

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES***Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique***Option : IRRIGATION ET DRAINAGE****THEME DU PROJET :**

Dimensionnement d'un réseau d'irrigation de la ferme pilote « KERFA Mohamed commune du Bourkika, wilaya de Tipaza » avec une superficie de 240 ha, irriguée à partir de barrage Bouroumi.

**PRESENTE PAR****M<sup>lle</sup> BENAOUA Wahiba****Devant les membres du jury**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>Mr RASSOUL Abd Elaziz</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Président</b>
<b>Mme AZIEZ Wahiba</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>Mr YAHIAOUI Samir</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mr KERID Rachid</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mr AZIB Makhoulf</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Promoteur</b>

Juin 2017

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>Abréviation</b>	<b>Significations</b>	<b>Unités</b>
<b>ANRH</b>	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques	
<b>Ce</b>	Conductivité électrique	mmhos/
<b>CPCS</b>	Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols	
<b>EAC</b>	Exploitation Agricole Collective	
<b>EAI</b>	Exploitation Agricole Individuelle	
<b>EURL</b>	Entreprise Unipersonnel à Responsabilité Limitée (ferme pilote).	
<b>ONM</b>	Office national de météorologique	
<b>SAR</b>	Rapport d'Absorption du Sodium	
<b>Pe</b>	Pluie efficace	mm
<b>PN</b>	Pression Nominale	
<b>PU</b>	Prix Unitaire	DA
<b>PEHD</b>	Polyéthylène à Haute Densité	
<b>RFU</b>	Fraction de réserve utile du sol	Mm
<b>ETP</b>	Evapotranspiration potentielle	mm/j
<b>ET<sub>0</sub></b>	Evapotranspiration de référence	mm/j
<b>ETR</b>	Evapotranspiration réelle	Mm
<b>K<sub>c</sub></b>	Coefficient culturale	
<b>HT</b>	Hors taxe	DA
<b>TVA</b>	Taxe sur Valeur Ajouté	DA
<b>Total (TTC)</b>	Total Tout Taxes Comprises	DA

## *Dédicace*

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

- ❖ Mes parents*
- ❖ Mes frangines et ma Sœur*
- ❖ Et à toute ma famille*

*Ainsi qu'à tous mes amis.*

## Remerciements

*Tout d'abord, je tiens à remercier le bon Dieu Tout Puissant pour toutes les merveilles qu'il fait dans ma vie et pour m'avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail.*

*J'adresse mes sincères remerciements et toute ma reconnaissance à mon encadreur de thèse, Mr AZIB Makhlouf, pour avoir accepté de me diriger le présent travail et pour la confiance qu'il m'a témoignée.*

*Je remercie également toute les personnes qui m'ont donné les informations nécessaires pour réaliser la thèse.*

*Je tiens à remercier aussi :*

*Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail.*

*Le corps enseignant et les étudiants de l'ENSH.*

*BENAOUDA Wahiba*

### ملخص :

إن الهدف من إنجاز مذكرتنا يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، الذي يسعى إلى رفع المردودية الفلاحية للمزرعة النموذجية « كرفة محمد » المتواجدة في بلدية بوركيكة ولاية تيبازة، وذلك بانتهاج تسيير أنجع للموارد المائية واستغلال أفضل تقنيات السقي، وهذا لن يكون إلا عن طريق أنظمة السقي الحديثة والتي نذكر منها السقي بالتقطير الأكثر تطورا في الأونة الأخيرة، نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي الحديث وما يميزها من محاسن وإيجابيات، خاصة الاقتصاد المعتبر للمياه والتي أعطت نتائج هامة في هذا الميدان.

### Résume :

L'objectif de notre mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués; l'objectif étant d'augmentation de rendement agricole de la ferme pilote « KERFA Mohamed » du Bourkika wilaya de Tipaza.

Pour cela, l'utilisation des meilleures systèmes d'irrigation, et l'une des solutions pour assurer une meilleure gestion des ressources en eau. Nous adoptons des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée goutte à goutte. Ces systèmes pressentent de multiples avantages, sur la rentabilité et l'économie de l'eau.

### Abstract

The objective of this work concerns the current planning and management policy of the farm «KERFA Mohamed » in the province of Bourkika in Tipaza.

It is the problem of increasing food and cash crop production in order to develop a sector that can respond to local needs, permanently growing to reduce food imports, through the use of better irrigation which depends on the climatic and soil characteristics of our farm. The drop by drop techniques proved their reliability.

## TABLE DES MATIERES

### Introduction générale

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

I.1	Introduction .....	52
I.2	Situation géographique .....	52
I.2.1	Situation géographique de la wilaya de TIPAZA .....	52
I.2.2	Situation géographique de la zone d'étude.....	52
I.2.3	Présentation du périmètre de la plaine Mitidja.....	52
I.3	Hydrogéologie .....	52
I.4	La géologie .....	53
I.5	La climatologie .....	54
I.5.1	Pluviométrie .....	54
I.5.2	Températures de l'air.....	54
I.5.3	Humidité relative .....	55
I.5.4	Le vent.....	56
I.5.5	Le sirocco .....	57
I.5.6	Insolation.....	57
I.5.7	Gel .....	57
I.6	Classification du climat .....	57
I.6.1	Indice de Martonne.....	57
I.6.2	Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	58
I.6.3	Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen .....	59
I.7	Conclusion .....	60

#### Chapitre II : Etude agro-pédologique

II.1	Introduction .....	61
II.2	Caractéristiques morphologiques et analytiques des sols.....	61
II.3	Caractéristiques hydrodynamiques des sols du périmètre .....	62
II.3.1	Perméabilité .....	62
II.3.2	Densité apparente, densité réelle et porosité des sols .....	63
II.4	Propriétés hydrodynamiques des sols .....	63
II.5	Etude des aptitudes culturales.....	63
II.5.1	Les aptitudes définies .....	63
II.5.1.1.	Cultures céréalière et fourragères .....	63

II.5.1.2. Culture maraichères .....	64
II.5.1.3. Cultures industrielles .....	64
II.5.1.4. Cultures arboricoles .....	64
II.6 Conclusion .....	65

### Chapitre III : étude hydrologique et ressources en eau

<u>III.1 Introduction</u> .....	66
<u>III.2 Ressource en eau superficielle (Barrage Bouroumi )</u> .....	66
<u>III.2.1 Caractéristiques hydraulique du Barrage Bouroumi</u> .....	66
<u>III.2.2 Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation</u> .....	66
<u>III.2.3 Le SAR [Sodium Absorption Ration]</u> .....	67
<u>III.2.4 La conductivité électrique</u> .....	68
<u>III.3 Etude hydrologique</u> .....	69
<u>III.3.1 Introduction</u> .....	69
<u>III.3.2 Etude des pluies annuelles</u> .....	69
<u>III.3.3 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique</u> .....	71
<u>III.3.4 Ajustement statistique des pluies</u> .....	73
<u>III.3.4.1 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale</u> .....	73
<u>III.3.4.2 Ajustement à la loi log-normale (Galton)</u> .....	73
<u>III.3.4.3 Test de validité d'un ajustement</u> .....	74
<u>III.3.5 Détermination de l'année de calcul</u> .....	76
<u>III.4 Conclusion</u> .....	78

### Chapitre IV : Calcul des besoins en eaux des cultures

<u>IV.1 Introduction</u> .....	80
<u>IV.2 Besoins en eau des cultures</u> .....	80
<u>IV.2.1 Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées</u> .....	80
<u>IV.2.2 L'évapotranspiration (ET)</u> .....	80
<u>IV.2.3 L'évapotranspiration potentielle (ETP)</u> .....	80
<u>IV.2.4 Calcul de l'évapotranspiration potentielle (E T P)</u> .....	80
<u>IV.2.5 Calcul de l'évapotranspiration de référence</u> .....	82
<u>IV.3 L'évapotranspiration maximale (ETM)</u> .....	82
<u>IV.4 Calcul de la pluie efficace</u> .....	83
<u>IV.5 Choix des cultures :</u> .....	83

IV.5.1	<u>Occupation des sols</u> .....	83
IV.6	<u>Assolements des cultures</u> .....	84
IV.6.1	<u>Avantages de la rotation des cultures</u> .....	84
IV.7	<u>Calcul des besoins nets en eau d'irrigation</u> .....	85
IV.7.1	<u>Calcul des besoins en eau des céréales</u> .....	86
IV.7.2	<u>Calcul des besoins en eau des maraichages</u> .....	87
IV.7.3	<u>Calcul des besoins en eau arboriculture</u> .....	89
IV.8	<u>Calcul des besoins bruts en eau d'irrigation</u> .....	91
IV.9	<u>Calcul du débit caractéristique</u> .....	55
IV.9.1	<u>Calcul de débit spécifique <math>q_s</math> :</u> .....	55
IV.10	<u>Conclusion</u> .....	56

### Chapitre V dimensionnement de réseau d'adduction et distribution

V.1	<u>Introduction</u> .....	55
V.2	<u>Découpage des îlots d'irrigation</u> .....	58
V.2.1	<u>Taille des îlots d'irrigation</u> .....	59
V.2.2	<u>Le plan de bornage</u> .....	59
V.2.3	<u>Choix du tracé</u> .....	59
V.3	<u>Calcul des Débits aux bornes</u> .....	60
V.3.1	<u>Choix du type et de diamètre de la borne</u> .....	61
V.4	<u>Schéma d'aménagement hydro-agricole</u> .....	63
V.4.1	<u>Schéma d'adduction</u> .....	63
V.5	<u>Dimensionnement du réseau de distribution</u> .....	63
V.5.1	<u>Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire</u> .....	63
V.5.2	<u>Vitesses admissibles</u> .....	63
V.5.3	<u>Choix du matériau des conduites</u> .....	63
V.5.4	<u>Caractéristiques des canalisations</u> .....	64
V.5.5	<u>Calcul des diamètres</u> .....	64
V.5.6	<u>Calcul des pertes de charge :</u> .....	64
V.6	<u>Dimensionnement de la bache de distribution</u> .....	68
V.7	<u>Etablissement des profils en long</u> .....	68
V.7.1	<u>Pièces spéciales</u> .....	69
V.7.1.1	<u>Vannes de sectionnement</u> .....	69
V.7.1.2	<u>Ventouses</u> .....	69
V.7.1.3	<u>Vidange</u> .....	69

<a href="#">V.8 Conclusion</a> .....	70
--------------------------------------	----

### **Chapitre VI : étude des techniques d'irrigation**

VI.1 Introduction .....	71
VI.2 L'irrigation de surface.....	71
VI.2.1 L'irrigation par ruissellement.....	71
VI.2.2 L'irrigation par submersion .....	71
A) Les avantages de l'irrigation de surface .....	71
VI.3 L'irrigation par surpression : .....	71
L'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel. ....	71
VI.4 L'irrigation par aspersion.....	71
A) Les avantages.....	72
B) Les inconvénients.....	72
VI.5 L'irrigation localisée (goutte à goutte).....	72
VI.5.1 Composition d'une installation goutte à goutte .....	73
VI.5.2 Différents types de distributeurs .....	75
VI.5.3 Les facteurs essentielles pour l'utilisations de système goutte à goutte .....	75
VI.6 Choix de la technique d'arrosage .....	76
VI.7 Conclusion.....	77

### **Chapitre VII : dimensionnement à la parcelle**

<a href="#">VII.1 Introduction</a> .....	79
<a href="#">VII.2 Données de base pour le dimensionnement</a> .....	79
<a href="#">VII.3 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée</a> .....	79
<a href="#">VII.3.1 Les besoins journaliers</a> .....	79
<a href="#">VII.3.2 Besoin journalier en tenant compte de la réduction <math>K_r</math></a> .....	79
<a href="#">VII.4 Dose nette (dose pratique)</a> .....	80
<a href="#">VII.5 Fréquence des arrosages</a> .....	80
<a href="#">VII.6 Durée d'arrosage par mois</a> .....	81
<a href="#">VII.7 Durée d'arrosage journalier</a> .....	81
<a href="#">VII.8 Nombre de poste</a> .....	81
<a href="#">VII.9 Surface de la parcelle</a> .....	81
<a href="#">VII.10 Calculs hydrauliques</a> .....	81
<a href="#">VII.10.1 Condition hydraulique</a> .....	81

<u>VII.10.2</u>	<u>Calcul des débits</u> .....	82
<u>VII.10.2.1</u>	<u>Le nombre d'arbres par rampe</u> .....	82
<u>VII.10.2.2</u>	<u>Nombre de goutteurs par rampe</u> .....	82
<u>VII.10.2.3</u>	<u>Le nombre de rampes</u> .....	82
<u>VII.10.2.4</u>	<u>Débit de la rampe</u> .....	82
<u>VII.10.2.5</u>	<u>Débit de la porte rampe</u> .....	82
<u>VII.10.2.6</u>	<u>Débit de la conduite secondaire</u> .....	83
<u>VII.11</u>	<u>Dimensionnement des différentes parties du réseau</u> .....	83
<u>VII.11.1</u>	<u>Calculs hydrauliques de la rampe</u> .....	83
<u>VII.11.2</u>	<u>Calculs hydrauliques de la porte rampe</u> .....	84
<u>VII.11.3</u>	<u>Calcul des diamètres de la conduite secondaire</u> .....	84
<u>VII.11.4</u>	<u>Calcul de caractéristique de conduites secondaires</u> .....	84
<u>VII.12</u>	<u>La pression d'eau à la borne de distribution</u> .....	84
<u>VII.13</u>	<u>Conclusion</u> .....	86

### Chapitre VIII : Calcul technico-économique

<u>VIII.1</u>	<u>Introduction</u> .....	87
<u>VIII.2</u>	<u>Frais des travaux sur réseau d'irrigation</u> .....	89
<u>VIII.2.1</u>	<u>Calcul des volumes de déblais et remblais</u> .....	89
<u>VIII.2.1.1</u>	<u>Volume du déblaiement</u> .....	89
<u>VIII.2.1.2</u>	<u>Volume de remblais</u> .....	89
<u>VIII.2.1.3</u>	<u>Volume de sable</u> .....	89
<u>VIII.2.2</u>	<u>Calcul des différents volumes</u> .....	91
<u>VIII.3</u>	<u>Coût total des travaux publics sur réseau d'irrigation</u> .....	91
<u>VIII.3.1</u>	<u>Déblaiement</u> .....	91
<u>VIII.3.2</u>	<u>Remblais</u> .....	91
<u>VIII.3.3</u>	<u>Sable</u> .....	91
<u>VIII.4</u>	<u>Conclusion</u> .....	92

**Conclusion générale .**

## LISTE DES TABLEAUX

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

Tableau I.1.	les caractéristiques de la station météorologique «ANRH Alger» .....	54
Tableau I.2.	Les pluies moyennes mensuelles à la station de Meurad « ANRH Alger» ...	54
Tableau I.3.	Les Températures moyennes interannuelles « ANRH Alger» .....	54
Tableau I.4.	Humidité relative à la station de MEURAD BGE « ANRH Alger» .....	55
Tableau I.5.	Vitesse du vent moyenne «ANRH Alger».....	56
Tableau I.6.	Nombre de jours moyens de sirocco à la station de MEURAD«ONM-Alger» 57	
Tableau I.7.	Moyenne mensuelle de l'insolation«ONM Alger» .....	57
Tableau I.8.	Nombre moyen de jours de gelée«ONM Alger» .....	57
Tableau I.9.	Classification du climat selon de Martonne .....	58

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

Tableau II.1	Résultats des analyses physico-chimiques « ANRH-Alger » .....	62
Tableau II.2	Propriétés hydrodynamiques des sols .....	63
Tableau II.3	Numérotation des cultures céréalières et fourragères .....	63
Tableau II.4	Numérotation des cultures maraîchères .....	64
Tableau II.5	Cultures industrielles .....	64
Tableau II.6	Aptitudes culturales pour espèces arboricoles.....	64

### **Chapitre III : Etude hydrologique et ressource en eaux**

Tableau III.1	les caractéristiques de l'eau d'irrigation .....	67
Tableau III.2	Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	67
Tableau III.3	Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique .....	68
Tableau III.4	: Pluies moyennes mensuelles observées (1977-2011) «ANRH Alger». ....	70
Tableau III.5	: Test d'homogénéité de la série pluviométrique de Meurad. ....	71
Tableau III.6	Test de validité des deux ajustements.....	75
Tableau III.7	Résultat d'ajustement de la loi normal .....	76
Tableau III.8	: Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq= 80%).....	76

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

<a href="#">Tableau IV.1</a>	<a href="#">Pluies efficaces calculées</a> .....	83
<a href="#">Tableau IV.2</a>	<a href="#">Occupation du sol</a> .....	83
<a href="#">Tableau IV.3</a>	<a href="#">Les cultures proposées pour notre ferme pilote</a> .....	84
<a href="#">Tableau IV.4</a>	<a href="#">Les assolements proposés</a> .....	85
<a href="#">Tableau IV.5</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau du Blé.</a> .....	86
<a href="#">Tableau IV.6</a>	<a href="#">Les besoins en eau de l'orge grain</a> .....	86
<a href="#">Tableau IV.7</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau de tomate.</a> .....	87
<a href="#">Tableau IV.8</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau de pomme de terre.</a> .....	87

<a href="#">Tableau IV.9</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau de carotte</a> .....	87
<a href="#">Tableau IV.10</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau des oignons</a> .....	88
<a href="#">Tableau IV.11</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau d'haricot</a> .....	88
<a href="#">Tableau IV.12</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau de la pastèque</a> .....	88
<a href="#">Tableau IV.13</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau d'orange</a> .....	89
<a href="#">Tableau IV.14</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau d'olivier</a> .....	89
<a href="#">Tableau IV.15</a>	<a href="#">Calcul des besoins en eau des raisins</a> .....	90
<a href="#">Tableau IV.16</a>	<a href="#">Récapitulatif des besoins en eau (<math>B_{net}</math> en mm) assolement 1</a> .....	90
<a href="#">Tableau IV.17</a>	<a href="#">Récapitulatif des besoins en eau (<math>B_{net}</math> en mm) assolement 2</a> .....	90
<a href="#">Tableau IV.18</a>	<a href="#">Les besoins brut pour l'assolement 1(<math>m^3</math>)</a> .....	92
<a href="#">Tableau IV.19</a>	<a href="#">Les besoins brut pour l'assolement 2(<math>m^3</math>)</a> .....	92
<a href="#">Tableau IV.20</a>	<a href="#">Les besoins totaux pour l'année la plus exigeante</a> .....	55

### Chapitre V : dimensionnement de réseau d'adduction et distribution

Tableau V.1	Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne .....	61
Tableau V.2	Choix du diamètre de la prise .....	61
Tableau V.3	Les diamètres et types des bornes .....	59
Tableau V.4	Les paramètres de perte de charge : .....	65
Tableau V.5	Calculs hydrauliques du réseau de distribution .....	66
Tableau V.6	Choix de la ventouse .....	69
Tableau V.7	Choix de la vidange .....	69

### Chapitre VI: Étude des techniques d'irrigation

Tableau VI.1	Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage .....	77
--------------	--	----

### Chapitre VII : dimensionnement à la parcelle

Tableau VII.1	Caractéristique de la conduite de la rampe .....	83
Tableau VII.2	Caractéristiques de la conduite de la porte rampe .....	84
Tableau VII.3	Caractéristique de la conduite secondaire .....	84
Tableau VII.4	Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable.....	85

### Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Tableau VIII-1	Facture pro-forma des pièces du réseau de distribution. ....	89
Tableau VIII-2	Calcul des différents volumes .....	91

## LISTE DES FIGURES

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

<a href="#">Figure I.1</a>	<a href="#">carte de réseau hydrographe de mitidja ouest «ONID Tipaza»</a> .....	53
<a href="#">Figure I.2</a>	<a href="#">Répartition des températures moyennes interannuelles à la station MEURAD</a> .....	55
<a href="#">Figure I.3</a>	<a href="#">graphe de l'humidité relative</a> .....	56
<a href="#">Figure I.4</a>	<a href="#">graphe des vitesses de vent</a> .....	56
<a href="#">Figure I.5</a>	<a href="#">Diagramme bioclimatique d'Emberger de la Station de MEURAD</a> .....	59
<a href="#">Figure I.6</a>	<a href="#">Diagramme ombrothermique</a> .....	60

### Chapitre III : Etude hydrologique et ressources en eau

<a href="#">Figure III.1</a>	<a href="#">Diagramme de classification des eaux d'irrigation</a> .....	23
<a href="#">Figure III.2</a>	<a href="#">Ajustement des pluies annuelles à la loi de Normale</a> .....	32
<a href="#">Figure III.3</a>	<a href="#">Ajustement des pluies annuelles à la loi de log-Normale</a> .....	32

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

<a href="#">Figure IV.1</a>	<a href="#">Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence ( ETo)</a> .....	39
-----------------------------	--	----

### Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation

<a href="#">Figure VI.1</a>	<a href="#">l'irrigation par aspersion</a> .....	72
<a href="#">Figure VI.2</a>	<a href="#">Système d'irrigation localisée</a> .....	73
<a href="#">Figure VI.3</a>	<a href="#">Dilueur d'engrais</a> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<a href="#">Figure VI.4</a>	<a href="#">Filtre à gravier</a> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<a href="#">Figure VI.5</a>	<a href="#">Goutteur</a> .....	75
<a href="#">Figure VI.6</a>	<a href="#">Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte</a> .....	76

### Chapitre VII : dimensionnement à la parcelle

<a href="#">Figure VII.1</a>	<a href="#">Le transfert d'eau de la borne à goutteur le plus défavorable</a> .....	85
------------------------------	---	----

### Chapitre VIII : Calcul technico-économique

<a href="#">Figure VIII-1</a>	<a href="#">Disposition de la conduite dans une tranchée</a> .....	90
-------------------------------	--	----

### Liste des planches

**Planche N° 1:** Plan de situation de la ferme « KERFA Mohamed » Bourkika W.Tipaza.

**Planche N° 2:** Plan d'occupation du sol de la zone d'étude.

**Planche N° 3:** Plan de réseau de distribution de la ferme.

**Planche N° 4 :** Projection d'un réseau localisé sur l'ilot N°09.

**Planche N° 5:** Profil en long de la conduite principale (b-B1).



## Introduction générale

Dans le domaine agricole objet de notre étude, l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socio-économique à moyen et long terme. Cependant, la conception d'un système d'irrigation nécessite en premier lieu la quantification des besoins en eau de toutes les cultures mises en place, et la mobilisation des ressources en eau nécessaires au bon développement de ces cultures.

