



# Remerciements

Avant tous, je remercie le bon Dieu qui m'a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage et de bonne volonté pendant tout mon cursus universitaire et pour réaliser ce modeste travail.

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

Mes remerciements vont également à mes enseignants et tout le personnel de **l'E.N.S.H** pour leurs contributions à ma formation d'ingénieur d'état en Hydraulique.

Enfin, je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de **jury** qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail.

# *Dédicaces*

*Grâce à la volonté du bon Dieu et à un dur labeur, nous  
avons pu réaliser ce modeste travail que nous dédions :*

*A mes parents, ma famille, mes amis et toutes les personnes qui  
ont participé de près ou de loin à sa réalisation.*

## المخلص

تشهد منطقة فكيرينة المخصصة للزراعة الواقعة بولاية ام البواقي نقص في المياه، و يعود هذا الى تذبذب تساقط الأمطار مما كون مشكلا عوبصا بالنسبة للفلاحين.

يتمثل الهدف من انجاز مذكرة نهاية السنة الدراسية هذه في تحديد الأبعاد لشبكة تزويد وتوزيع المياه على مستوى المساحة الزراعية لمنطقة فكيرينة، والذي يسعى الى زيادة المردودية الفلاحية وذلك باستعمال أفضل التقنيات الخاصة بالسقي وتسيير أنجع للموارد المائية. لتحقيق هذا الهدف قمنا باقتراح أنظمة سقي حديثة نذكر منها السقي بالتقطير، استعملت في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي؛ لما تتميز به هذه الأنظمة من فوائد خاصة الاقتصاد المعتبر للمياه.

**الكلمات المفتاحية:** الزراعة، المحيط، أنابيب، التقطير، الرشاشات.

## Résumé:

La zone de F'kirina dédiée à l'agriculture, située dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, connaît une pénurie d'eau, due à la fluctuation des pluies, cela devenue un problème difficile pour les agriculteurs.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irriguées; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir: l'irrigation localisé. Ce système présente de multiples avantages, comme l'efficience de l'eau et l'obtention de rendements importants.

**Mots-clés:** Irrigation, Périmètre, Conduites, Goutte à goutte, Asperseurs.

## Abstract:

The area of F'kirina dedicated to agriculture, located in the wilaya of Oum El Bouaghi, is experiencing a water shortage due to fluctuating rains, which has become a difficult problem for farmers.

The aim of this present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feedback, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources on the other part. This by adoption of modern irrigation system, which their reliability, localized irrigation, the most developed with the evolution of science and technology. This system many advantages like the water efficiency and the high yields of crops.

**Key words:** Irrigation, Perimeter, Pipes, Drip, Sprinklers.

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	2
<b>Chapitre I : présentation de la zone d'étude</b>	
I.1 Introduction .....	4
I.2 Situation géographique de la wilaya de Oum El Bouaghi .....	4
I.2.1 Présentation géologique .....	5
I.2.2 Hydrographie .....	6
I.3 Présentation géographique du périmètre d'étude.....	6
I.4 Conditions climatiques .....	8
I.4 .1 Le climat.....	8
I.4 .2 La pluviométrie.....	9
I.4 .3Les températures.....	10
I.4 .4 L'évaporation.....	11
I.4 .5 Humidité relative % .....	12
I.4 .6 Le vent :.....	13
I.4 .7 Durée d'insolation :.....	14
I.5 Indices agro-météorologique .....	14
I.5 .1 L'indice d'aridité de MARTONNE .....	15
I.5 .2 Le quotient pluviométrique d'EMBERGER .....	16
I.5 .3 Classification du climat à partir de diagramme d'embrothermique de GAUSSEN .....	18
I.6 Conclusion :.....	19
<b>Chapitre II : Ressource en sol et en eau</b>	
II.1 Introduction.....	21
II.2 Ressource en sol .....	21
II. 2 .1 But de l'étude pédologique .....	21
II. 2.2 Description et classification des sols du périmètre.....	22
II .2.3 Caractéristiques physico-chimiques des sols .....	23
II. 2.4 Aptitudes culturales.....	26
II.3 Ressources en eau.....	27
II.3 .1 Ressources en eau du périmètre .....	27

II.3.2 Etude de la qualité d'eau d'irrigation des eaux de la retenue .....	28
II .3.3 Classification des eaux pour l'irrigation .....	29
II.4 Hydrologie .....	33
II .4.1 Le but .....	33
II .4.2 Choix de la station pluviométrique.....	34
II.4.3 Etude statistique des précipitations.....	36
II.5 Conclusion .....	44