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, en particulier dans les zones arides et semi-arides.

Le recours à l'irrigation est dans bien des cas nécessaires pour garantir le maintien d'un niveau de production suffisant dans de nombreuses régions du monde, et pour rentabiliser l'investissement consenti afin de se prémunir contre les aléas climatiques et sécuriser la production.

L'approche présentée dans le présent mémoire a été établie pour l'étude de dimensionnement du réseau d'irrigation de la ferme pilote KERFA wilaya de Tipaza.

Notre étude consiste à dimensionner un réseau d'irrigation goutte à goutte qui est la technique d'irrigation la plus adéquate à notre région, après avoir évalué les besoins en eau des principales cultures de notre région et qui sont principalement des cultures maraichères et effectué une analyse des conditions naturels, et des ressources en eau et en sol dans la ferme pilote KERFA wilaya de Tipaza

Nous espérons que le travail que nous présentons, aidera à concevoir et à mener à bien ce projet qui apparait de plus en plus nécessaire pour diversifier et intensifier la production de cette ferme.

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

### Introduction

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du milieu notamment le périmètre irrigué, et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données climatiques, ainsi que les paramètres agronomiques de la zone d'étude qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation. Le site d'étude est situé dans la commune de Bourkika wilaya de Tipaza qui est une région à vocation agricole.

### Situation géographique

#### Situation géographique de la wilaya de TIPAZA

La wilaya de Tipaza est une wilaya située au Nord-Ouest du pays, à 70 Km à l'ouest d'Alger. La wilaya de Tipaza est limitée par :

- Au nord, par la méditerranée.
- A l'ouest, par la wilaya de Chlef.
- A l'est, par la wilaya d'Alger.
- Au sud, par les wilayas d'Ain Defla et Blida.

#### Situation géographique de la zone d'étude

La région d'étude est située dans la partie ouest de la plaine Mitidja. la ferme pilote de Kerfa qui couvre une superficie de 240 ha et se situe à la wilaya de Tipaza commune de Bourkika.

Ce périmètre est limité par :

- Au nord, par la route nationale N°42.
- A l'ouest, par des EAC N°10, N°11, N°13
- A l'est, EURL ZERDALI.
- Au sud, par agglomérations de SAHEL.

**N.B :** -EAC : exploitation agricole collectif.

-EURL : Entreprise Unipersonnel à Responsabilité Limitée (ferme pilote).

### Présentation du périmètre de la plaine Mitidja

La Mitidja est une vaste plaine d'Algérie située dans le nord, elle couvre une superficie de 1450 km<sup>2</sup> avec une longueur moyenne de 100 Km une largeur variant de 10 à 18 Km et une altitude moyenne de 100 m. Elle est située entre les longitudes 2°32'00'' à 3°19'00'' et les latitudes 36°25'17'' à 36° 47'40 ''.

La plaine de la Mitidja est répartie sur quatre wilayat Alger, Blida, Tipaza et Boumerdes.

### Hydrogéologie

Au niveau de la Mitidja, comme dans les environs de Bourkika, nous notons la présence de deux ensembles

aquifères, ou plus exactement deux nappes l'une superficielle nommée nappe quaternaire, la deuxième nappe, nommée sous le nom de nappe des grés astiens. Ces deux nappes sont séparées par un niveau argileux, appelé communément marnes jaunes, ou de maisons carrées.

Dans le cadre de la surveillance périodique de la fluctuation des eaux souterraines de la nappe de la Mitidja, un réseau de surveillance représenté par des puits forages et piézomètres, permet de suivre les fluctuations de la nappe dans ses différentes localités.

Notons que deux campagnes de mesure du niveau de la profondeur de la nappe sont effectuées régulièrement, une en période des « hautes eaux » et l'autre en période des « basses eaux ».

La comparaison entre les deux campagnes, a mis en évidence l'abaissement du niveau de la profondeur de la nappe de la Mitidja. Due essentiellement au pompage continu au niveau de

Cette baisse de la surface piézométrique s'expliqua aussi par plusieurs facteurs à savoir :

- Longue période de sécheresse combinée à une importante prolifération des forages.
- Le commencement précoce de l'irrigation dû à cette sécheresse.
- Importance des surfaces irrigables.
- La déperdition des eaux par ruissellement.

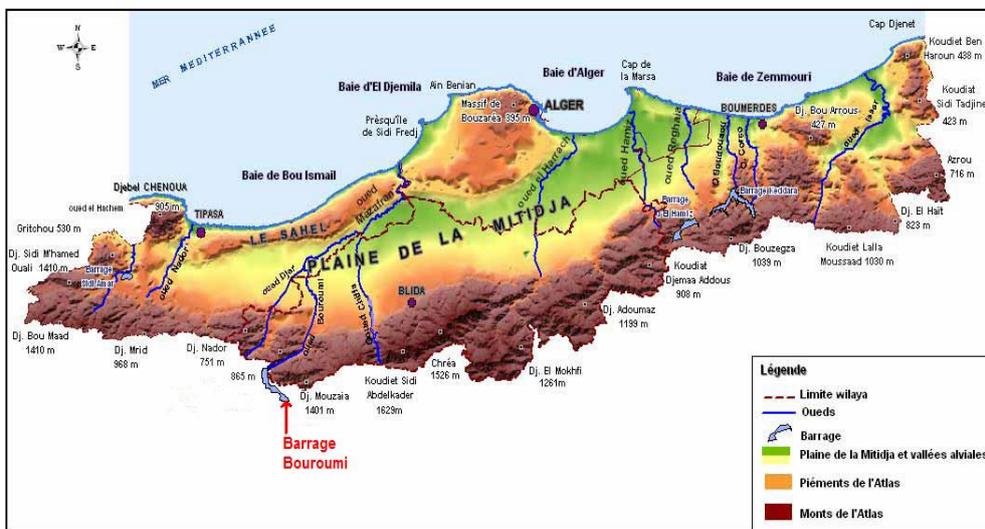


Figure I.1 carte de réseau hydrographique de mitidja ouest «ONID Tipaza»

L'oued Bourkika, et oued saffah sont les cours d'eau existant dans la commune de Bourkika. Ces oueds sont alimentés soit par l'intermédiaire des sources ou par les eaux de ruissellement et les précipitations atmosphériques quand ces dernières tombent régulièrement.

## La géologie

En général, la structure morphologique ne date pas du quaternaire mais a été modulée au cours du miocène, et la sédimentation fut ici essentiellement continentale [annexe I]. D'après la carte géologique de Marengo (Hadjout) [annexe I], le terrain comporte un faciès limoneux à argileux constitué d'alluvions récentes qui occupent de grandes surfaces le long des principaux oueds et de leurs affluents ainsi que flancs collinaires. Elles sont essentiellement constituées par des limons très fins dont les caractéristiques pétrographiques et pétro-physiques

sont plutôt celles des argiles. Donc on peut dire que notre région convient à toutes les cultures, en particulier aux cultures pérennes (arboriculture).

## La climatologie

L'étude du climat, est une étape primordiale dans les projets hydro-agricoles, puisqu'elle permet de quantifier les paramètres intervenant dans le choix des cultures et le dimensionnement des réseaux d'irrigation. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation.

### Choix de la Station météorologique :

Dans ce qui suit nous présentons les paramètres météorologiques sur la base des données obtenues au niveau de la station de MEURAD BGE qui de par sa situation géographique, qui représente le mieux la région d'étude. Les caractéristiques de la station de MEURAD BGE sont détaillées ci-dessous

**Tableau I.1. les caractéristiques de la station météorologique «ANRH Alger»**

Code station	Nom station	Coordonnées	Altitude
020306	MEURAD BGE	X : 479,8 Y : 349,9	Z : 300

## Pluviométrie

Le tableau ci-après présente la pluviométrie mensuelle moyenne ainsi que le nombre de jours pluvieux par mois et la pluie max enregistrée en 24 heures .les valeurs moyennes mensuelles de pluviométrie correspondante à la période 1977 à 2011, de la station pluviométrique de MEURAD .

**Tableau I.2. Les pluies moyennes mensuelles à la station de Meurad « ANRH Alger»**

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec	tot
Pluie (mm)	33,59	25,59	34,04	21,93	21,55	5,47	2,79	4,44	19,3	28,14	30,29	29,73	256,85

## Températures de l'air

La température est un facteur climatique très important qui joue un rôle dans les projets d'irrigation, car elle conditionne l'évapotranspiration des cultures, et donc le développement des plantes.

Les températures de l'air moyennes et extrémales sur le territoire envisagé sont données par le tableau ci-dessous

**Tableau I.3. Les Températures moyennes interannuelles « ANRH Alger»**

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
Tmim(°C)	7,5	7,2	9,9	10,8	15,1	18,1	20,1	21,2	19,2	16,5	12,6	8,3
Tmax(°C)	16,3	17,0	19,1	19,6	23,9	29,1	34,9	35,4	30,8	25,3	21,8	19,5
Tmoy(°C)	11,9	12,1	14,5	15,2	19,5	23,6	27,5	28,3	25,0	20,9	17,2	13,9

Avec :

**T<sub>max</sub> (°C)** : Moyenne de tous les maxima observés pour chaque mois.

**T<sub>min</sub> (°C)** : Moyenne de tout les minima observés pour chaque mois.

**T<sub>moy</sub> (°C)** : Moyenne mensuelle

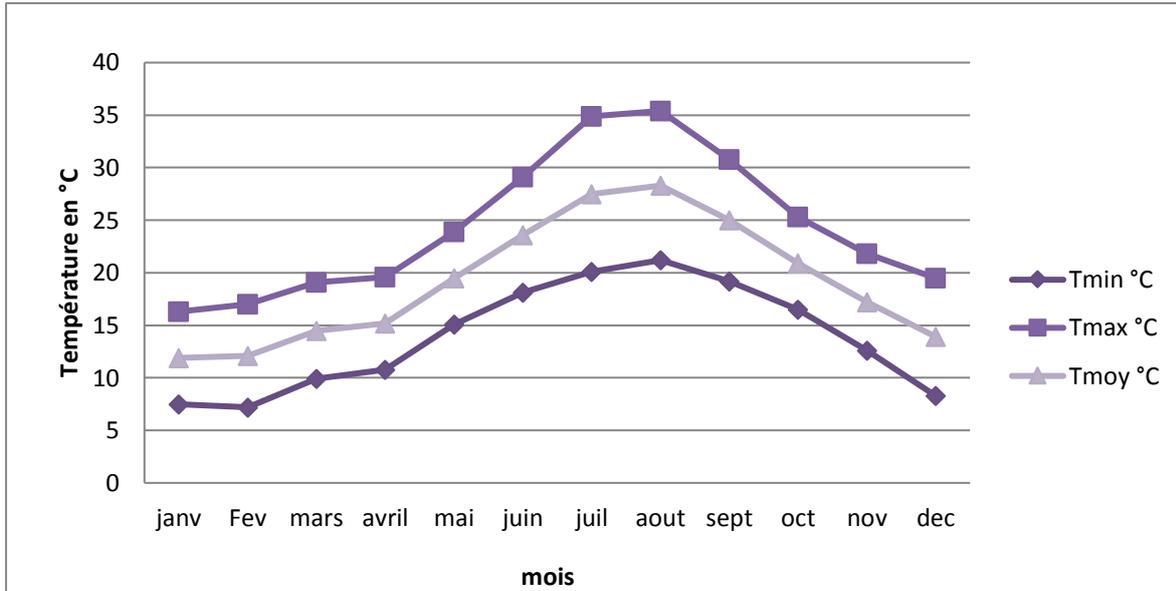


Figure I.2 Répartition des températures moyennes interannuelles à la station MEURAD

**Interprétation :**

On constate que :

- La température moyenne annuelle est de 19,13 °C.
  - Les températures sont variables, Le minimum étant enregistré au mois de Février avec 7,2°C, et le maximum pendant le mois d’Aout avec 35.4°C.
  - L’été est chaud, les températures moyennes sont de 23 à 28,3 °C .Certaines années les températures extrêmement hautes peuvent dépasser 38°C.
  - L’hiver est relativement doux, les températures moyennes sont de 7 à 8°C
- Certaines années la température de l’air tombe jusqu’à 2 °C.

**Humidité relative**

Il faut noter que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et le couvert végétal. L'humidité relative mensuelle moyenne est présentée au tableau suivant :

Tableau I.4. Humidité relative à la station de MEURAD BGE « ANRH Alger»

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
<b>Humidité (%)</b>	82	80	77	76	75	65	49	51	66	74	75	80

On constate que l’humidité relative dans la région atteint 82% au mois de janvier, elle décroît au juillet jusqu’à 49%.

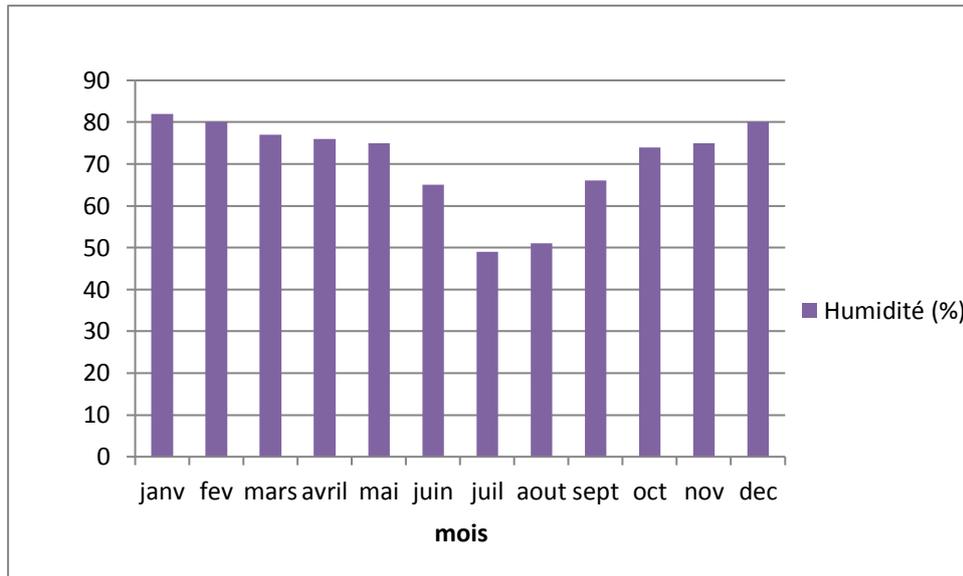


Figure I.3 graphe de l'humidité relative

Le vent

Les directions dominantes des vents sont celles de l'Ouest au Nord-Est. Les vents de l'Ouest sont dominants pendant l'automne, l'hiver et le début du printemps. La vitesse des vents est donnée par le tableau :

Tableau I.5. Vitesse du vent moyenne «ANRH Alger»

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
V(m/s)	3	3,1	2,9	3,1	2,8	3	3,2	3,1	2,5	2,3	2,5	3,7

L'Analyse du tableau montre des vitesses relativement homogènes tout le long de l'année avec une moyenne annuelle oscillant autour de 2,93 m/s, cette valeur est relativement faible.

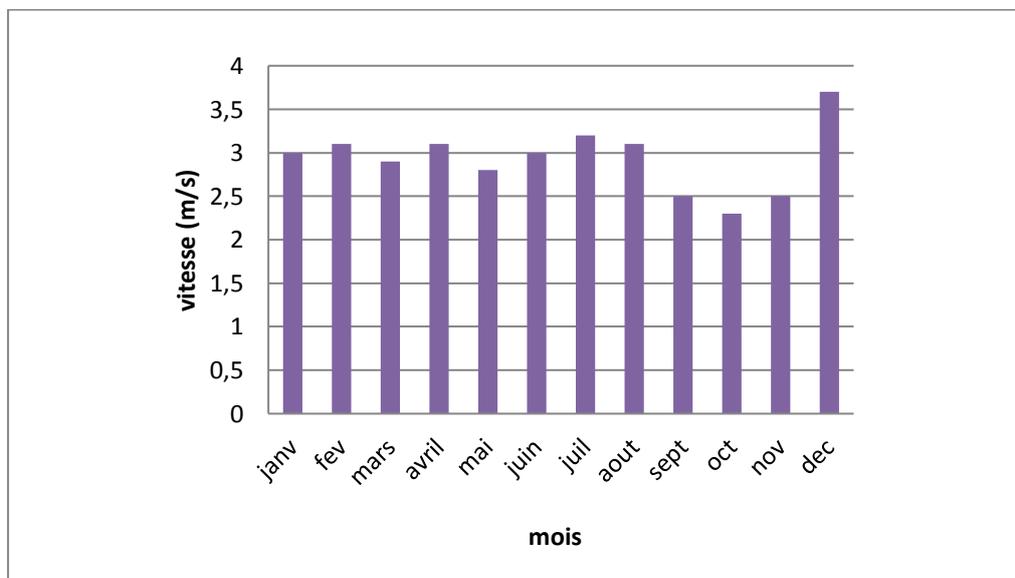


Figure I.4 graphe des vitesses de vent

## Le sirocco

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que des chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre.

Le nombre de jours de Sirocco est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau I.6. Nombre de jours moyens de sirocco à la station de MEURAD«ONM-Alger»**

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
<b>Nbr de jours</b>	0	0,1	0,3	0,8	1,1	1,2	2,5	3	1,5	1,1	0,2	0

## Insolation

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle. La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données de la station météorologique de MEURAD BGE présenté dans le tableau suivant :

**Tableau I.7. Moyenne mensuelle de l'insolation«ONM Alger»**

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
<b>Moy(h)</b>	4,5	6,0	8 ,1	7,6	9,6	10,1	11,4	10,8	9,8	7,4	5,7	4,3

## Gel

Les gelées apparaissent à partir du mois de décembre jusqu'au mois d'avril dans la station de MEURAD BGE. Le nombre de jour de gelée enregistré est de 1,8 le maximum se trouve en janvier.

**Tableau I.8. Nombre moyen de jours de gelée«ONM Alger»**

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
<b>Nbr de jours</b>	1,8	1,6	0,4	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,4

## Classification du climat

Pour la classification du climat, on utilise généralement les paramètres agro-météorologiques, qui se basent essentiellement sur la température et la pluviométrie de la zone.

## Indice de Martonne

L'indice d'aridité de Martonne est un paramètre qui permet la classification du climat en fonction d'un rapport de température sur la pluviométrie annuelle, cet indice nous renseigne sur la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat :

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

**Avec :**  $I_A$  : indice climatique.

**P** : précipitation moyenne annuelle (mm).

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

**Tableau I.9. Classification du climat selon de Martonne**

Valeurs de I	Type de climat	Irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

Dans notre cas, nous avons :

$$I_A = \frac{256.85}{19.13 + 10} \approx 8.82$$

On a  $I^A = 8,82$  donc :  $5 \gg I_A \gg 10$

D'où notre climat est Très sec, on conclue que l'irrigation est indispensable.

### Classification du climat selon le diagramme d'Emberger

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

$$Q = \frac{1000 \cdot p}{\frac{M + m}{2} \cdot (M - m)} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot p}{M^2 - m^2}$$

**Avec :**

**Q** : coefficient pluviométrique d'Emberger.

**P** : précipitation moyenne annuelle (mm).

**M** : maximum des températures maximales (Kelvin).

**m** : minimum des températures minimales (Kelvin).

**Pour :**  $P=259,85$  ;  $M=35,4^\circ\text{C}$  et  $m=7,2^\circ\text{C}$

$$Q = \frac{2 * 1000 * 256,85}{(35,4 + 273)^2 - (7,2 + 273)^2} = 43,95$$

On trouve :  $Q=43,95$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (voir Figure I.7), on peut dire que le climat de notre région est

un climat semi-aride.

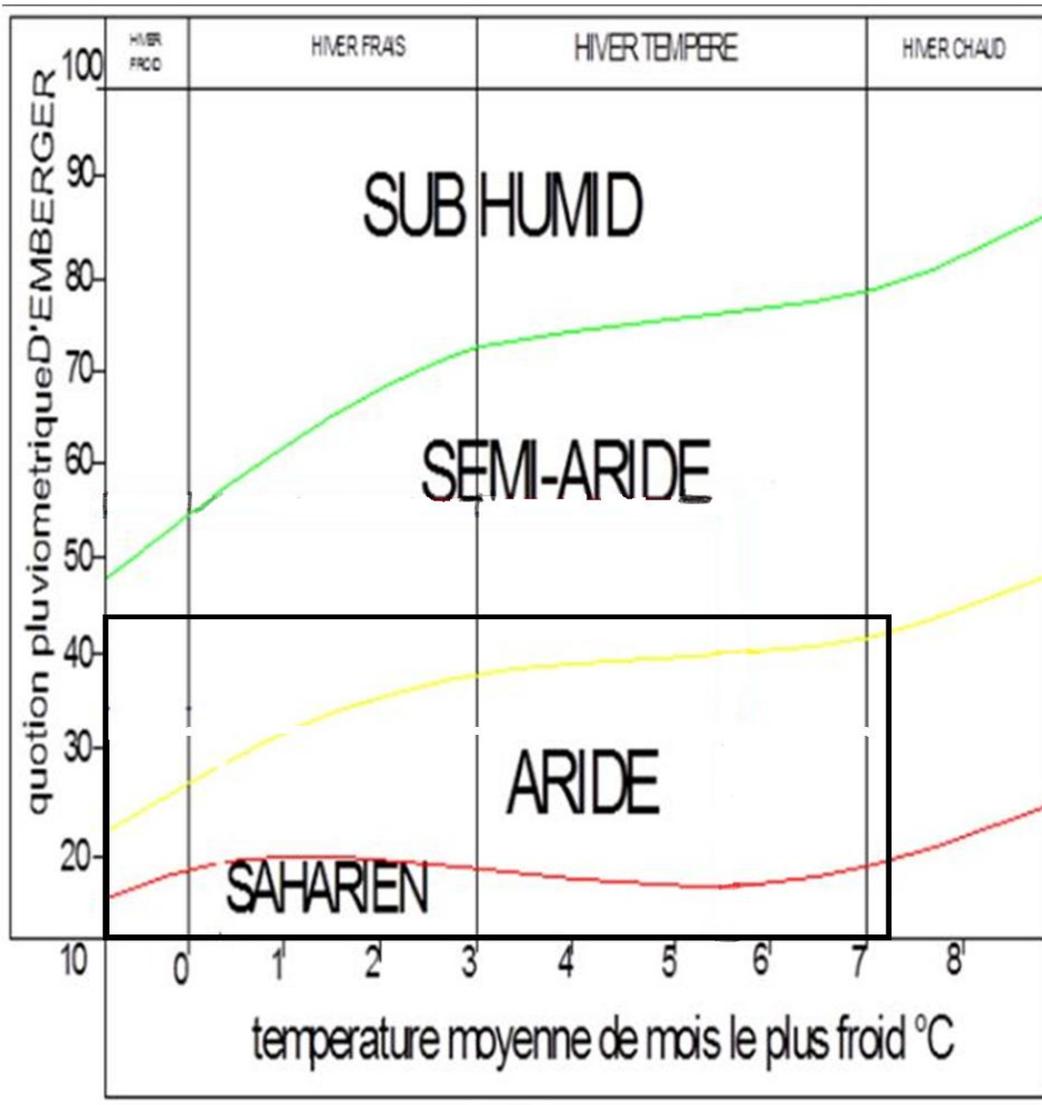


Figure I.5 Diagramme bioclimatique d'Emberger de la Station de MEURAD

### Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

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

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

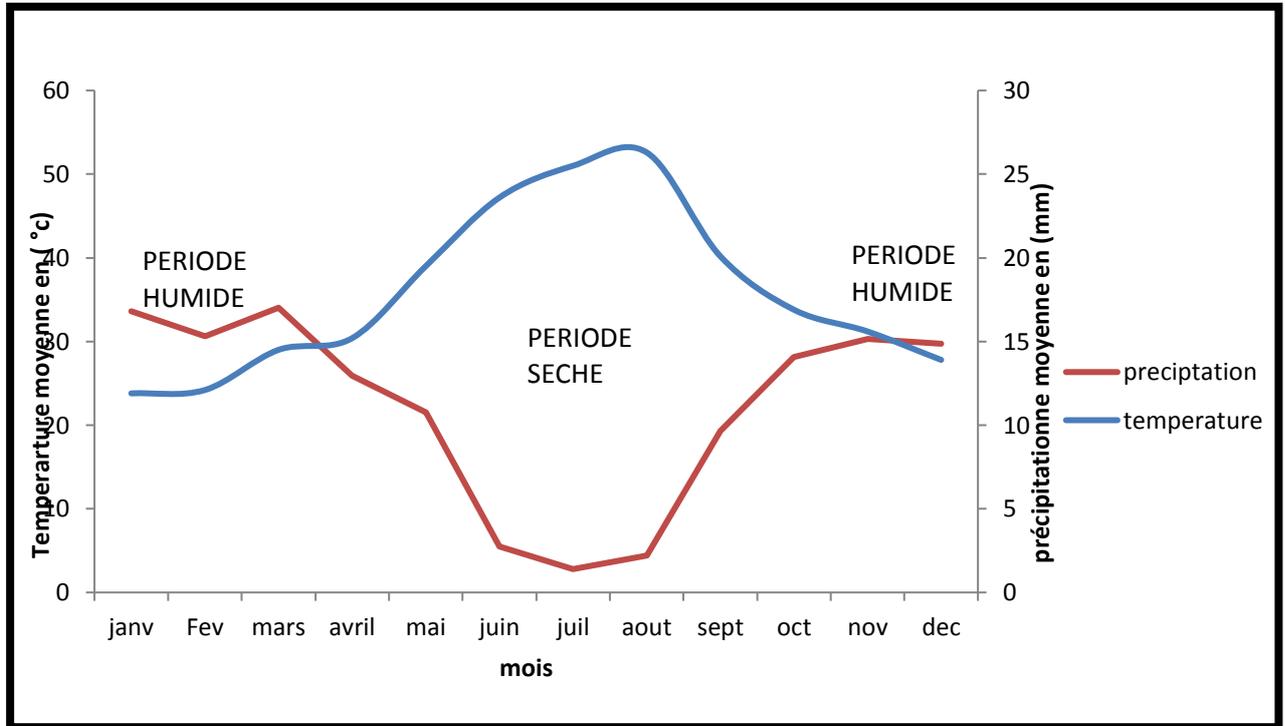


Figure I.6 Diagramme ombrothermique

## Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons dégagé les principales caractéristiques climatiques de notre région d'étude.

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat **semi-aride** avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par un hiver frais et un été sec et chaud.

## Chapitre II : Etude agro-pédologique

### II.1 Introduction

L'étude pédologique est l'une des étapes essentielles pour prendre en compte la nature, les caractéristiques et les contraintes relevant du sol dans tout aménagement hydro-agricole.

Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment :

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible ;
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui jouent sur les possibilités de rétention en eau ;
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et, globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages ;
- Les caractéristiques chimiques (pH, CE) qui influent sur l'éventail des possibilités culturales de la zone à irriguer.

La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées aux agriculteurs.

### II.2 Caractéristiques morphologiques et analytiques des sols

#### Profil

Coordonnées Lambert : X = 470,9 ; Y = 350,0.

- Occupation du sol : tournesol ;
- Géomorphologie : terrasse de l'oued Bourkika ;
- Micro-relief : uni-plan ;
- Roche-mère : alluvions rabiennes anciennes argilo-limoneuses

#### Description des horizons :

**0-30cm** : Horizon rouge (10 YR 3/3), texture Argilo-limoneuse, structure polyédrique fine émoussée, porosité moyenne.

**30-70cm**: Horizon rouge (10YR 5/4), texture Argilo-limoneuse, structure polyédrique moyenne bien développée avec quelques faces orientées, porosité moyenne.

**70-110cm** : Horizon rouge (10 YR 5/6), texture Argilo-limoneuse, structure prismatique moyenne à faces lisses, porosité moyenne à médiocre.

**110-140cm** : Horizon rouge (5 YR 5/8), texture Argilo-limoneuse, structure prismatique moyenne à grossière à faces lisses, porosité médiocre.

**140cm et plus** : Encroûtement calcaire avec quelque cailloux roulés.

Les caractéristiques physico-chimiques du profil sont résumées comme suit :

**Tableau II.1 Résultats des analyses physico-chimiques « ANRH-Alger».**

Profondeur (cm)	00-30	30-70	70-110	110-140
Argiles (%)	41	44	37	43
Limons fins (%)	23	25	32	28
Limons grossiers (%)	12	10	9	7
Sables fins (%)	8	6	6	5
Sables grossiers (%)	9	8	10	10
Matière organique (%)	2,6	1,1	0,7	0,5
Azote total (%)	1	-	-	-
Carbone total (%)	15	6,7	4	3
C/N	10	-	-	-
pH	7,4	7,5	7,6	7,6
Conductivité (mmhos/cm)	1,7	1,1	1	1,5
Calcaire actif (%)	-	-	10	14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (ppm)	1,4	0,7	0,3	0,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)	35/32	20/T	T/T	T/T
K <sub>2</sub> O total	9,5	9,4	3,3	7,6

#### Interprétation du Tableau II.1 :

La texture générale de ces sols est argilo-limoneuse, ce qui peut représenter une contrainte pour les spéculations supportant mal les textures fines.

Il en résulte que la texture est Argilo-Limoneuse en surface (horizon de labour d'une profondeur de 70 cm dont le taux d'argile est de 44%) et le sol moyennement fin en profondeur (taux d'argile 37 et 43%).

Le pH varie de 7,4-7,6 en profondeur c'est-à-dire moyenne pour tout le profil.

La teneur en matière organique est faible. Elle est respectivement de l'ordre de : 2,6-1,1-0,7-0,5%. L'analyse a fait ressortir une conductivité moyenne et sans effets pour les cultures agricoles.

## II.3 Caractéristiques hydrodynamiques des sols du périmètre

### II.3.1 Perméabilité

La perméabilité est principalement influencée par les propriétés physiques des sols, tels que la texture, la porosité, la structure et la compacité. Dans notre périmètre, les valeurs enregistrées montrent que la majorité des

sols présentent des perméabilités comprises entre 6-10 mm/h, faisant partie de la gamme moyenne.

### II.3.2 Densité apparente, densité réelle et porosité des sols

La porosité qui présente le volume des vides par rapport au volume totale du sol ; des essais faits indiquent que la densité apparente des profils est comprise entre 1,7-1,9 et la densité réelle est comprise entre 2,9-3,9 d'où une porosité de 40-52%.

## II.4 Propriétés hydrodynamiques des sols

Les propriétés hydrodynamiques sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau II.2 Propriétés hydrodynamiques des sols**

<b>Texture</b>	<b>Argilo-limoneux</b>
<b>Capacité au champ (%)</b>	23-31%
<b>Point de flétrissement (%)</b>	12,9-20,2%
<b>Vitesse de perméabilité (mm/h)</b>	6,7-9,9
<b>Densité apparente</b>	1,7-1,9

## II.5 Etude des aptitudes culturales

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

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

### II.5.1 Les aptitudes définies

Étant donné la nature des sols représentée par des sols peu évolués d'apports alluviaux argileux et calcaires, les aptitudes culturales ont été analysées comme suit :

#### II.5.1.1. Cultures céréalière et fourragères

Le sol convient bien pour certaines céréales (blé dur, blé tendre, orge...), de même pour les fourrages (avoine, ray-grass, fétuque...), mais deviennent moyennement pour la luzerne, bersim, sorgho, maïs.

**Tableau II.3 Numérotation des cultures céréalières et fourragères**

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Luzerne	6	Vesce-Avoine
2	Bersim	7	Ray- Grass
3	Sorgho	8	Blé dur
4	Mais	9	Blé tendre
5	Fétuque	10	Orge

### II.5.1.2. Culture maraichères

Les sols conviennent moyennement pour les cultures d'artichaut, le chou et le chou-fleur qui paraissent plus indiqués et, à un degré moindre, l'ail, l'oignon, la tomate, le piment, le poivron et les cucurbitacées. La texture fine et le mauvais drainage dans ces sols participe fortement à la prolifération des maladies fongiques racinaires.

**Tableau II.4 Numérotation des cultures maraichères**

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Artichaut	6	Laitue
2	Tomate	7	Ail
3	Oignon	8	Aubergine
4	Pomme de terre	9	Pastèque
5	Carotte	10	Melon

### II.5.1.3. Cultures industrielles

Ces des sols qui convient moyennement aux cultures industrielles (tomate, tabac,...) pouvant rencontrées les mêmes contraintes édaphiques notés pour les cultures maraichères, les travaux du sol : de labours profonds et d'amendements organiques s'imposent.

**Tableau II.5 Cultures industrielles**

N°	Cultures
1	Betterave à sucre
2	Coton
3	Tournesol
4	Tabac

### II.5.1.4. Cultures arboricoles

L'aptitude culturale arboricole est indiquée en quatrième position pour ces sols, la texture lourde et le taux de calcaire actif élevé associé au mauvais drainage limitent fortement les possibilités d'installation de vergers. L'olivier peut être cultivé avec des aptitudes moyennes.

**Tableau II.6 Aptitudes culturales pour espèces arboricoles**

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Agrumes	6	Pommier sur douçain
2	Pêcher - Abricotier sur Pêcher	7	Poirier sur franc
3	Amandier - pêcher - Abricotier sur amandier	8	Figuier
4	Oliviers	9	Prunier
5	Pommier sur franc	10	Cerisier sur merisier

Pour les autres cultures arboricoles fruitières, seules les variétés de pommier greffées sur porte greffe résistant au calcaire peuvent s'adapter moyennement sur sols dont la profondeur dépasse 1,4 m. Notant bien que la pourriture des racines et le chancre du collier par les genres *Armillaria* et *Phytophthora* seraient considérables causant le dépérissement plus ou moins rapide de l'arbre.

## II.6 Conclusion

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

Les sols présentent généralement une texture argilo-limoneuse avec une perméabilité adéquate à l'irrigation.

### Chapitre III : Etude hydrologique et ressources en eau

#### III.1 Introduction

Avant d'entamer une étude en irrigation, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire aux différents besoins des cultures. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter la ferme pilote et détailler l'étude hydrologie afin de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données.

#### III.2 Ressource en eau superficielle (Barrage Bouroumi )

L'objectif principal de la construction du barrage de Bouroumi est la fourniture d'eau pour l'irrigation d'une partie des terrains de la région Mitidja ouest permettant une intensification de son développement agricole.

##### III.2.1 Caractéristiques hydraulique du Barrage Bouroumi

Situation : wilaya de Blida

Cordonnées : 36°42'01'' nord ,2°43'52'' est

Apports de barrage : oued Harbin, oued Chiffa et oued djer.

Hauteur du Barrage : 15 m ;

Longueur en crête : 68 m ;

Apport annuels : 98 Hm<sup>3</sup>/an;

Capacité totale : 182 Hm<sup>3</sup>;

Volume prévu pour l'irrigation : 107 Hm<sup>3</sup>

##### III.2.2 Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation

L'analyse de la qualité de l'eau d'irrigation est un paramètre important. En effet, le respect des normes de qualité des eaux d'irrigation :

- permet de préserver la santé du consommateur.
- préserver les ressources en eau souterraines, superficielles.
- préserver l'environnement contre certains risques en particulier la salinisation de sol.

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique du barrage Bouroumi les caractéristiques de l'eau d'irrigation sont données dans le tableau ci-après.

**Tableau III.1** les caractéristiques de l'eau d'irrigation

L'eau de barrag e Bouro umi	Teneur (mg/l)									
	C a	M g	N a	K	C l	S o <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	N O <sub>3</sub>	P H	CE (ds/ m) 25° C
	1	6	8	6	1	2	315	4	7	1.6
	0	5	5		5	3			.	
	5				3	5			0	

### III.2.3 Le SAR [Sodium Absorption Ration]

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défoulant. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na<sup>+</sup> et celle en ions Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup>, il est défini comme suit :

$$S.A.R = \frac{Na^{++}}{\sqrt{(Ca^{++}+Mg^{++})/2}} \quad (III-1)$$

D'où :

$$S.A.R = \frac{85}{\sqrt{(105+65)/2}} \quad S.A.R = 9.21$$

**Tableau III.2** Classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
<b>S<sub>1</sub></b>	SAR ≤ 10	Risque faible
<b>S<sub>2</sub></b>	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
<b>S<sub>3</sub></b>	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
<b>S<sub>4</sub></b>	SAR > 26	Risque très élevé

D'après les valeurs du tableau III.2, on voit que les eaux de barrage Bouroumi ne présentent pas de risque alcalin pour le sol.

### III.2.4 La conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25 °C et exprimée en mmhos/cm, elle permet de quantifier le degré de salinité de l'eau. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique, selon la classification américaine de l'eau d'irrigation.

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

Classe	Conductivité électrique (CE) (m.mhos/cm) à 25 °C	Qualité des eaux
C <sub>1</sub>	<b>CE ≤</b>	<b>Eau de risque faible</b>
C <sub>2</sub>	<b>0,25 &lt; CE ≤ 0,75</b>	<b>Eau de risque moyen</b>
C <sub>3</sub>	<b>0,75 &lt; CE ≤ 2,25</b>	<b>Eau de risque élevée</b>
C <sub>4</sub>	<b>CE &gt; 2,25</b>	<b>Eau de risque très élevée</b>

La qualité de l'eau d'irrigation est associée aux classes suivantes:

- C<sub>1</sub> : convient pour toutes les cultures.
- C<sub>2</sub> : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C<sub>3</sub> : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
- C<sub>4</sub> : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

Selon cette classification l'eau de barrage Bouroumi comporte des risques alcalins faibles (S1) et un risque très élevé de salinité(C3).

Pour déterminer la classe des eaux d'irrigation de notre barrage on se base sur le diagramme de Riverside, d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).