### **Chapitre III : Les besoins en eau d'irrigation**

III .1 Introduction .....	46
III.2 Besoins en eau des cultures .....	46
III.2.1 L'évapotranspiration .....	46
III.2.2 L'évapotranspiration potentielle de référence (ET <sub>0</sub> ) .....	47
III.2.3 Calcul de l'évapotranspiration maximale ETM .....	50
III.2.4 Le coefficient culturaux (K <sub>c</sub> ) .....	50
III.3 Besoin en eau d'irrigation .....	50
III.3.1 Calcul de la pluie efficace.....	51
III.3.2 Choix des cultures .....	52
III.3.3 Calendrier d'occupation des sols : .....	54
III.4 Besoins mensuel en eau d'irrigation des cultures .....	54
III.4.1 Besoins totaux nets en eau d'irrigation .....	63
III.4.2 Calcul de débit spécifique.....	64
III .4.3 Calcul de débit caractéristique .....	65
III.4.4 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre :.....	65
III.5 Conclusion.....	67

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

IV.1 Introduction .....	69
IV.2 Alimentation en eau du périmètre.....	69
IV.3 Organisation et structure du périmètre.....	69
IV.4 Ilots et bornes d'irrigation .....	69
IV.4 .1 Rôle et fonction de la borne d'irrigation .....	69
IV.4 .2 Calcul hydraulique aux bornes .....	70
IV.4 .3 Choix du diamètre et du type des bornes.....	70
IV.4 .4 Choix du diamètre de la borne .....	71
IV.5 Description de l'aménagement du périmètre.....	74
IV.5.1 Choix de la variante d'aménagement .....	74

IV.5.2 Choix de la variante .....	74
IV.6 Dimensionnement des canalisations .....	75
IV.7 Choix du matériau des conduites .....	76
IV.7.1 Caractéristiques des canalisations .....	77
IV.7.2 Choix du matériau : .....	77
IV.8 Conclusion .....	80

### **Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation**

V.1 Introduction .....	82
V.2 Le choix des techniques d'irrigation .....	82
V.3 Les différentes techniques d'arrosage .....	82
V.3.1 Irrigation de surface .....	83
V.3.2 Irrigation par aspersion .....	84
V.3.3 Irrigation localisée (goutte à goutte) .....	86
V.3.4 Choix de la technique d'arrosage : .....	87
V.4 Conclusion .....	89

### **Chapitre VI : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation**

VI .1 Introduction .....	91
VI.2 Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion .....	91
VI.2.1 Données générales de dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion .....	93
VI.2.2 Dimensionnement théorique .....	93
VI.2.3 Dimensionnement hydraulique des rampes .....	97
VI.2.4 Dimensionnement de la porte rampe .....	99
VI.2.5 Calcul des pertes de charges .....	99
VI.2.6 Calcul de la pression en tête .....	101
VI.3 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte .....	101
VI.3.1 Données générales .....	101
VI.3.2 Calcul de l'installation d'irrigation par goutte à goutte .....	102
VI.3.3 Calcul hydrauliques du réseau goutte à goutte .....	106
VI.3.4 Dimensionnement des canalisations du réseau .....	107
VI.3.5 Dimensionnement des différentes parties de réseau .....	109
VI.3.6 La pression d'eau à la borne de distribution .....	112
VI.4 Conclusion .....	113

### **Chapitre VII Etude technico-économique**

VII.1 Introduction .....	115
VII.2 Exécution des travaux de pose de canalisations .....	115

VII.2.1 Execution des tranchées .....	115
VII.2.2 Pose du lit de sable.....	115
VII.2.3 Pose des conduites .....	115
VII.2.4 Assemblage des conduites en PEHD .....	116
VII.2.5 Remblayage des tranchées .....	116
VII.2.6 Nivellement et compactage .....	116
VII.2.7 Choix des engins du chantier.....	116
VII.3 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....	117
VII.4 Calcul des volumes des travaux de l’adduction et de distribution .....	118
VII.4.1 Calcul de volume de terrassement .....	118
VII.5 Conclusion .....	122
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>124</b>