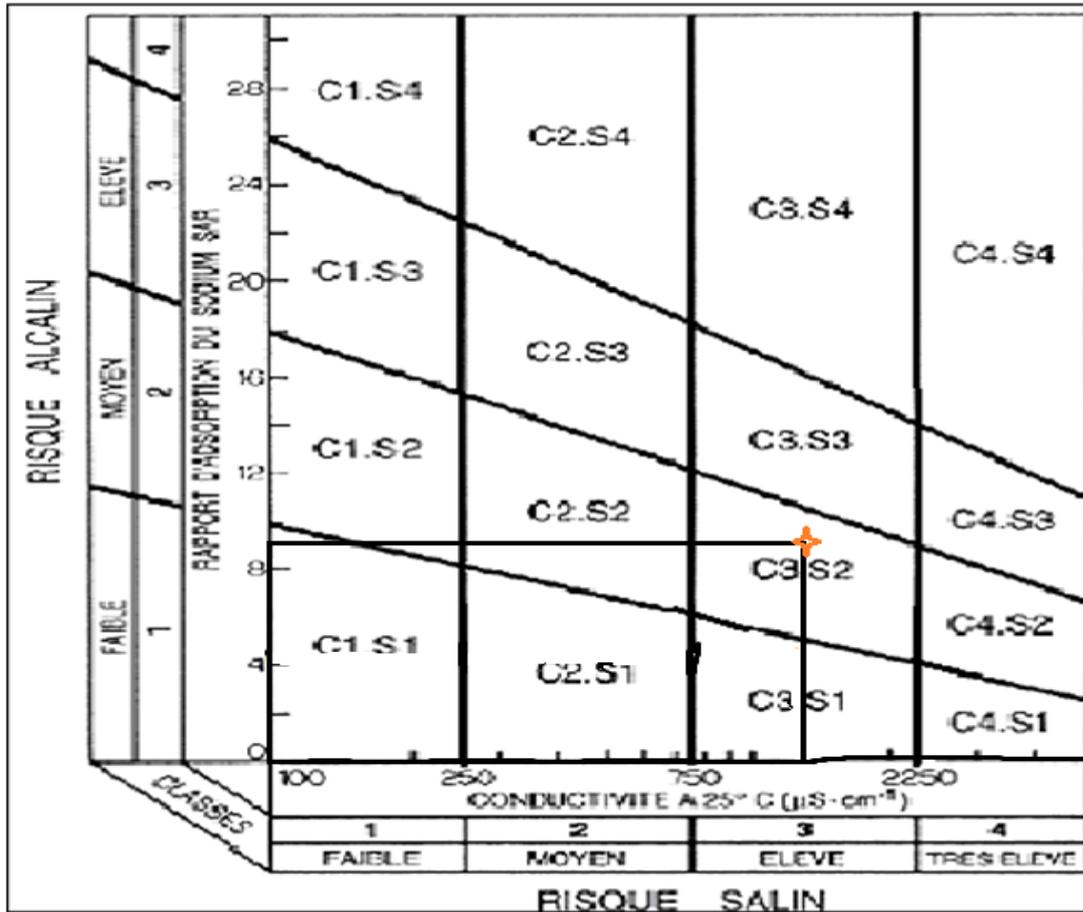


Figure III.1 Diagramme de classification des eaux d’irrigation.

D’après ces valeurs moyennes de la conductivité électrique CE et le rapport d’absorption du sodium SAR, les eaux de barrage Bouroumi appartiennent à la classe (C3.S2) cela implique un risque de salinité. Mais peut être utilisée ces eaux pour l’irrigation avec certaines restrictions pour certaines cultures.

### III.3 Etude hydrologique

#### III.3.1 Introduction

L’étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies annuelles de fréquences données, qui conditionnent l’étude de notre projet d’aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures projetés dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement du réseau d’irrigation. La connaissance de ces pluies est nécessaire au dimensionnement du réseau d’irrigation.

#### III.3.2 Etude des pluies annuelles

Pour l’étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station de MEURAD BGE, cette station est caractérisée par le code : 020306.

Les données d’observation ont été collectées sur une période de trente (35) ans. Les pluies sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III.4 : Pluies moyennes mensuelles observées (1977-2011) «ANRH Alger».

Annee	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Annuelle
1977	3,3	18,8	39,2	6,7	24	9,5	59,6	52,6	30	5,3	0	3,1	252,1
1978	19,2	49,7	41,5	12,8	29,1	43,6	100,7	10,6	17,3	3,4	14,8	3,7	346,4
1979	45,3	25	21	38,1	58,9	12,6	39,4	22,6	6,6	0	0	14	283,5
1980	4,9	9,5	27	77,3	23,4	45,6	23	13,7	8,8	1,9	0	13,2	248,3
1981	5,9	19,3	9	12,7	26,5	19,1	11,6	18,4	41,4	6	0	4,5	174,4
1982	20,8	28,2	36,9	23,3	0,4	14,3	11,3	2,8	1,7	0	3,8	0	143,5
1983	0	17	10,5	34,9	79,8	43	21,2	19,3	25,4	17,4	0	0,8	269,3
1984	7,6	167,5	10,5	34,9	36,1	18,2	34,5	12,9	46,3	0	3,6	2,4	374,5
1985	10,3	12,9	115,2	14,8	21,2	33,6	33,2	5,9	3,7	29,4	13,6	1,1	294,9
1986	30,8	37,1	50,6	42,7	33,5	44,7	9	0	4,2	22,5	18	0	293,1
1987	16,5	5,7	40,5	66,3	21	18,9	25,9	15,2	25,8	28,2	0	0,4	264,4
1988	87,5	26,8	17,6	50,6	9,4	6,4	63,7	17,3	16	14,6	0,7	7,7	318,3
1989	10,7	3,3	22,9	24	18	0	37,3	11	31,6	0	5,8	1	165,6
1990	3,3	5	20,3	17,4	46,8	17,2	67	5	10,6	3,5	0	0,7	196,8
1991	1,4	59,9	8,2	3,7	74,1	0	133,7	0	99,1	0	14,2	0	394,3
1992	4	42,6	22,9	48,6	9,2	28,6	30	17,8	14,5	0	0,8	1,8	220,8
1993	15,3	18,5	16	17,2	65,3	16,5	2,8	24,7	3,7	0	0	0	180
1994	44,9	18,1	21,2	28,9	66,9	34,2	38,2	6,5	0,4	4,5	0	20	283,8
1995	34,5	10,3	28,1	7,9	12,2	39,4	28,7	133	10,1	8,7	2,9	0	315,8
1996	45,3	26,4	8,4	8,6	13,7	23,7	2,8	26,6	8	0	0	16,3	179,8
1997	8,5	79	41,7	22,2	2	20	19,1	36,4	40	2,7	0	5,3	276,9
1998	29,3	13,3	28,4	28,6	40,9	48,8	63	3,5	0,5	5,3	0	3,5	265,1
1999	2	6,7	24	38,9	14,4	4,8	13,3	7,8	22,4	0	1,1	0	135,4
2000	12,5	21,1	36	5,6	46	16,7	0,9	38,5	7,9	0,4	0	0	185,6
2001	27,1	36,8	51,9	25,9	13,4	30,5	42,8	18,6	9,9	0	12,6	3,3	272,8
2002	8,2	22,9	34,6	46,7	37	31,9	5,4	36,5	12,1	1,4	0,3	0	237
2003	14,4	7,5	35,5	21,5	35,2	13,6	19,3	37	66,6	2,4	0,5	4,5	258
2004	41,6	14,4	40,4	23,2	41,5	58,2	37,5	22,2	4,1	0,8	0	1,1	285
2005	1,2	42,8	16,1	49,7	23,4	15,7	11,7	2,2	71,1	0,8	0	0,2	234,9
2006	18,7	0	19	25,5	7	12,1	35,3	29,7	7,6	0	0	1	155,9
2007	32,6	77,5	66	49,8	2,5	18,6	18,1	6,2	12,6	10,7	1,6	0	296,2
2008	11,5	14,9	22,8	20,5	0	0	16,6	19	13,1	0	0	0,7	119,1
2009	22,1	3,5	27,5	24,1	34,8	26,1	43	13	13,5	15,9	0,5	23,8	247,8
2010	1,5	14,9	18,5	32,1	162,1	57,3	23,6	24,6	40,6	0	0	2	377,2

2011	13,5	0	0	25	12,5	46,5	34	34,5	5,5	0	0	15	186,5
Moy	19,3	28,1	30,3	29,7	33,6	25,6	34,0	21,9	21,6	5,5	2,8	4,4	256,9

**Interprétation :**

D'après les données enregistrées dans ce tableau, pendant la période (1977 –2011), On remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, la moyenne annuelle des précipitations est de 256.9 mm.

**III.3.3 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique**

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant :

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que :  $N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_1 > N_2$  :
- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95% (Touaibia, 2004), si la relation ci-dessous est vérifiée.

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

Avec :

$$W_x = |Rang|_x$$

$W_x$  : Somme des rangs de sous-séries.

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

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1).N_1 - W_{\min}] \quad (\text{III-3})$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

**Tableau III.5 : Test d'homogénéité de la série pluviométrique de Meurad.**

Rang	Série d'origine	Série Y(mm)	Série X(mm)	TRI(mm)	Xunion Y
1	252,1	252,1	135,4	119,1	Y
2	346,4	346,4	185,6	135,4	Y
3	283,5	283,5	272,8	143,5	X

4	248,3	248,3	237	155,9	Y
5	174,4	174,4	258	165,6	X
6	143,5	143,5	285	174,4	X
7	269,3	269,3	234,9	179,8	X
8	374,5	374,5	155,9	180	X
9	294,9	294,9	296,2	185,6	Y
10	293,1	293,1	119,1	186,5	Y
11	264,4	264,4	247,8	196,8	X
12	318,3	318,3	377,2	220,8	X
13	165,6	165,6	186,5	234,9	Y
14	196,8	196,8		237	Y
15	394,3	394,3		247,8	Y
16	220,8	220,8		248,3	X
17	180	180		252,1	X
18	283,8	283,8		258	Y
19	315,8	315,8		264,4	X
20	179,8	179,8		265,1	X
21	276,9	276,9		269,3	X
22	265,1	265,1		272,8	Y
23	135,4			276,9	X
24	185,6			283,5	X
25	272,8			283,8	X
26	237			285	Y
27	258			293,1	X
28	285			294,9	X
29	234,9			296,2	Y
30	155,9			315,8	X
31	296,2			318,3	X
32	119,1			346,4	X
33	247,8			374,5	X
34	377,2			377,2	Y
35	186,5			394,3	X

En se basant sur le test de Wilcoxon, on obtient :

$W_x = 433$ ;  $W_{min} = 338,09$ ;  $W_{max} = 453,91$ .

Donc :  $338,09 < W_x < 453,91$

La condition de **M' Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station

**Meurad** est **homogène**.

### III.3.4 Ajustement statistique des pluies

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

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

#### III.3.4.1 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 :

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

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

Le procédé d'ajustement consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale
- Variable réduite de gauss  $u$
- Calcul des caractéristiques empiriques de loi  $\bar{x}$ ,  $\sigma$  ;  $Cv$  ;  $Cs$
- Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien.

Avec :

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

- $\bar{x}$  : Moyenne arithmétique ;
- $x_{p\%}$  : Précipitation de probabilité P% ;
- $\sigma$  : Écart type ;
- $Cv$  : Coefficient de variation ;
- $Cs$  : Coefficient d'asymétrie ;

#### III.3.4.2 Ajustement à la loi log-normale (Galton)

On dit qu'une Variable aléatoire  $X$  a une distribution log normal lorsque :  $Y = \ln X$  est normal. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

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

$$\text{Avec la valeur réduite } u \text{ est donnée par : } u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}} \quad (\text{III-7})$$

L'équation de la variable réduite présente sous forme de :  $\ln x = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$  est l'équation d'une droite sur un

papier Gausso-logarithmique en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

Procédé de l'ajustement :

- Classement des valeurs par ordre croissant.
- Calcul de la fréquence expérimentale.
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale :  $\bar{x}$  et  $\sigma$  ;
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série transformée en logarithmique  $\overline{\ln x}$  et  $\sigma_{\ln x}$  ;
- Report des valeurs sur papier Gausso-logarithmique ;
- Détermination de la droite de Galton  $\ln xp\% = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$ . (III-8)

Avec  $xp\%$  : précipitation probable à P%.

$\overline{\ln x}$  : Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\sigma_{\ln x}$  : La variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta \ln x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30. \tag{III-9}$$

$$\delta \ln x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30. \tag{III-10}$$

### III.3.4.3 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 carré ( $\chi^2$ ).

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

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

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i+1})]. \tag{III-11}$$

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

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i} \tag{III-12}$$

$\gamma$  :  $\gamma = k-1-m$

Avec :

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

On calcule  $\chi^2$ , on calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :  $\gamma = k-1-m$ . On détermine  $\chi^2$  théorique sur la table de Pearson

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

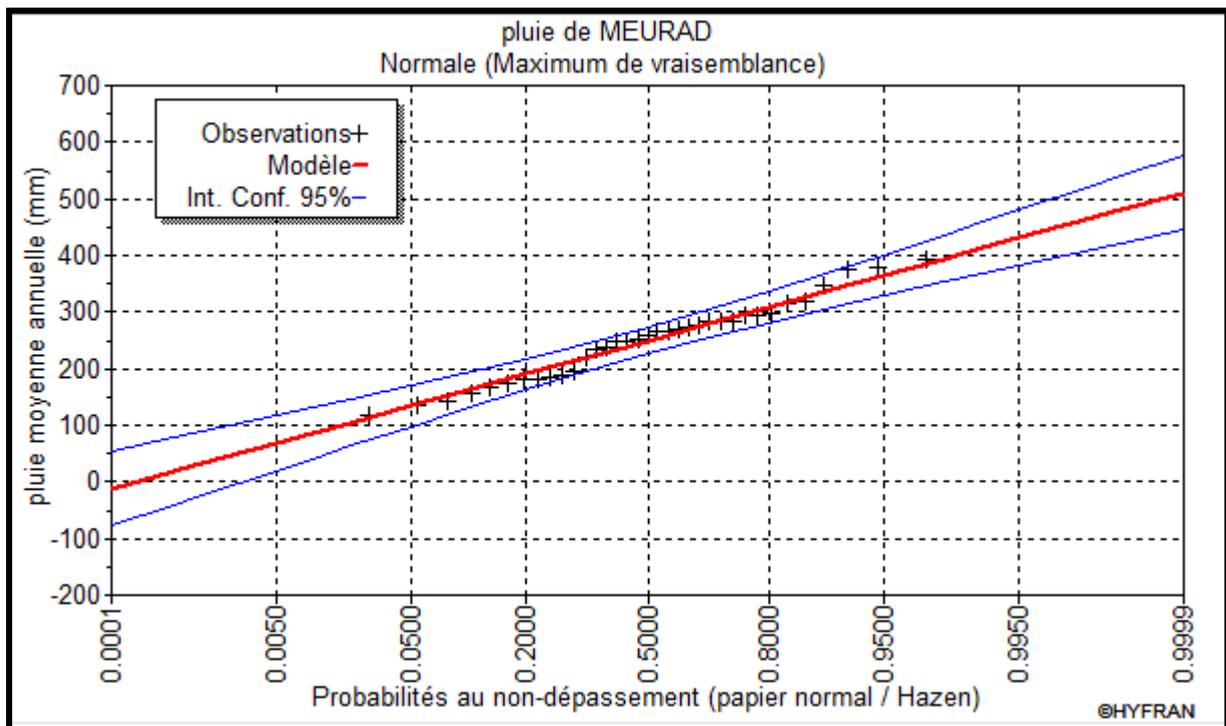
La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :  $\chi^2$  calculé <  $\chi^2$  théorique

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

**Tableau III.6 Test de validité des deux ajustements.**

Loi normale	Loi log normale
$\chi^2$ calculé = 7,74	$\chi^2$ calculé = 8,2
Degré de liberté $\gamma = 5$ .	Degré de liberté $\gamma = 5$ .

D'après le tableau **Tableau III.3**, on voit nettement que les pluies annuelles de notre station s'ajustent mieux à la loi Normale.



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

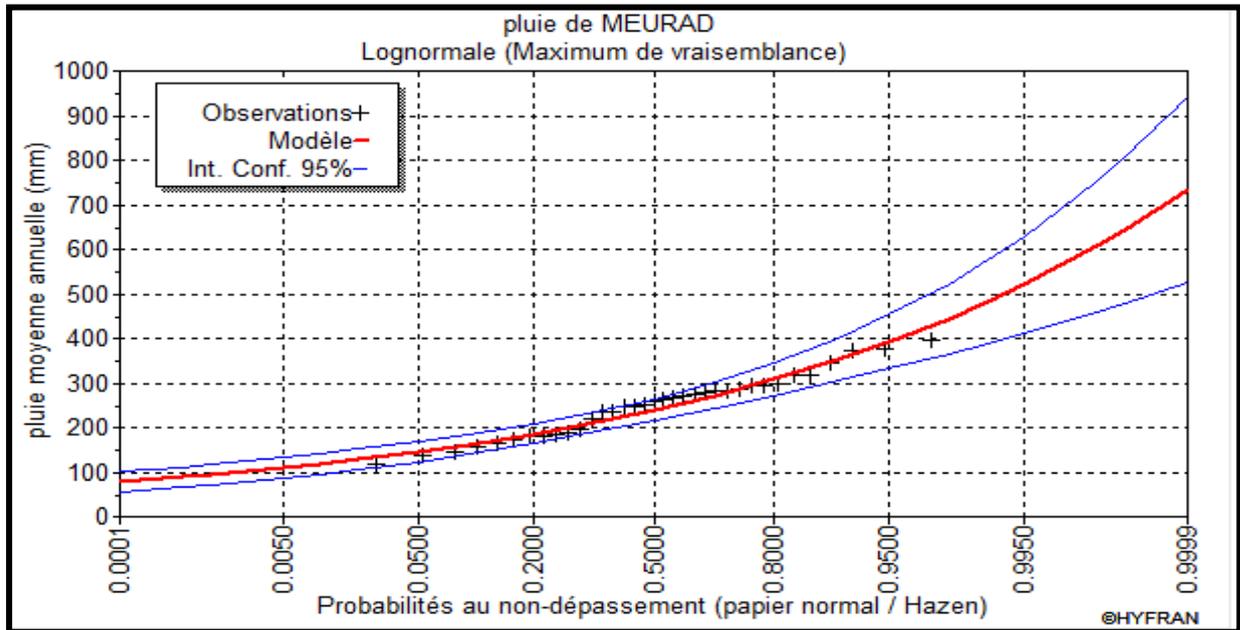


Figure III.3 Ajustement des pluies annuelles à la loi de log-Normale

### III.3.5 Détermination de l'année de calcul

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

$$P_{80\%}^{sec} = P_{moy.i} \times \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} \quad (III-13)$$

Avec :

$P_{80\%}^{sec}$  : Précipitation mensuelle de l'année de calcul ;

$P_{moy.i}$  : La précipitation moyenne mensuelle ;

$P_{80\%}$  : La précipitation théorique annuelle de fréquence 80%;

$P_{50\%}$  : La précipitation théorique annuelle de fréquence 50%

Tableau III.7 Résultat d'ajustement de la loi normal

T	q	Xt	écart	intervalle de confiance
10.0	0.9	339.56	16.13	308 – 371
5.0	0.8	308.63	13.87	281 – 336
2.0	0.5	249.51	11.88	226 – 273
1.25	0.2	190.4	13.87	163-218

On déduire les valeurs de  $P_{80\%}$  et  $P_{50\%}$  selon la loi normale :

$$P_{80\%}=190,4 \text{ mm}; \quad P_{50\%}=249,51 \text{ mm}$$

$$\text{On déduir : } P_{moy80\%}=0.763 * P_{moy-mensuelle}$$

Les résultats se trouvent dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.8 : Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq= 80%)

mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>P<sub>moy</sub>(mm)</b>	19,3	28,1	30,3	29,7	33,6	25,6	34,0	21,9	21,6	5,5	2,8	4,4
<b>P<sub>moy80%</sub> (mm/mois)</b>	14,73	21,44	23,12	22,66	25,64	19,53	25,94	16,71	16,48	4,20	2,14	3,36

### III.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous sommes intéressés à la problématique des ressources en eau, puisque c'est le premier élément indispensable dans tout projet d'irrigation.

Les analyses chimiques des eaux de barrage de Bouroumi, effectuées au niveau de la station du traitement, ont montré que la qualité de ses eaux est moyenne avec un taux de salinité relativement moyen, mais sans risques majeures pour les cultures.

Quant à l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi normale. Ce qui nous a conduits à prendre en considération cette loi pour l'estimation des pluies servant au dimensionnement du réseau d'irrigation de la zone d'étude.



## Chapitre IV : Calcul des besoins en eaux des cultures

### IV.1 Introduction

Dans les zones, où les pluies sont insuffisantes. Il est nécessaire d'évaluer les besoins en eau des cultures, afin de déterminer les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la saison de croissance pour assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu. Ces besoins doivent être minutieusement calculés pour éviter tous surdimensionnement ou sous-dimensionnement des réseaux d'irrigation.

### IV.2 Besoins en eau des cultures

Les besoins en eau des cultures sont définis comme étant la quantité d'eau totale utilisée par cette culture (par une plante au cours de son cycle végétatif). Cette quantité comprend aussi les apports naturels (pluie, réserve du sol).

#### IV.2.1 Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées

Dans un premier temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite :  
La connaissance de divers paramètres concernant aussi bien la plante elle-même que les données climatiques et pédologiques de la région. Les données climatiques donneront les indications concernant les besoins en eau des cultures. Les paramètres pédologiques permettront d'estimer la réserve en eau utile du sol ; et les données culturales préciseront la réserve facilement utilisable par la plante.

#### IV.2.2 L'évapotranspiration (ET)

On désigne par évapotranspiration la somme de deux volumes d'eau qui sont :

- Utilisés par les plantes (eau en construction, eau de végétation). Le phénomène biologique par lequel les plantes absorbent une quantité d'eau du sol qui est restituée partiellement sous forme de vapeur par la surface des feuilles, s'appelle transpiration.
- Evaporés par la surface du sol, par transformation de l'état de l'eau en vapeur (phénomène d'évaporation).

#### IV.2.3 L'évapotranspiration potentielle (ETP)

Qui correspond à double hypothèse du maintien du taux d'humidité du sol à une valeur très voisine de sa capacité de rétention et d'un développement végétatif optimum.

ETP est l'évaporation maximale que nous pouvons avoir avec des conditions optimales en admettant que le sol reste constamment humide.

#### IV.2.4 Calcul de l'évapotranspiration potentielle (E T P)

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle se fait soit à partir de stations (méthodes directes), soit à partir des données climatiques disponibles, à partir des méthodes empiriques.

**a. Formule de Turc 1960, basée sur la température et le rayonnement**

Pour le calcul de ETP mensuelles nous pouvons utiliser la formule de Turc donnée par :

$$ETP = 0.013 j \times (I_g + 50) \times \frac{t}{t+15} \times k \quad (IV-1)$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

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

**b. Formule de Blaney- Criddle 1959**

Elle utilise des paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturaux susceptibles d'ajustement aux données locales éventuelles. Le facteur f (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$f = (0,46 \times T + 8,13) \times P \quad (IV-2)$$

Où :

T : (° C) est la température moyenne.

P : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

**c. Formule de Thornthwaite 1948**

C'est une formule qui utilise un seul paramètre qui est la température :

$$ETP = 16 \left( \frac{10 \times t}{I} \right)^a \times k \quad (IV-3)$$

Où :

t : est la température moyenne mensuelle (° C),

a : est fonction de l'indice thermique mensuel et K : coefficient d'ajustement mensuel.

**d. Formule de Penman 1948**

La méthode utilisée pour calculer les valeurs de l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> est celle qui est exposée dans les bulletins FAO série « d'irrigation et drainage n° 24 des besoins en eau des cultures ».

$$ET = C [W \times R_n + (1 - W) \times f(u) \times (e_a - e_d)] \quad (IV-4)$$

Avec :

ET<sub>0</sub> : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

W : facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.

R<sub>n</sub> : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/j.

f(u) : fonction liée au vent.

e<sub>a</sub> : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

e<sub>d</sub> : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

(e<sub>a</sub>-e<sub>d</sub>) : constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

### IV.2.5 Calcul de l'évapotranspiration de référence

La détermination de l'évapotranspiration de référence été faite en se basant sur la formule

de : Penman-Monteith modifiée, avec le logiciel CROPWAT. Pour le calcul, nous avons introduit les données mensuelles, suivantes, enregistrées à la station d'Achouat :

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles.
- 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.

Le tableau suivant représente l'évapotranspiration de référence  $ET_0$ , calculée à l'aide du logiciel CROPWAT.

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ET0
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m²/day	mm/day
January	7.5	16.3	82	259	6.5	10.2	1.46
February	7.2	17.0	80	268	7.0	13.0	1.91
March	9.9	19.1	77	251	7.5	16.5	2.68
April	10.8	19.6	76	268	7.5	19.2	3.22
May	15.1	23.9	75	242	8.0	21.4	4.03
June	18.1	29.1	65	259	11.0	26.3	5.81
July	20.1	34.9	49	276	10.0	24.5	7.32
August	21.2	35.4	51	268	9.5	22.4	6.97
September	19.2	30.8	66	216	8.0	18.0	4.64
October	16.5	25.3	74	199	7.0	13.8	2.96
November	12.6	21.8	75	216	7.0	11.1	2.15
December	8.3	19.5	80	320	6.0	9.0	1.79
<b>Average</b>	<b>13.9</b>	<b>24.4</b>	<b>71</b>	<b>254</b>	<b>7.9</b>	<b>17.1</b>	<b>3.75</b>

Figure IV.1 Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (  $ET_0$  )

### IV.3 L'évapotranspiration maximale (ETM)

Elle exprime les besoins en eau des cultures suivant leur stade végétatif, elle est donnée par la formule suivante :

$$ETM = Kc \times ET_0 \quad (IV-5)$$

Avec :

$Kc$  : coefficient cultural

$ET_0$  : évapotranspiration de référence

## IV.4 Calcul de la pluie efficace

Elle est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur. C'est la pluie effectivement retenue dans la zone racinaire.

Pour l'estimation de la pluie efficace, nous avons pris en considération la méthode basée sur une fraction de la pluie totale (pourcentage), elle est détaillée comme suit :

$$P_{\text{eff}} = 0,8 \times P_{\text{sec}80\%} \quad (\text{IV-6})$$

Avec :

$P_{\text{eff}}$  : pluie annuelle efficace en (mm/mois).

$P_{\text{sec}80\%}$  : Pluie sec de probabilité de dépassement de 80%, en (mm)

Les calculs sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau IV.1 Pluies efficaces calculées

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$P_{\text{moy}80\%}$	1	2	2	2	2	1	2	1	1	4	2	3
$P_{\text{eff}}(\text{mm})$	1	1	1	1	2	1	2	1	1	3	1	2

## IV.5 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.

### IV.5.1 Occupation des sols

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

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

Tableau IV.2 Occupation du sol.

Occupation du sol	Surface (ha)	Pourcentage (%)
<b>Céréales</b>	84,85	35,4
<b>Maraichage</b>	30,5	12,7
<b>Arboriculture</b>	113,65	47,4
<b>parcours et indus</b>	11	4,6
<b>Total</b>	240	100

Cultures proposées :

Tableau IV.3 Les cultures proposées pour notre ferme pilote

CULTURES	
Céréaliculture	Blé dur
	Blé tendre
	Orge grain
Maraîchage	Pomme de terre saison
	Tomate
	Oignon
	Haricot
	Carotte
	pastèque
Cultures arboricoles	Raisin
	orangers
	Olivier

On propose d'élaborer un modèle d'occupation selon le scénario n°2 qui est une occupation équilibrée entre les céréales et les cultures arboriculture et cela vu les modèles d'exploitation et les vocations agricoles de la région.

#### IV.6 Assolements des cultures

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... .

##### IV.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 (par exemple alternance de graminées et de plantes oléifères, type blé) permet de rompre avec le cycle de certaines adventices ;
- 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.

- L'emploi de légumineuses permet l'ajout d'azote symbiotique dans le sol. D'une façon générale, la composition des différents résidus de cultures participe à la qualité de la matière organique du sol.
- La rotation culturale a donc un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes.

Tableau IV.4 Les assolements proposés

Assolement 1	Assolement 2
Blé	Orge grain
Haricot	Blé
Pomme de terre	oignon
Carotte	Pastèque
Pastèque	Carotte
Tomate	Pomme de terre
oignon	Tomate
Arboriculture	Arboriculture

## IV.7 Calcul des besoins nets en eau d'irrigation

Lorsqu'on établit les besoins périodiques en eau d'irrigation pour une culture ou un plan de culture donnés, il faut tenir compte de façon préférentielle de trois variables (ETP,  $P_{eff}$  et RFU). La relation qui existe entre les besoins nets  $B_{net}$  et ces variables peut être exprimée comme suit:

$$B_{net} = ETP - P_{eff} - RFU \quad (IV-7)$$

RFU : c'est la réserve facilement utilisable par les cultures.

Elle dans cette approche elle exprime l'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures. Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z \quad (IV-8)$$

Y : degré de tarissement généralement égal à 2/3.

Da : densité apparente(1,35).

Z : profondeur d'enracinement mm.

H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ, dans notre cas, on prend : 27%

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement, dans notre cas, on prend : 17%

P<sub>eff</sub> : pluie efficace.

Toutes les variables sont déjà définies, les valeurs négatives de  $B_{net}$  pour une période traduisent des excédents, tandis que des valeurs positives indiquent des déficits.

On suppose que les périodes soient indépendantes, donc l'excès d'eau d'une période n'influe pas sur la prochaine période.

Les résultats de calcul des besoins nets en eau d'irrigation des cultures sont détaillés dans les tableaux suivants.

## IV.7.1 Calcul des besoins en eau des céréales

Tableau IV.5 Calcul des besoins en eau du Blé.

Blé								
Mois	D <sub>max</sub>	D <sub>eff</sub>	ETD	Z	DEII	DEII	KC	ETM
Sen	19.3	8.84	139.2	0	0	0	0	0.00
Oct	28.1	12.86	88.8	0	0	0	0	0.00
Nov	30.3	13.87	64.5	0.3	42	21	0.3	19.35
Déc	29.7	13.6	59.1	0.4	56	56	0.6	35.46
Jan	33.6	15.38	43.8	0.5	70	70	0.7	30.66
Fév	25.6	11.72	57.3	0.6	84	84	0.8	45.84
Mar	34	15.57	80.4	0.7	98	98	0.9	72.36
Avr	21.9	10.03	96.6	0.8	112	56	0.95	91.77
Mai	21.6	9.89	120.9	0.8	112	56	0.8	96.72
Jui	5.5	2.52	174.3	0.5	70	0	0.6	104.58
Juil	2.8	1.28	219.6	0	0	0	0	0.00
Août	4.4	2.01	209.1	0	0	0	0	0.00

Tableau IV.6 Les besoins en eau de l'orge grain

orge grain									
M	D <sub>m</sub>	D <sub>ef</sub>	ETD	Z	DE	DE	K	ET	D
se	19	8.8	139.2	0	0	0	0	0.0	0.0
oc	28	12	88.8	0	0	0	0	0.0	0.0
no	30	13	64.5	0	43	21	0	32	18
Dé	29	13	59.1	0	73	73	0	41	5.9
ja	33	15	43.8	0	73	73	0	37	0.0
fé	25	11	57.3	0	88	88	0	54	0.0
m	34	15	80.4	0	88	88	0	68	0.0
av	21	10	96.6	0	89	44	0	72	0.0
M	21	9.8	120.9	0	0	0	0	90	36
ju	5.5	2.5	174.3	0	0	0	0	0.0	0.0
ju	2.8	1.2	219.6	0	0	0	0	0.0	0.0
Ao	4.4	2.0	209.1	0	0	0	0	0.0	0.0

## IV.7.2 Calcul des besoins en eau des maraichages

Tableau IV.7 Calcul des besoins en eau de tomate.

Tomate								
Mois	D <sub>mois</sub>	D <sub>eff</sub>	ETD	Z	DEII	DEII	KC	ETM
Sen	19.3	8.84	139.2	0	0	0	0	0.00
Oct	28.1	12.86	88.8	0	0	0	0	0.00
Nov	30.3	13.87	64.5	0	0	0	0	0.00
Déc	29.7	13.6	59.1	0	0	0	0	0.00
Jan	33.6	15.38	43.8	0	0	0	0	0.00
Fév	25.6	11.72	57.3	0	0	0	0	0.00
Mar	34	15.57	80.4	0.6	84	84	0.5	40.20
Avr	21.9	10.03	96.6	0.8	112	56	0.8	77.28
Mai	21.6	9.89	120.9	0.9	126	63	0.98	118.48
Jui	5.5	2.52	174.3	0.98	137.2	0	0.8	139.44
Juil	2.8	1.28	219.6	0	0	0	0	0.00
Août	4.4	2.01	209.1	0	0	0	0	0.00

Tableau IV.8 Calcul des besoins en eau de pomme de terre.

Pomme de terre									
Mois	D <sub>mois</sub>	D <sub>eff</sub>	ETD	Z	DEII	DEII	KC	ETM	I
Sen	19.3	8.84	139.2	0	0	0	0	0	0
Oct	28.1	12.86	88.8	0.4	56	28	0.5	44.4	3
Nov	30.3	13.87	64.5	0.5	70	35	0.6	38.7	0
Déc	29.7	13.6	59.1	0.6	84	84	0.8	47.3	0
Jan	33.6	15.38	43.8	0.6	84	84	0.7	30.7	0
Fév	25.6	11.72	57.3	0	0	0	0	0	0
Mar	34	15.57	80.4	0	0	0	0	0	0
Avr	21.9	10.03	96.6	0	0	0	0	0	0
Mai	21.6	9.89	120.9	0	0	0	0	0	0
Jui	5.5	2.52	174.3	0	0	0	0	0	0
Juil	2.8	1.28	219.6	0	0	0	0	0	0
Août	4.4	2.01	209.1	0	0	0	0	0	0

Tableau IV.9 Calcul des besoins en eau de carotte

Carotte									
M	D	D <sub>eff</sub>	ETD	Z	D	DE	K	E	R(m)
Se	19	8.8	139.2	0	42	0	0	55	46.8
O	28	12	88.8	0	70	35	0	62	49.3
N	30	13	64.5	0	84	42	0	54	5.96
D	29	13	59.1	0	91	91	0	47	0
Ja	33	15	43.8	0	98	98	0	0	0
F	25	11	57.3	0	0	0	0	0	0
M	34	15	80.4	0	0	0	0	0	0
A	21	10	96.6	0	0	0	0	0	0
M	21	9.8	120.9	0	0	0	0	0	0
I	5	2.5	174.3	0	0	0	0	0	0
I	2	1.2	219.6	0	0	0	0	0	0
A	4	2.0	209.1	0	0	0	0	0	0

Tableau IV.10 Calcul des besoins en eau des oignons

<b>Oignon</b>									
Mois	D <sub>mov</sub>	D <sub>eff</sub>	ETD	Z	DEU	DEU	KC	ETM	
Sen	19.3	8.84	139.2	0	0	0	0	0.00	
Oct	28.1	12.86	88.8	0.4	56	28	0.5	44.40	
Nov	30.3	13.87	64.5	0.4	56	28	0.75	48.38	
Déc	29.7	13.6	59.1	0.4	56	56	0.95	56.15	
Jan	33.6	15.38	43.8	0.4	56	56	0.95	41.61	
Fév	25.6	11.72	57.3	0.4	56	56	0.75	42.98	
Mar	34	15.57	80.4	0	0	0	0	0.00	
Avr	21.9	10.03	96.6	0	0	0	0	0.00	
Mai	21.6	9.89	120.9	0	0	0	0	0.00	
Jui	5.5	2.52	174.3	0	0	0	0	0.00	
Juil	2.8	1.28	219.6	0	0	0	0	0.00	
Août	4.4	2.01	209.1	0	0	0	0	0.00	

Tableau IV.11 Calcul des besoins en eau d'haricot.

<b>haricot</b>									
M	D <sub>m</sub>	D <sub>e</sub>	ETD	Z	D	DE	K	ET	D/
Se	19	8	139.2	0.7	98	0	0	132	123
O	28	12	88.8	0.7	98	49	0	71.0	62.2
N	30	13	64.5	0	0	0	0	0.00	0.00
D	29	13	59.1	0	0	0	0	0.00	0.00
Ja	33	15	43.8	0	0	0	0	0.00	0.00
F	25	11	57.3	0	0	0	0	0.00	0.00
M	34	15	80.4	0	0	0	0	0.00	0.00
A	21	10	96.6	0	0	0	0	0.00	0.00
M	21	9	120.9	0.4	56	28	0	0.00	0.00
I	5.5	2	174.3	0.5	70	0	0	95.8	57.9
I	2.8	1	219.6	0.6	84	0	0	142	140
A	4.4	2	209.1	0.7	98	0	1	209	207

Tableau IV.12 Calcul des besoins en eau de la pastèque

<b>pastèque</b>									
Mois	D <sub>mov</sub>	D <sub>eff</sub>	ETD	Z	DEU	DEU	KC	ETM	
Sen	19.3	8.84	139.2	0	0	0	0	0.00	
Oct	28.1	12.86	88.8	0	0	0	0	0.00	
Nov	30.3	13.87	64.5	0	0	0	0	0.00	
Déc	29.7	13.6	59.1	0	0	0	0	0.00	
Jan	33.6	15.38	43.8	0	0	0	0	0.00	
Fév	25.6	11.72	57.3	0	0	0	0	0.00	
Mar	34	15.57	80.4	0	0	0	0	0.00	
Avr	21.9	10.03	96.6	0.2	28	14	0.3	28.98	
Mai	21.6	9.89	120.9	0.4	56	28	0.7	84.63	
Jui	5.5	2.52	174.3	0.5	70	0	0.95	165.59	
Juil	2.8	1.28	219.6	0.6	84	0	0.75	164.70	
Août	4.4	2.01	209.1	0	0	0	0	0.00	

## IV.7.3 Calcul des besoins en eau arboriculture

Tableau IV.13 Calcul des besoins en eau d'orange

<b>orangers</b>								
Mois	D <sub>mov</sub>	D <sub>eff</sub>	ETD	Z	DEII	DEII	KC	ETM
Sen	19.3	8.84	139.2	1.2	168	0	0.75	104.40
Oct	28.1	12.86	88.8	1.2	168	84	0.75	66.60
Nov	30.3	13.87	64.5	1.2	168	84	0.75	48.38
Déc	29.7	13.6	59.1	1.2	168	168	0.75	44.33
Jan	33.6	15.38	43.8	1.2	168	168	0.75	32.85
Fév	25.6	11.72	57.3	1.2	168	168	0.75	42.98
Mar	34	15.57	80.4	1.2	168	168	0.65	52.26
Avr	21.9	10.03	96.6	1.2	168	84	0.65	62.79
Mai	21.6	9.89	120.9	1.2	168	84	0.65	78.59
Juin	5.5	2.52	174.3	1.2	168	0	0.65	113.30
Juil	2.8	1.28	219.6	1.2	168	0	0.65	142.74
Août	4.4	2.01	209.1	1.2	168	0	0.75	156.83

Tableau IV.14 Calcul des besoins en eau d'olivier

<b>olivier</b>								
Mois	D <sub>mov</sub>	D <sub>eff</sub>	ETD	Z	DEII	DEII	KC	ETM
Sen	19.3	8.84	139.2	1.2	168	0	0.85	118.32
Oct	28.1	12.86	88.8	1.2	168	84	0.85	75.48
Nov	30.3	13.87	64.5	1.2	168	84	0.75	48.38
Déc	29.7	13.6	59.1	1.2	168	168	0.65	38.42
Jan	33.6	15.38	43.8	1.2	168	168	0.65	28.47
Fév	25.6	11.72	57.3	1.2	168	168	0.65	37.25
Mar	34	15.57	80.4	1.2	168	168	0.65	52.26
Avr	21.9	10.03	96.6	1.2	168	84	0.65	62.79
Mai	21.6	9.89	120.9	1.2	168	84	0.65	78.59
Juin	5.5	2.52	174.3	1.2	168	0	0.8	139.44
Juil	2.8	1.28	219.6	1.2	168	0	0.85	186.66
Août	4.4	2.01	209.1	1.2	168	0	0.85	177.74

Tableau IV.15 Calcul des besoins en eau des raisins

raisin									
M	D <sub>em</sub>	D <sub>ef</sub>	ET	Z	D	D	V	ET	D(mm)
S	19	8,8	13	1	16	0	0	76	67,72
O	28	12	88	1	16	84	0	39	27,10
N	30	13	64	1	16	84	0	0,0	0
D	29	13	59	1	16	16	0	0,0	0
I	33	15	43	1	16	16	0	0,0	0
F	25	11	57	1	16	16	0	0,0	0
M	34	15	80	1	16	16	0	19	0
A	21	10	96	1	16	84	0	43	0
M	21	9,8	12	1	16	84	0	72	0
I	5,5	2,5	17	1	16	0	0	130	44,21
I	2,8	1,2	21	1	16	0	0	153	152,44
A	4,4	2,0	20	1	16	0	0	4,5	2,52

Tableau IV.16 Récapitulatif des besoins en eau (B<sub>net</sub> en mm) assolement 1

Assolement 1										
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	
blé	0	0	5,48	0,86	0	0	0	0	30,83	
tomate	0	0	0	0	0	0	24,63	0	52,59	
P-terre	0	31,5	0	0	0	0	0	0	0	
carotte	46,84	49,3	5,96	0	0	0	0	0	0	
oignon	0	31,54	6,51	14,55	0	0	0	0	0	
haricote	123,4	62,2	0	0	0	0	0	0	0	
pastèque	0	0	0	0	0	0	0	18,95	60,74	
oranger	95,56	53,74	0	0	0	0	0	0	0	
olivier	109,5	62,62	0	0	0	0	0	0	0	
raisin	67,72	27,1	0	0	0	0	0	0	0	
total	443	318	17,95	15,41	0	0	24,63	18,95	144,16	

Tableau IV.17 Récapitulatif des besoins en eau (B<sub>net</sub> en mm) assolement 2

Assolement 2										
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	
blé	0	0	5,48	0,86	0	0	0	0	30,83	
orge	0	0	18,38	5,97	0	0	0	0	36,19	

<b>tomate</b>	0	0	0	0	0	0	24,63	0	52,59
<b>p-terre</b>	0	31,54	0	0	0	0	0	0	0
<b>carotte</b>	46,84	49,3	5,96	0	0	0	0	0	0
<b>oignon</b>	0	31,54	6,51	14,55	0	0	0	0	0
<b>pastèque</b>	0	0	0	0	0	0	0	18,95	60,74
<b>orange</b>	95,56	53,74	0	0	0	0	0	0	0
<b>olivier</b>	109,48	62,62	0	0	0	0	0	0	0
<b>raisin</b>	67,72	27,1	0	0	0	0	0	0	0
<b>total</b>	319,6	255,84	36,33	21,38	0	0	24,63	18,95	180,35

## IV.8 Calcul des besoins bruts en eau d'irrigation

Les besoins bruts du périmètre sont estimés à partir des besoins nets de chaque culture.

Cette estimation dépend des paramètres suivants :

- L'efficacité du système d'irrigation ;
- La répartition des différentes cultures adaptées ;
- La superficie irriguée

On calcule les besoins bruts d'après la formule suivante :

$$B_{bru} = \frac{B_{net}}{E_i} \quad (IV-9)$$

$B_{bru}$  : Besoin brut des cultures (mm) ;

$B_{net}$  : Besoin des cultures (mm) ;

$E_i$  : L'efficacité globale du système d'irrigation, on prend  $E_i = 0.75$  .

Les résultats de calcul des besoins en eau de chaque culture figurent dans les tableaux récapitulatifs pour les deux assolements.

Assolement 1												
mois	sep	oct	nov	dec	ja	fe	mar	avr	mai	jui	juil	aout
<b>blé</b>	0	0	73,0	11,47	0	0	0	0	411,07	614,13	0	0
<b>tomate</b>	0	0	0	0	0	0	328,	0	701,23	985,6	0	0
<b>p-terre</b>	0	420,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>carotte</b>	624,53	657,33	79,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>oignon</b>	0	420,53	86,7	193,9	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>haricote</b>	1645,3	829,33	0	0	0	0	0	0	0	773	1869,6	2770,9
<b>pastèqu</b>	0	0	0	0	0	0	0	252,6	809,87	1800,8	2178,93	0
<b>orange</b>	1274,1	716,53	0	0	0	0	0	0	0	357	1886,13	2064,2
<b>olivier</b>	1459,7	834,93	0	0	0	0	0	0	0	705,6	2471,73	2343
<b>raisin</b>	902,93	361,33	0	0	0	0	0	0	0	589,4	2032,53	33,61
<b>total</b>	5906,6	4240,5	239,	205,4	0	0	328,	252,6	1922,1	5825,6	10438,9	7211,7

Tableau IV.18 Les besoins brut pour l'assolement 1(m<sup>3</sup>)Tableau IV.19 Les besoins brut pour l'assolement 2(m<sup>3</sup>)

Assolement 2											
mois	blé	orange	tomate	pois	carotte	oignon	nectàre	orange	olive	Daïcin	Total
sep	0.00	0.00	0.00	0.00	621.5	0.00	0.00	1271.1	1450.7	002.03	4261.3
oct	0.00	0.00	0.00	420.5	657.3	420.5	0.00	716.53	834.03	361.33	3411.2
nov	73.07	245.0	0.00	0.00	79.40	86.73	0.00	0.00	0.00	0.00	484.27
dec	11.47	79.60	0.00	0.00	0.00	193.9	0.00	0.00	0.00	0.00	285.00
jan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
fev	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mar	0.00	0.00	328.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	328.40
avr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	252.67	0.00	0.00	0.00	252.67
mai	411.0	482.4	701.2	0.00	0.00	0.00	809.87	0.00	0.00	0.00	2404.6
juin	614.1	0.00	985.6	0.00	0.00	0.00	1800.8	357.00	705.60	580.40	5052.6
juil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2178.9	1886.1	2471.7	2032.5	8569.3
aoû	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2064.2	2343.0	33.61	4440.8

**IV.9 Calcul du débit caractéristique**

Dans notre cas, le débit maximum journalier est le débit caractéristique. Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \times S \tag{IV-10}$$

D'où :

$q_s$  : Débit spécifique du mois de pointe en (l/s/ha).

S : la superficie totales à irriguer = 229ha.

Le mois de pointe est le mois de aout et les besoins de pointe sont de : 207,82mm.

**IV.9.1 Calcul de débit spécifique  $q_s$  :**

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calculé par la formule suivante :

$$q_s = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot N_h \cdot n_j \cdot 3600} \tag{IV-11}$$

Avec :

-  $B_{net}$  : Besoins de pointe (mm/mois).

-  $q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha).

- K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation (k=0,75).

-  $N_h$  : nombre des heures d'irrigation = 22 h.

-  $n_j$  : nombre de jours par mois = 26 jours.

Le premier assolement est le plus exigeant par apporte aux deuxième

$$q_s = 4,03 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$$

Le débit spécifique  $q_s$  est très important (le réseau soit surdimensionné) :

On choisira dans ce cas le débit spécifique de la culture la plus exigeante. La culture la plus exigeante c'est la haricote au mois d'aout ( $B_{net} = 207,82\text{mm}$ ).

Le débit spécifique :  $q_s = 1,1 \text{ l/s/ha}$ . Il est inférieur à 1,5l/s/ha

Donc :

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

→  $Q_{car} = 244,81 \text{ l/s}$  .

Tableau IV.20 Les besoins totaux pour l'année la plus exigeante

Assolement 1						
Culture	superficies (ha)	Besoins nets (mm)	Efficience	Besoins bruts (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins totaux (m <sup>3</sup> )	
Blé	84,85	83,23	0,75	1109,73	94160	

<b>p-terre</b>	14,76	31,54	0,75	420,53	6207,
<b>haricot</b>	4,53	591,62	0,75	7888,20	35733
<b>carrote</b>	11,21	102,10	0,75	1361,27	15259
<b>tomate</b>	14,76	151,14	0,75	2015,23	29744
<b>oignon</b>	4,75	52,59	0,75	701,20	3330,
<b>pastèq</b>	11,21	378,18	0,75	5042,33	56524
<b>olivier</b>	33,65	586,13	0,75	7815,00	26297
<b>orange</b>	42,70	472,35	0,75	6298,00	26892
<b>raisin</b>	37,30	293,99	0,75	3919,81	14620
<b>total</b>					91906

On remarque que le volume total des besoins en eau de notre ferme est de 0,92 hm<sup>3</sup>. Ce volume peut être déduit du barrage Bouroumi puisque le volume régularisé est de 107 hm<sup>3</sup>.

#### IV.10 Conclusion

Au cours de ce chapitre, et en basant sur la méthode de Penman-Monteith modifiée pour estimer l'évaporation potentielle (ETP) et la méthode proposée par la FAO pour le calcul de la pluie efficace, nous avons pu estimer les besoins nets en eau d'irrigation pour les cultures de notre ferme pilote.

On remarque que le mois de pointe est le mois d'aout, les besoins nets totaux annuel sont de 919069,43m<sup>3</sup>.

Donc à partir de ces résultats nous pouvons conclure que la capacité de production du barrage suffit à l'alimentation de notre ferme pilote.



## **Chapitre V dimensionnement de réseau d'adduction et distribution**

### **V.1 Introduction**

Dans tout aménagement hydro-agricole d'une certaine taille, on peut distinguer trois types d'équipement.

- **Les ouvrages de transport** transitent l'eau d'irrigation depuis la prise d'eau jusqu'aux périmètres à desservir. Ces ouvrages transitent des débits importants sur de longues distances.
- **Les réseaux de distribution** répartissent à l'intérieur du périmètre et jusqu'aux prises d'irrigation propres à chaque agriculteur, l'eau amenée par les ouvrages ramifiés.
- **Les équipements à la parcelle** conduisent l'eau des prises d'irrigation jusqu'aux plantes.

Ce chapitre est spécifiquement consacré aux ouvrages de transport et réseaux de distribution pour lesquels nous examinerons facteurs essentiels qui conduisent à définir l'organisation spatiale des ouvrages et les débits à transiter par tronçon.

L'objet du présent chapitre est la détermination des caractéristiques techniques et du gabarit des différents éléments dont l'ensemble constitue le réseau de distribution de l'eau depuis le lieu de prélèvement jusqu'aux lieux d'utilisation à des fins agricoles.

### **V.2 Découpage des îlots d'irrigation**

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimenté par une borne d'irrigation.

Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

Chaque borne doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.
- Encaisser les suppressions accidentelles.

Le réseau d'irrigation de la ferme pilote est de type ramifié .la ferme est partagé en îlots d'irrigation, chaque îlots est desservi par une borne d'irrigation. Les bornes sont alimentés par des conduites secondaires, en suite le réseau secondaire est alimenté par un réseau principale jusqu' le pointe de picage.

### V.2.1 Taille des îlots d'irrigation

La taille de l'îlot est déterminée en fonction des modèles d'exploitations élaborés suivant

Plusieurs critères : fonciers, topographiques, hydro-agricoles. Dans certains cas, la taille de l'îlot dépend du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot.

En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

### V.2.2 Le plan de bornage

Le plan de bornage est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs (qui souhaiteraient disposer d'une borne chacun, idéalement située par rapport à leur champ) et celui de l'organisme d'aménagement qui cherche à en limiter le nombre (de manière à diminuer le coût du réseau collectif).

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.

La base du regroupement des parcelles sur une même borne est le découpage des propriétés. Dans le cas de petites propriétés morcelées :

- une prise par îlot d'exploitations ;
- quatre (04) prises maximum sur une même borne ;
- bornes implantées en limites d'îlots ;
- dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots.

Pour les grandes propriétés :

- La borne se situe au centre de la parcelle ;
- 4 prises sur la même borne.

### V.2.3 Choix du tracé

Le tracé du réseau est projeté suivant le principe de proximité : plus courte distance pour relier l'ensemble des bornes au réseau de conduites principales, en tenant compte des contraintes du terrain qui limitent fortement les possibilités de choix : les règles générales suivies sont les suivantes :

- La recherche d'un tracé au plus court et avec le minimum de changement de direction concerne principalement la conduite maîtresse ;
- Eviter dans la mesure du possible de faire passer des conduites en plein champs ;
- Essayer de positionner la borne le plus proche de chaque parcelle à desservir afin d'éviter de pénaliser des exploitants par des têtes mortes trop longues ;

- Les conduites suivront au maximum (dans la mesure du possible) les routes et pistes et éviterons les plantations et zones bâties.

### **V.3 Calcul du Débits aux bornes**

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

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

$$Q_b = q_s \cdot S \quad (V-1)$$

Avec :

$Q_b$  : Débit caractéristique de chaque borne (l/s) ;

$q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha) ;

$S$  : Superficie de l'ilot (ha).

#### **Donné de base du dimensionnement (chapitre IV)**

Le débit spécifique est évalué à **1,1 l/s/ha**.

La surface de la ferme à irrigée est **229 ha**

Donc le débit caractéristique est :

$$Q_c = 1,1 \times 240 = \mathbf{251,93 \text{ l/s}}$$

Les caractéristiques des bornes et les ilots d'irrigation desservie sont donnés par le tableau ci-après.

**Tableau V.1** Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne

N° de la Borne	la superficie irrigué par prise (ha)	débit de la prise (l/s)	Débit de la borne (l/s)
1	8,95	9,85	31,85
	11,3	12,43	
	8,7	9,57	
2	8,35	9,19	9,19
3	7,25	7,98	17,00
	8,2	9,02	
4	7,5	8,25	28,60
	8,75	9,63	
	9,75	10,73	
5	11,5	12,65	22,88
	9,3	10,23	
6	10	11,00	11,00
7a	7,29	8,02	8,02
7b	16,66	18,33	18,32
8	9,25	10,18	17,99
	7,1	7,81	
9	1,25	1,38	1,38
10	6,8	7,48	33,55
	11,21	12,33	
	12,49	13,74	
11	8,25	9,08	19,03
	9,05	9,96	
12	12,5	13,75	33,11
	9,2	10,12	
	8,4	9,24	
<b>total</b>	229	251,90	251,93

### V.3.1 Choix du type et de diamètre de la borne

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

**Tableau V.2** Choix du diamètre de la prise

Débit fourni	Diamètre de la prise
$Q < 11,11 \text{ l/s}$	DN = 65 mm
$11,11 < Q < 22,22 \text{ l/s}$	DN = 100 mm
$22,22 < Q < 33,33 \text{ l/s}$	DN = 150 mm
$Q > 33,33 \text{ l/s}$	DN = 200 mm

Les diamètres des bornes et leurs types sont présentés dans le tableau ci-dessous

**Tableau V.3 Les diamètres et types des bornes**

N° de l'ilot d'irrigation	débit de la prise l/s	Diamètre des prises (mm)	débit brut de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)	Type de borne et bec de sortie
1	9,85	65	31,85	200	borne type b à 3 bec de sortie
	12,43	100			
	9,57	65			
2	9,19	100	9,19	100	borne type a à 1 bec de sortie
3	7,98	65	17,00	150	borne type b à 2 bec de sortie
	9,02	65			
4	8,25	65	28,60	200	borne type b à 3 bec de sortie
	9,63	65			
	10,73	65			
5	12,65	100	22,88	150	borne type b à 2 bec de sortie
	10,23	65			
6	11,00	100	11,00	100	borne type a à 1 bec de sortie
7a	8,02	65	8,02	65	borne type a à 1 bec de sortie
7b	18,33	100	18,326	150	borne type b à 1 bec de sortie
8	10,18	65	17,99	150	borne type b à 2 bec de sortie
	7,81	65			
9	1,38	65	1,38	65	borne type a à 1 bec de sortie
10	7,48	65	33,55	200	borne type b à 3 bec de sortie
	12,33	100			
	13,74	100			
11	9,08	65	19,03	150	borne type b à 2 bec de sortie
	9,96	65			
12	13,75	100	33,11	200	borne type b à 3 bec de sortie
	10,12	65			
	9,24	65			

## **V.4 Schéma d'aménagement hydro-agricole**

Lors d'aménagement d'un périmètre d'irrigation, il est indispensable dans un premier lieu d'élaborer des variantes d'aménagement en précisant le schéma hydraulique à savoir les systèmes d'adduction et de distribution, ceci en fonction de la disponibilité de la source d'eau.

### **V.4.1 Schéma d'adduction**

A partir du barrage, une conduite principale va alimenter tout le périmètre. A noter que le point de départ de la conduite d'adduction sera la prise d'eau pied du barrage.

Le réseau primaire sera constitué par une canalisation de conduites de grand diamètre, de Ø 2000 mm jusqu'à Ø 600 mm. Dans ses différents tronçons, le réseau primaire sera soumis à des pressions internes pas très élevées.

## **V.5 Dimensionnement du réseau de distribution**

### **V.5.1 Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire**

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite gravitaire, nous procédons à la deuxième étape de calcul celle du réseau de distribution, c'est-à-dire l'ouvrage vers les bornes.

### **V.5.2 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:

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

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale.

### **V.5.3 Choix du matériau des conduites :**

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

- La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- La disponibilité sur le marché local.
- L'intérêt économique.
- Du type de sol

### V.5.4 Caractéristiques des canalisations

#### a) Conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- coût relativement important

#### b) Conduite en acier

- Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est

- la corrosion.

#### c) Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est

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

### V.5.5 Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses.

La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

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

Avec : Q : débit, exprimé en l/s ;

D: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s

### V.5.6 Calcul des pertes de charge :

Pour la détermination du diamètre de la conduite gravitaire du barrage vers la bêche, nous avons utilisé la formule de Lechapt et Calmon, les pertes de charge sont détaillées comme suit

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \quad (V-3)$$

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

Q : débit en m<sup>3</sup>/s

D : diamètre de la conduite considérée

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

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

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

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

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

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité K=0,1mm, avec les paramètres suivants :

L=1.2, M=1.89, N= 5.19.

Les résultats de calculs sont donnés dans le tableau

## CHAPITRE V

## dimensionnement de réseau d'adduction et distribution

Tableau V.5 Calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	débit Q(l/s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Vitesse V réelle (m/s)	Perte de charge linéaire $\Delta H_t$ (m)	Perte de charge totale $\Delta H_t$ (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piezométrique (m)	Pression au point P(m)
Bâche	158,40	251,9	517,14	500	1,28	0,43	0,48	172,00	194,52	21,52
N1-	110,30	19,03	142,13	140	1,24	1,35	1,48	173,00	193,04	20,04
N1-B8	63,32	17,99	138,19	140	1,17	0,70	0,76	172,01	193,76	20,85
N1-N2	645,06	214,9	477,64	500	1,10	1,31	1,44	130,05	193,08	63,03
N2-	192,30	33,55	188,72	180	1,32	1,95	2,14	127,20	190,94	63,74
N2-	59,58	8,02	92,27	90	1,26	1,30	1,43	130,00	191,66	61,66
N2-N3	204,48	173,3	428,96	400	1,38	0,84	0,93	127,05	192,16	64,21
N3-N4	264,79	62,48	257,54	250	1,27	1,67	1,84	123,53	190,31	66,78
N4-B5	35,40	22,88	155,85	160	1,14	0,31	0,35	122,07	189,97	67,00
N4-B6	132,57	11,00	108,06	110	1,16	1,92	2,12	110,08	188,20	68,22
N4-	366,81	28,60	174,24	180	1,12	2,75	3,02	120,50	187,29	66,79
N10-	172,99	28,60	174,24	180	1,12	1,30	1,42	124,00	185,87	61,87
N3-N5	56,83	110,8	343,05	355	1,12	0,18	0,20	124,34	191,95	67,61
N5-N6	611,94	92,53	313,41	315	1,19	2,55	2,81	127,76	189,15	61,39
N5-	23,45	18,33	139,48	140	1,19	0,27	0,29	124,12	191,66	67,54
N6-	166,70	33,11	187,48	180	1,30	1,65	1,81	123,00	187,33	64,33
N6-B9	522,57	1,38	38,27	40	1,10	2,38	2,62	123,21	186,53	63,32
N6-N7	141,05	58,04	248,22	250	1,18	0,78	0,85	126,60	188,29	61,69
N7-B3	59,49	17,00	134,34	140	1,10	0,59	0,65	126,38	187,65	61,27
N7-N8	173,77	41,04	208,73	200	1,31	1,52	1,67	117,32	186,62	69,30
N8-B2	104,12	9,19	98,77	90	1,45	2,94	3,23	114,08	183,39	68,41
N8-N9	315,68	31,85	183,88	180	1,25	2,90	3,19	116,85	183,44	66,59
N9-B1	305,17	31,85	183,88	180	1,25	2,80	3,08	110,00	180,35	61,35



### **Interprétations :**

D'après les calculs exposés dans le tableau ci-dessus on voit que la variante choisie sans station de pompage permet d'obtenir des pressions aux bornes très satisfaisantes, et sont généralement supérieures à trois bars, (pour les pressions très importantes on installe des brise charge), ce qui est très satisfaisant et permet l'implantation de plusieurs systèmes d'irrigation.

## **V.6 Dimensionnement de la bache de distribution**

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

L'irrigation se fera après remplissage du réservoir, donc à chaque fois une tranche est irriguée, on reçoit l'eau du barrage Bouroumi à partir d'une conduite gravitaire pour remplir le réservoir, puis on irrigue le périmètre

On sait que :

$$V=Q \times T \quad \text{Avec:}$$

V : volume de la bache.

Q : Débit caractéristique

T : Temps de remplissage du réservoir : 2 H

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

Surface totale = 229,00 ha

Q caractéristique = **251,93 l/s**

Donc :

$$V = 251,93 \times 0,001 \times 2 \times 3600 = 1813,9 \text{ m}^3$$

On pruned  $V = 2000 \text{ m}^3$

$$V = S \times H$$

S : section de réservoir :  $S = a \times b = 16 \times 25 = 400 \text{ m}^2$

a : La longueur de réservoir.

b : La largeur de réservoir

H : La hauteur de réservoir : 5 m

$$\text{Donc } V = S \times H = 400 \times 5 = 2000 \text{ m}^3$$

## **V.7 Etablissement des profils en long**

Les profils en long ont été établis à partir des levés sur site et au moyen du logiciel COVADIS. Cet outil informatique a pour objet :

- De calculer la position de la ligne du projet, c'est - à dire l'axe des conduites successives constituant le profil en long des canalisations,
- De dessiner les profils en long du terrain naturel et du projet.
- De positionner les pièces spéciales (ventouses, vidanges, vannes de sectionnement...).

## V.7.1 Pièces spéciales

### V.7.1.1 Vannes de sectionnement

- Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation.
- Il est prévu d'installer des vannes de sectionnement au départ de toutes les branches et des sous branches importantes.

### V.7.1.2 Ventouses

- Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes.
- Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite.
- Elle est portée sur le profil en long et désignée par le diamètre de l'orifice assurant l'évacuation de l'air.
- La mise en place de ventouses à chaque point haut, espacées de 500 mètres au maximum, est également indispensable.
- Le tableau ci-après précise le choix de la ventouse en fonction du diamètre de la conduite.

**Tableau V.6** Choix de la ventouse

DIAMETRE DE LA CONDUITE	TYPE DE VENTOUSE
$D < 500 \text{ mm}$	D 80 mm
$600 < D < 900 \text{ mm}$	D 100 mm
$900 < D < 1200 \text{ mm}$	D 150 mm
$D > 1200 \text{ mm}$	D 200 mm

### V.7.1.3 Vidange :

- Les vidanges sont placées en des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau. Pour les branches extrêmes de petit diamètre la vidange sera faite par pompage vu les faibles volumes à évacuer ou par des bornes placées à des points bas.
- Le tableau ci-après précise le choix de la vidange en fonction du diamètre de la conduite.

**Tableau V.7** Choix de la vidange

Diamètre de la conduite	Type de vidange
$100 < D < 500 \text{ mm}$	D 100 mm

<b>600 &lt; D &lt; 800 mm</b>	<b>D 150 mm</b>
-------------------------------	-----------------

## **V.8 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons abordé le réseau de distribution et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un réseau ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation.

Dans le cadre de la réalisation du projet, la ferme est découpé en 12 îlots d'irrigation, avec 13 bornes et une superficie totale de 229 ha .

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du réseau de distribution du périmètre d'étude qui présente une superficie de 229 ha.

## Chapitre VI : étude des techniques d'irrigation

### Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de notre Ferme pilote.

### L'irrigation de surface

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé repose sur la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

#### L'irrigation par ruissellement

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

#### L'irrigation par submersion

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par laquelle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaires pour la croissance des plantes.

Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieure à 2 %.

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltre latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

### A) Les avantages de l'irrigation de surface

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés ;
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau ;
- possibilité de lessivage sans risques d'érosion ;

### B) les inconvénients

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

### L'irrigation par surpression :

L'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

### L'irrigation par aspersion

L'eau est acheminée aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce aux différents asperseurs alimentés en eau sous pression.



**Figure VI.1 : l'irrigation par aspersion**

### A) Les avantages

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Favorise les conditions ambiantes
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'œuvres

### B) Les inconvénients

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

## L'irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le «goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mekki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



**Figure VI.2**      **Système d'irrigation localisée**

## Composition d'une installation goutte à goutte

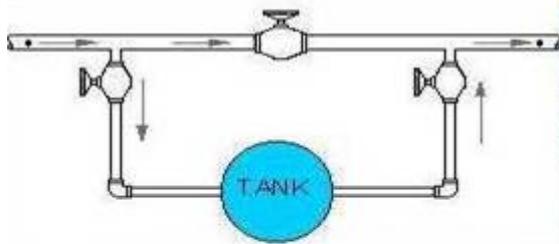
### **1- Point de fourniture d'eau :**

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre (Veschambre & Vaysse, 1980).

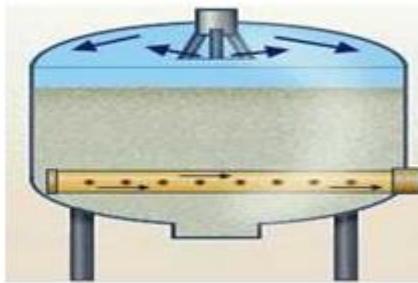
### **2- L'unité de tête :**

Cette unité est reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des porte-rampes ou même des rampes.

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.



**Figure VI.3** Dilueur d'engrais



**Figure VI.4** Filtre à gravier

### 3. Conduites et rampes

#### - La conduite principale

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

#### - Le porte-rampes

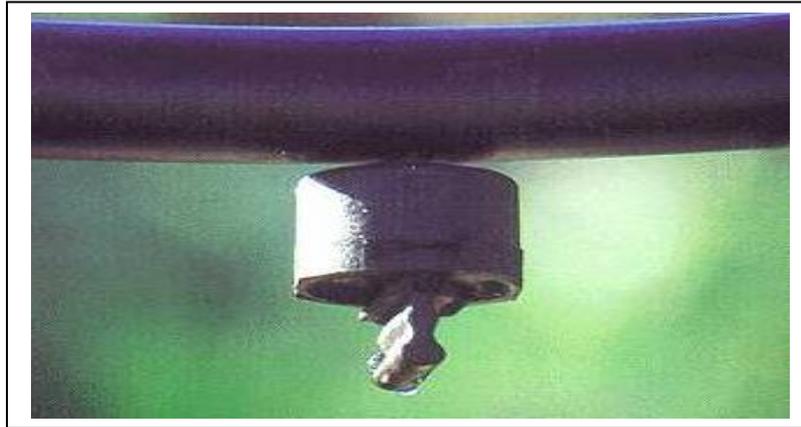
C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

#### - Les rampes

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

#### - Les distributeurs

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



**Figure VI.3 Goutteur**

### Différents types de distributeurs

- Goutteurs: les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.
- Gains: destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.
- Tubes poreux: la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.
- Mini diffuseurs: ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

### Les facteurs essentielles pour l'utilisations de système goutte à goutte

#### A- Qualité de l'eau

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs. Les eaux de mauvaise qualité (trop chargées) sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

Dans ce cas, on utilisera essentiellement des goutteurs en ligne à cheminement long non uniforme, ayant un débit de 4 l/h.

#### B- Nature du sol

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs. Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

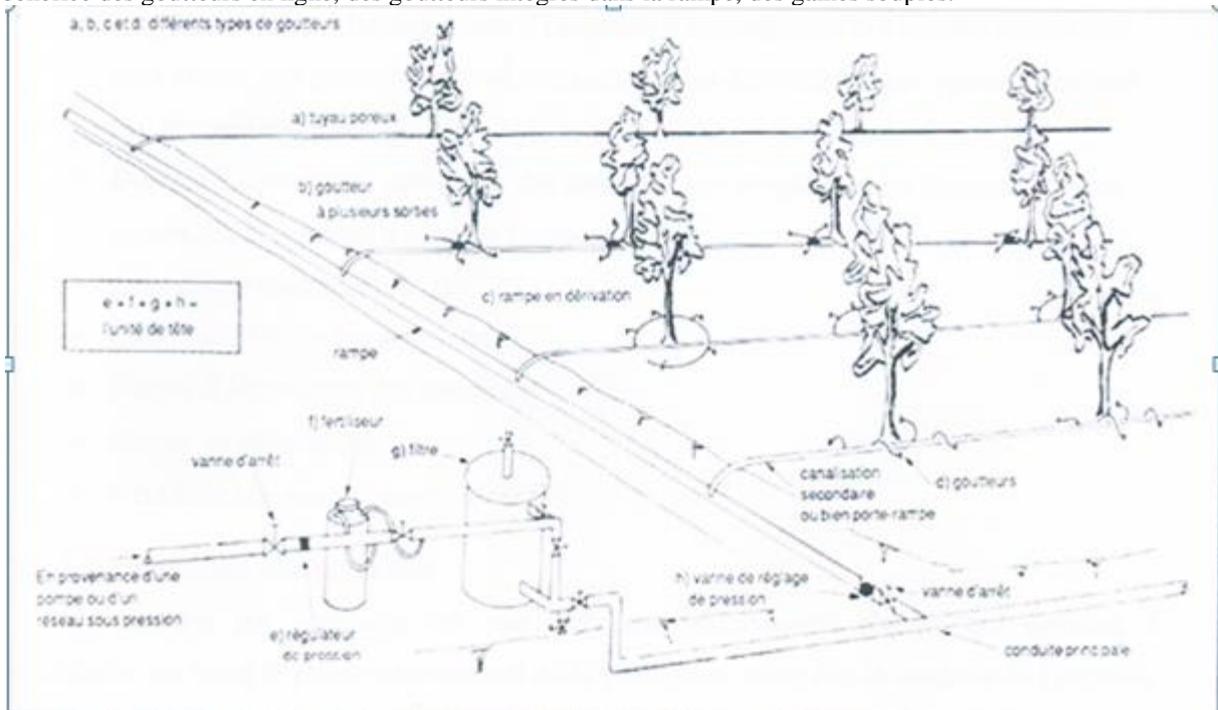
Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4l/h conviennent, d'autant que les investissements nécessaires sont dans ce cas plus faibles.

#### C- Nature des cultures

Pour les cultures pérennes, telles que les arbres fruitiers, vignes, ou l'installation est fixe les distributeurs en ligne

ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés.

Par contre, dans le cas des cultures annuelles ou les rampes doivent être enroulées ou déroulées lors de la mise en place de la culture et pour la récolte, on évitera les goutteurs en dérivation faisant saillie sur la rampe, au bénéfice des goutteurs en ligne, des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples.



**Figure VI.4 Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte**

#### A) Les Avantages de la technique du goutte à goutte

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanente de la couche active de sol ;
- Economie d'eau et de la main d'œuvres (système fixe) ;
- Réduction des mauvaises herbes ;
- Réduction de l'évaporation ;
- Economie d'engrais ;
- Possibilité d'automatisation ;

#### B) Les inconvénients du goutte à goutte

- Coût très élevé du matériel ;
- Risque d'obstruction des goutteurs ;
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés ;
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).

## Choix de la technique d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de savoir les contraintes de chaque type d'arrosage (Boulifa, 2011).

Une analyse multicritères du choix des techniques d'arrosage basée sur les différents contraintes, résume le choix adéquat pour le zone considérée.

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

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
	Par Rigole	Par Planche		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contraintes naturelle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Évaporation</li> <li>▪ Vent</li> <li>▪ Texture (limono-argileuse)</li> <li>▪ Perméabilité (moy)</li> <li>▪ Pente (&lt;0.5%)</li> <li>▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne)</li> </ul> </li> <li>• <b>Contraintes agronomique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maraîchage</li> <li>▪ céréales</li> <li>▪ arbres</li> </ul> </li> <li>• <b>C. technique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Personnel qualifié</li> </ul> </li> <li>• <b>économie d'eau</b></li> </ul>				
	+	+	+ +	+ +
	+ + +	+ + +	+ +	+ + +
	+ +	+ +	+ +	+ + +
	+ +	+ +	+ + +	+ +
	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
	+ + +	+ +	+ +	+ + +
	x	x	+ + +	x
	+ + +	+	x	+ + +
	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
	x	x	+ +	+ + +

**Remarque :**

x: Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

+ +: Adapté ; + + +: Très Adapté

## Conclusion

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude, de la nature du sol, de l'aptitude culturale et du volume d'eau disponible ; on peut choisir les techniques d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux techniques présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation de surface, qui exigent des volumes d'eau importants, et aboutissent à des rendements agricoles faibles.

Donc pour l'irrigation des cultures céréalières on opte pour l'irrigation par aspersion, pour l'arboriculture et

certaines cultures maraichères on opte pour l'irrigation goutte à goutte.

## Chapitre VII dimensionnement à la parcelle

### Introduction

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et d'appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution de l'eau à l'exploitation agricole; dans chaque parcelle concernée par l'irrigation

Le présent chapitre concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation localisé (le système goutte à goutte), dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture d'orange.

### Données de base pour le dimensionnement

- **Numéro de la parcelle** : n°9 alimentée par la borne n°9 (borne à une prise)
- **La pression calculée** : 6,9 bars.
- **La surface** : 1,25 ha.
- **Culture** : orange
  - Espacement entre arbres : 5 m
  - Espacements entre rangs : 5 m
  - Besoins de pointe : 154,82 mm
- **Caractéristique du goutteur** :
  - Débit nominal : 04 l/h
  - Pression nominal : 10 m.c.e
  - Espacement des goutteurs : 01 m
  - Le nombre de goutteurs par arbre : 02

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

#### Les besoins journaliers

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

$B_j$  = Besoin journaliers (mm).

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de point}}{\text{Nombre de jours}} \quad (\text{VII-1})$$
$$B_j = \frac{154,82}{31} = 4,99 \text{ mm/j}$$

#### Besoin journalier en tenant compte de la réduction $K_r$

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite (Ollier & Poirée, 1981).

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 adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

La formule de Freeman et Garzoli :

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

On considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) ;

$C_s$ : Couverture du sol; pour les arbres adultes :  $C_s = 60\%$

$$K_r = 0,6 + 0,5(1 - 0,6) = 0,8$$

D'où:

$$B_{JL} = B_j * K_r = 4,99 * 0,8 = 3,99 \text{ mm/j}$$

## 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 (goutte à goutte ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur  $h$  :

La dose pratique (nette) qui correspond à la RFU étant calculée comme suit :

$$D_p = \text{RFU} * P = (H_{cc} - H_{pf}) Y D_a Z * P \quad (\text{VII-3})$$

Tel que :

$H_{cc}$  : humidité a la capacité au champ (27 %).  
 $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (17 %).  
 $Y$  : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3).

$Z$  : profondeur d'enracinement en (1200 mm).

$D_a$  : densité apparente du sol ( $D_a = 1,35$ ).

$$D_p = [(27-17)/100] * (2/3) * (1,35) * (1200) \quad \Rightarrow \quad D_p = 108 \text{ mm}$$

$P$  : Pourcentage du sol humidifié, il est calculé comme suit :

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \quad (\text{VII-4})$$

$P$  : Volume du sol humidifié ;

$N$  : Nombre de point de distribution par arbre (égal à 2) ;

$S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (5 m) ;

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée (5 m) ;

$S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre (1) ;

$S_a$  : espacement des arbres sur les rangs (1).

$$P = 25\%$$

Donc la dose nette :  $D_p = \text{RFU} * P = 108 \times 0,25 = 27 \text{ mm}$

## Fréquence des arrosages

La fréquence des arrosages est fonction d'une part du besoin journalier qu'il faut satisfaire et d'autre part de la dose réelle net dont profite les plantes.

Elle est donnée par la formule suivante :

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{\text{Dose nette}}{Bjl} && \text{(VII-5)} \\ &= \frac{27}{3,99} = 6,7 \text{ jour} \end{aligned}$$

Donc on prend  $Fr = 7$  jours.

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

- **La dose réelle :**

$$Dr = Fr * Bjl = 7 * 3,99 = 27,93 \text{ mm}$$

- **La dose brute :**

$$Dbrute = \frac{Dr}{Cu * eff} = \frac{27,93}{0,9 * 0,9} = 34,48 \text{ mm}$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

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

## Durée d'arrosage par mois

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{Dn * Eg * Er}{n * qg} && \text{(VII-6)} \\ &= \frac{34,48 * 5 * 5}{2 * 4} = 107,75 \text{ heures/mois} \end{aligned}$$

## Durée d'arrosage journalier

$$\begin{aligned} Dj &= \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} && \text{(VII-7)} \\ &= \frac{107,75}{7} = 15 \text{ heures/jour} \end{aligned}$$

## Nombre de poste

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} && \text{(VII-8)} \\ &= \frac{22}{15} = 1 \text{ poste} \end{aligned}$$

## Surface de la parcelle

$$\begin{aligned} Sp &= \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} && \text{(VII-9)} \\ &= \frac{1,25}{1} = 1 \text{ ha} \end{aligned}$$

## Calculs hydrauliques

### Condition hydraulique

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \text{(VII-10)}$$

La variation maximale de la pression

$$q = K.H^x \text{ avec } x=0.5 \text{ (caractéristique du goutteur)}$$

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \quad (\text{VII-11})$$

Telle que :  $q(g)$  : débit nominal du goutteur  
 $H(n)$  pression nominal

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

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

Donc selon la règle de Christiansen 10%  $\Delta H_{\text{singulières}} = 0,2 \text{ m}$

Le reste 1,8 ;  $\Delta H_{\text{linéaire}} = 1,8\text{m}$

Donc pour les rampes  $(2/3)*1,8=1,2\text{m}$  et pour le porte rampe  $(1/3)*1,8=0,6\text{m}$

## Calcul des débits

$$Q_r = Q_g * N_r \quad (\text{VII-12})$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r \quad (\text{VII-13})$$

Avec:

$Q_r$  : Débit de rampe  
 $Q_g$ : Débit des goutteur  
 $N_g/r$  : Nombre des goutteurs par rampe  
 $N_r$  : Nombre des rampes

$Q_{pr}$ : Débit de porte ramp

Avec :

La longueur de la rampe ( $L_r$ ) : 61,5 m.  
 La longueur de la porte rampe ( $L_{pr}$ ): 200 m  
 La longueur de la conduite secondaire ( $L_s$ ) : 1 m

## Le nombre d'arbres par rampe

$$N_{\text{arbres}} = L_r / E_r = 61,5 / 5 = 12 \text{ arbres}$$

## Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 12 * 2 = 24 \text{ goutteurs}$$

## Le nombre de rampes

$$N_r = L_{pr} / E_r = 200 / 5 = 40 \text{ rampes}$$

## Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 24 * 4 = 96 \text{ l/h}$$

## Débit de la porte rampe

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 96 * 40 = 3840 \text{ l/h}$$

## Débit de la conduite secondaire

Etant donné que nous avons 1 porte rampe donc :

$$Q_{cs}=Q_{pr}=3840 \text{ l/h}$$

## Dimensionnement des différentes parties du réseau

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEHD. Le diamètre des rampes ainsi que de porte rampes est calculé d'après les formule suivante :

$$\varnothing r(cal) = \left[ \frac{Pdc(r)*2,75}{0,478*Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4,75}} \quad (VII-14)$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[ \frac{Pdc(pr)*2,75}{0,478*Q(pr)^{1,75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4,75}} \quad (VII-15)$$

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe.
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h.
- L(r) : la longueur de la rampe en m.
- $\varnothing r(cal)$  : le diamètre de rampes.
- $\varnothing pr(cal)$  : le diamètre de porte rampe.

### Vérification des pertes de charges

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

$$\Delta H = \left( \frac{3,592}{Cw} \right)^{1,592} * \frac{L}{D^{4,87}} * Q^{1,852} \quad (VII-16)$$

Où :

L : la longueur de la conduite (m)

Q : débit (m<sup>3</sup>/s)

D : diamètre intérieur de la canalisation(m)

Cw : 130 pour PEHD

## Calculs hydrauliques de la rampe

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe

Culture	Surface (ha)	Lr(m)	N	Qr (l/h)	hr(m)	Dc (m)	Dn (m)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
oran	1,25	61	2	96	1,2	8,5	16	0,13	0,15

ge			4			2			
----	--	--	---	--	--	---	--	--	--

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1,2 m (hr max).

### Calculs hydrauliques de la porte rampe

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

Culture	Surface (ha)	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (m)	Dn (m)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
orange	1,25	200	40	38	0,6	59,17	63	0,34	0,57

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0,6 m (hpr max).

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen  $h_{tot}=0,72 < 1,8$ .

### Calcul des diamètres de la conduite secondaire

La conduite secondaire alimente l'ilot n° 9 ayant une surface respectivement de 1,25 ha. Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1,05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \quad \text{(VII-16)}$$

Avec :

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

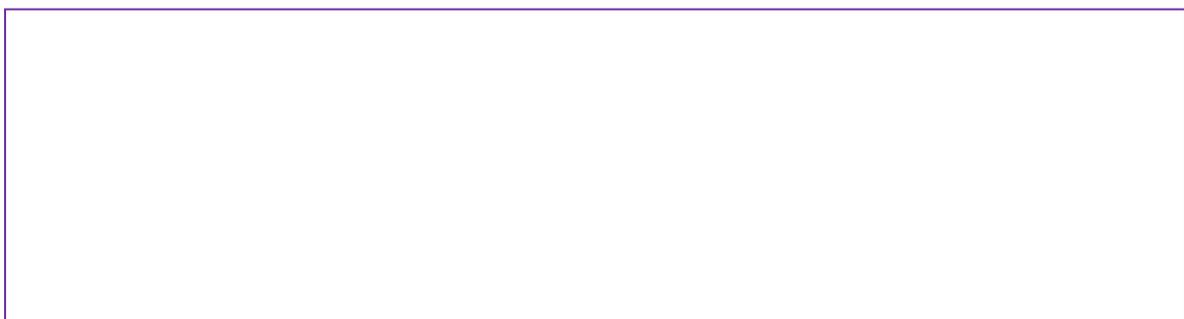
### Calcul de caractéristique de conduites secondaires

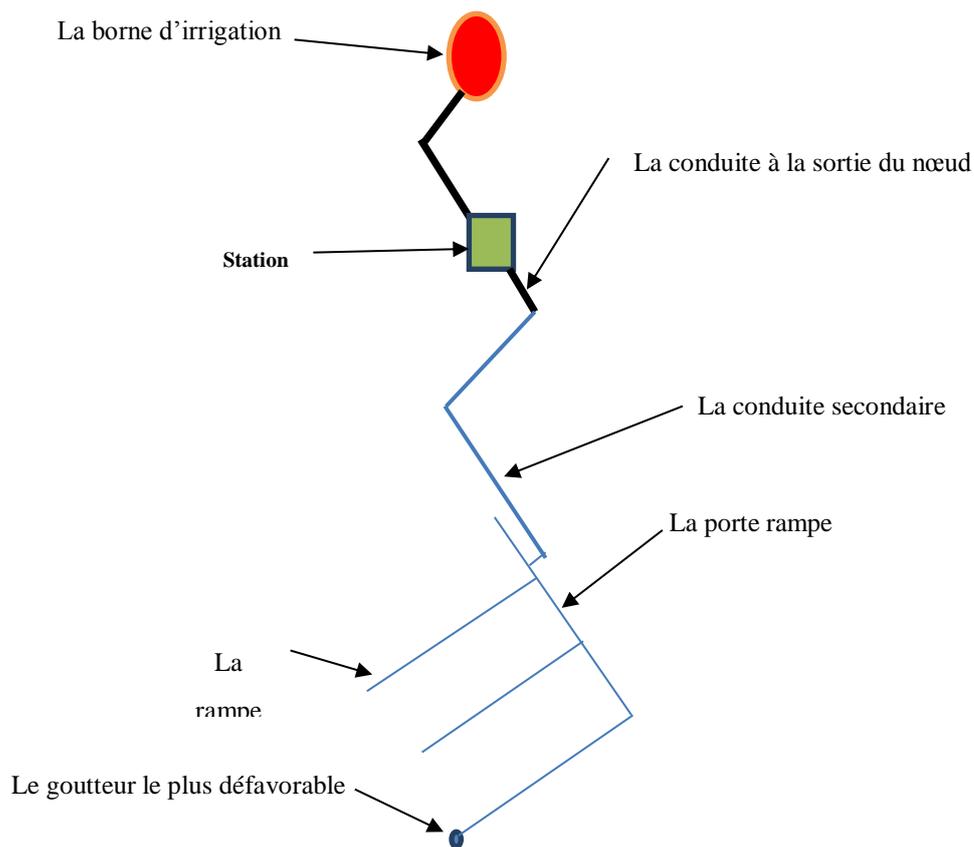
**Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire**

culture	Surface ha	L(m)	Q (l/h)	V supposé (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vca l (m/s)	hcal (m)
orange	1,25	1	3840	1,05	35,97	40	0,84	0,026

### La pression d'eau à 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 gouteur le plus défavorable (éloigné ou élevé)





**Figure VII.1** Le transfert d'eau de la borne à goutteur le plus défavorable

**Tableau VII.4** Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
<b>Longueur(m)</b>	61	200	38
<b>Diamètre(mm)</b>	16	63	40
<b>Débit (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,0003	0,0011	0,0011
<b>Pertes de charge (m)</b>	0,15	0,57	0,026

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

$$P = 10 + 0,15 + 0,57 + 0,026 = 10,75\text{m}$$

La pression calculée y compris les pertes de charges est de l'ordre de 1.2 bars ce qui est suffisant pour l'opération du système goutte à goutte dans cette parcelle.

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, pour un type de culture (oranger).

En irrigation gravitaire, cette culture consomma des volumes d'eau importants, de plus les rendements sont généralement faibles. Avec l'irrigation localisée, non seulement nous avons une efficacité de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures très élevés, ce qui permettra d'intensifier les cultures arboricoles dans cette région.

## Chapitre VIII : Calcul technico-économique

### VIII.1 Introduction

Ce chapitre a pour but de faire une évaluation du coût estimatif de notre 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.

Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Réseau de distribution.
- Travaux divers.

#### Devis de réseau d'irrigation localisée

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VIII-1 : Facture pro-forma des pièces du réseau de distribution.

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 40	PEHD	m/l	522,57	82,33	43023,1881
Ø 90	PEHD	m/l	163,70	335,47	54916,439
Ø 110	PEHD	m/l	132,57	495,4	65675,178
Ø 140	PEHD	m/l	256,56	1067,2	273800,832
Ø 160	PEHD	m/l	35,40	1526,93	54053,322
Ø 180	PEHD	m/l	1346,66	1962,39	2642672,12
Ø200	PEHD	m/l	173,77	2397,85	416674,395
Ø 250	PEHD	m/l	405,84	3709,88	1505617,7
Ø 315	PEHD	m/l	611,94	5881,51	3599131,23
Ø 355	PEHD	m/l	56,83	7691,21	437091,464
Ø 400	PEHD	m/l	204,48	9500,9	1942744,03
Ø 500	PEHD	m/l	803,46	14816,89	11904778,4
Filtre	/	U	1	14508	14508
vanneØ315	/	U	1	25000	25000
vanneØ250	/	U	1	17500	17500
vanneØ140	/	U	1	14500	14500
vanneØ40	/	U	1	10000	10000
Filtre à disque métallique	-	U	1	12 400	12400
<b>Total(HT) 1</b>					<b>23034086,3</b>
<b>TVA (17%)</b>					<b>3915794,68</b>
<b>Total(TTC)</b>					<b>26949881</b>

## VIII.2 Frais des travaux sur réseau d'irrigation

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

## VIII.2.1 Calcul des volumes de déblais et remblais

La pose des conduites dans le réseau se fait dans des tranchées conçues selon le tracé et l'itinéraire des lignes de conduites et prend en compte les longueurs, les largeurs et les hauteurs de chaque tranchée conçue à recevoir une conduite de diamètre spécifique

- La largeur de la tranchée varie selon la section des conduites est de :

$$l = D + 2 \times 0.3 \text{ (m)}$$

- La hauteur est de :

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \text{ (m)}$$

Avec :

- $h_{\text{sable}}$  : qui est la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 mètres

Sois L la longueur de la tranchée en mètres.

- D : diamètre de la conduite.

### VIII.2.1.1 Volume du déblaiement

Le volume des déblaiements sera alors égale à :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \text{ (m}^3\text{)}$$

### VIII.2.1.2 Volume de remblais

Le volume du remblai est égale à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - V_{\text{cond}}$$

$$\text{Donc : } V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L$$

### VIII.2.1.3 Volume de sable

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égale à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times l$$

La figure si après illustre la disposition de la conduite au niveau de la tranchée :

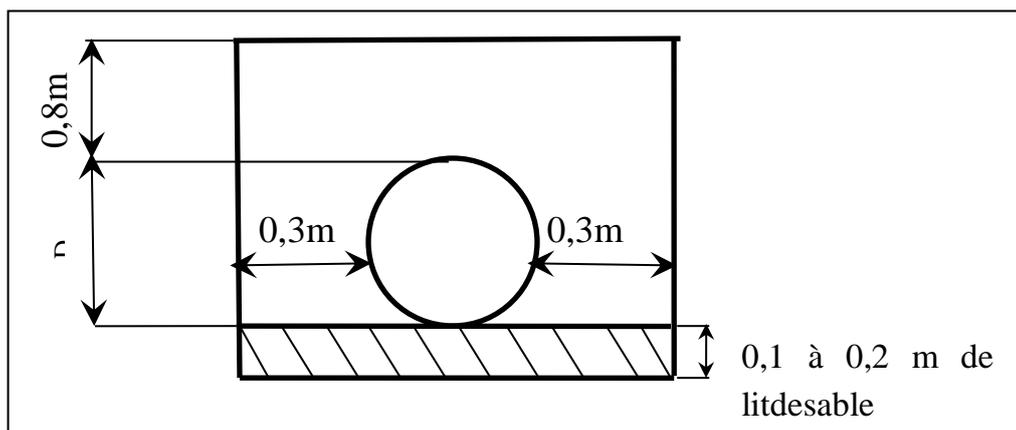


Figure VIII-1 : Disposition de la conduite dans une tranchée

## VIII.2.2 Calcul des différents volumes

Tableau VIII-2 : Calcul des différents volumes

Type de conduite	Tube s enter rés	L(m)	l(m)	H ( m )	V déb (m <sup>3</sup> )	V <sub>sab</sub> le (m <sup>3</sup> )	V <sub>con</sub> d (m <sup>3</sup> )	V <sub>remb</sub> (m <sup>3</sup> )
Second aire	PEH DØ 40	522,57	0,64	0,94	314,38	33,44	0,66	313,72
Second aire	PEH DØ 90	163,70	0,69	0,99	111,82	11,30	1,04	110,78
Second aire	PEH DØ 110	132,57	0,71	1,01	95,07	9,41	1,26	93,81
Second aire	PEH DØ 140	256,56	0,74	1,04	197,45	18,99	3,95	193,50
Second aire	PEH DØ 160	35,40	0,76	1,06	28,52	2,69	0,71	27,81
Second aire	PEH DØ 180	1346,66	0,78	1,08	1134,43	105,04	34,25	1100,18
princip ale	PEH DØ2	173,77	0,80	1,10	152,92	13,90	5,46	147,46

	00							
principale	PEH	405,8	0,8	1,	396,7	34,	19,	376,8
	DØ	4	5	15	1	50	91	0
	250							
principale	PEH	611,9	0,9	1,	680,3	55,	47,	632,6
	DØ	4	2	22	1	99	67	4
	315							
principale	PEH	56,83	0,9	1,	68,11	5,4	5,6	62,49
	DØ		6	26		3	2	
	355							
principale	PEH	204,4	1,0	1,	265,8	20,	25,	240,1
	DØ	8	0	30	2	45	68	4
	400							
principale	PEH	803,4	1,1	1,	1237,	88,	157	1079,
	DØ	6	0	40	33	38	,68	65
	500							
somme				4682,	399	303	4378,	
				86	,51	,88	98	

### VIII.3 Cout total des travaux publics sur réseau d'irrigation

#### VIII.3.1 Déblaiement

Le prix du mètre cube de déblayage est de 250DA.

Le déblaiement correspondant à la pose des conduites est de : 4682,86m<sup>3</sup>.

D'où :

$$F_{deb} = 4682,86 \times 250$$

$$F_{deb} = 1170715,13 \text{ DA}$$

#### VIII.3.2 Remblais

Le prix du mètre cube de remblai est de 200DA d'où :

$$F_{remb} = 4378,98 \times 200$$

$$F_{remb} = 875795,50 \text{ DA}$$

#### VIII.3.3 Sable

Le prix du mètre cube de sable est de 800 DA d'où :

$$F_{\text{sable}} = 399,51 \times 800$$

$$F_{\text{sable}} = 319611,156 \text{ DA}$$

Alors le cout totale des travaux publics :

$$P_t = F_{\text{deb}} + F_{\text{remb}} + F_{\text{sable}}$$

$$P_t = 1170715,13 + 875795,50 + 319611,156$$

$$P_t = 2366121,778 \text{ DA}$$

Alors le cout total du projet en rapport à toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 2366121,778 + 26949881$$

$$CT = 29316002,8 \text{ DA}$$

#### VIII.4 Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localisé et le réseau de distribution est évalué à **29316002,8 DA**.

Le coût de la projection du réseau d'irrigation localisée est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements très chers (les conduites assez important et filtration).

## Conclusion générale

L'objectif de la présente mémoire est de dimensionner le système d'irrigation de la ferme pilote KERFA Mohamed wilaya de Tipaza à partir de barrage BOUROUMI, afin d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme.

La zone d'étude présente une géomorphologie quasi accidentier. L'analyse climatologique montre que la région possède un climat très sec avec une pluviométrie insuffisante pour l'obtention de rendements acceptables des différentes cultures pour la saison estivale (été), pour cela on fait une adduction pour améliorer le rendement.

L'aptitude des sols reste bonne pour les cultures maraichères ainsi que les cultures arboricoles mais moyenne pour les cultures céréales.

Après le choix des cultures, nous avons estimé les besoins en eau totaux, et les besoins en eau de chaque ilot qui est une phase importante dans la réalisation d'un système d'adduction et d'irrigation.

Pour le système d'adduction, nous avons projeté un réseau à partir du barrage de BOUROUMI, et une distribution vers les parcelles par une desserte gravitaire après étude d'un tracé plus économique

Pour les systèmes d'irrigation, nous avons insisté sur la nécessité d'introduction des techniques modernes telle que le goutte à goutte, car l'augmentation des rendements des spéculations agricoles ne peut se faire qu'à travers des systèmes d'irrigation efficaces, en effet, dans la région d'étude l'agriculture est fortement extensive faute d'un système d'irrigation performant.

## Références bibliographiques

**Anahr Ammar boudjelal (2007)** Mémoire Online - Détermination des besoin en eau des cultures à l'aide de logiciel cropwat 4.3 dans la wilaya de tipaza.

**Bennis S. (2007).** Hydraulique et hydrologie (2<sup>e</sup> édition). Québec : Les Presses de l'Université du Québec ;

**Boudraa.H(2016)** dimensionnement du réseau d'irrigation de périmètre de Taher (secteur 1) a partir du barrage d'el-agrem (W. Jijle) ; Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida ;

**Dastane N. G. (1978).** Effective rainfall in irrigated agriculture. Rome : FAO ;

**Jean-Robert Tiereelin -Alain Vidal (octobre 2006 )** traité d'irrigation livre 2<sup>ème</sup> édition.

**Kabli.S (2016)** Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre de Haut IsserWilaya de MEDEA ; Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida ;

**Merzougui.F(2016)** Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre KRAMIS (secteur KHADRA) w.Mostaganem Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida.

**Mekki.A(1988) introduction générale par soraya Amrani.**fr.bruylant.larciergroup.com.

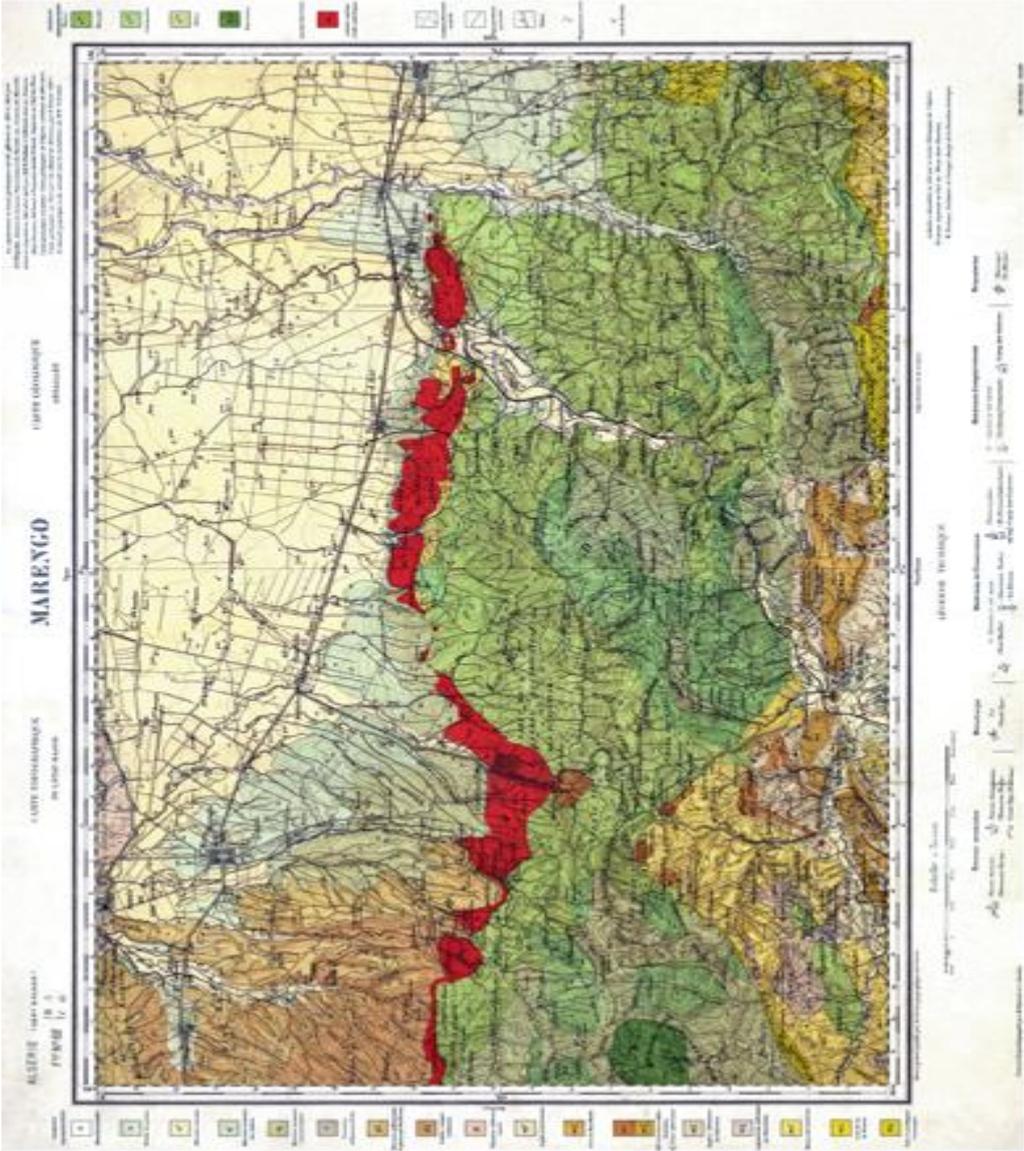
**L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2015).** Le Calendrier cultural. En ligne <http://www.fao.org/agriculture/seed/cropcalendar/welcome.do> ;

**TOUAIBIA B.**(Manuel d'Hydrologie 3<sup>ème</sup> Année et Régularisation des débits 4<sup>ème</sup> année).

**Veschambre & vaysse (1980) Mémento goutte à goutte .**guide pratique de la micro-irrigation par goutteur et diffuseur.<http://www.Amazon.fr/field-author=pie>.

# Annexe I

## Carte géologique



## Annexe II

### Coefficients culturaux (Kc)

#### 2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Banancier 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
Banancier 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 doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Maïs grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
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
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
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 sans sarclage						0.65-0.75 0.85-0.9
Olivier						0.4-0.6

Premier chiffre : avec forte humidité (HR<sub>min</sub> > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).  
 Second chiffre : avec faible humidité (HR<sub>min</sub> < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

### Annexe III

## 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)