## **Liste des tableaux**

Tableau I.1: Caractéristiques géographiques de la station étudiée.....	8
Tableau I.2: Précipitations mensuelles de la station de F'kirina (mm) (1982—2016).....	9
Tableau I.3 : Données de températures recueillis dans la station de F'kirina °C.....	10
Tableau I.4 : L'évaporation moyenne mesurée à la station de F'kirina .....	11
Tableau I.5: Humidité relative à la station F'kirina (1985—2016) .....	12
Tableau I.6 : La vitesse du vent en m/s (1985_2016).....	13
Tableau I.7 : Insolation moyenne journalière (heure / jour) (1977—2011).....	14
Tableau I .8: Caractéristiques climatiques.....	15
Tableau II.1 : Les résultats des analyses pédologiques du profil N°1.....	24
Tableau II.2 : Les résultats des analyses pédologiques du profil N°2.....	25
Tableau II.3: Les résultats des analyses pédologiques du profil N°3.....	25
Tableau II.4 : Fiche synoptique de la retenue .....	28
Tableau II.5 : Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation .....	29
Tableau II .6 : Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique .....	30
Tableau II.7 : Classification des eaux en fonction de SAR .....	31
Tableau II .8: Caractéristiques de la station pluviométriques .....	33
Tableau II .9: Répartition mensuelle des précipitations en mm .....	34
Tableau II.10 : Caractéristiques de la série pluviométrique.....	35
Tableau II.11 : Test d'homogénéité de la série pluviométrique .....	37
Tableau II .12:Ajustement à la loi normale.....	40
Tableau II.13 : Ajustement à la loi log normale.....	42
Tableau II.14 : Test de validité de l'ajustement .....	43
Tableau II.15 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm .....	44
Tableau III1 : Calcul de l'évapotranspiration .....	49
Tableau III 2 : Calcul de pluie efficace pour chaque mois en mm .....	51
Tableau III.3: Gammes des cultures proposées à la zone d'étude.....	52
Tableau III 4 : Les assolements proposés .....	53

Tableau III 5 : Cycle végétatif des cultures .....	54
Tableau III 6 : Besoins en eau du blé .....	55
Tableau III 7 : Besoins en eau de l'orge grain. ....	55
Tableau III 8 : Besoins en eau de l'avoine .....	56
Tableau III 9 : Besoins en eau de luzerne .....	56
Tableau III 10 : Besoins en eau de pomme de terre .....	57
Tableau III 11 : Besoins en eau de l'oignon vert +l'ail.....	57
Tableau III 12 : Besoins en eau de concombre .....	58
Tableau III 13 : Besoins en eau de tomate .....	58
Tableau III 14 : Besoins en eau de la courgette.....	59
Tableau III 15 : Besoins en eau des choux .....	59
Tableau III 16: Besoins en eau de haricot .....	60
Tableau III17 : Besoins en eau de betterave.....	60
Tableau III 18 : Besoins en eau de carotte .....	61
Tableau III 19 : Besoins en eau de l'oignon vert .....	61
Tableau III 20 : Besoins en eau de l'ail .....	62
Tableau III 21 : Besoins en eau de l'olivier .. ;.....	62
Tableau III 22 : Besoins en eau d'irrigation des cultures de la plaine de F'kirina .....	63
Tableau III 23 : Les besoins totaux du périmètre .....	66
Tableau IV.1 : Type de bornes en fonction de superficies des îlots .....	70
Tableau IV. 2: Choix du diamètre de la borne.....	71
Tableau IV.3 : Calcul des débits des îlots et choix du type de bornes .....	72
Tableau IV.4 : Les paramètres de perte de charge.....	76
Tableau IV.5 : Résultat de calcul .....	78
Tableau V.1 : Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation .....	89
Tableau VI.1 : Résultat de calcul pratique d'aspersion .....	100
Tableau VI.2 : Calcul du diamètre de la conduite secondaire.....	112
Tableau VI.3: Tableau récapitulatif.....	112
Tableau VII.1:Facture des différents types de conduites du réseau de distribution .....	117

Tableau VII.2: Coûts des équipements de protection du réseau de distribution .....	118
Tableau VII.3 : Calcul des différents volumes .....	121
Tableau VII.4:Coût des travaux de terrassement .....	122

## Liste des figures

Figure I.1: Situation géographique de la wilaya d'Oum El Bouaghi.....	5
Figure I.2: Localisation du périmètre d'étude.....	7
Figure I.3: Valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie.....	9
Figure I.4 : Représentation des températures moyennes de la station de F'kirina.....	10
Figure I.5 : Valeurs moyennes de l'évaporation.....	11
Figure I.6 : L'évolution mensuelle de l'humidité relative.....	12
Figure I.7 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent .....	13
Figure I.8 : Insolations moyenne journalière.....	14
Figure I.9 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	17
Figure I.10: Climagramme de GAUSSEN .....	18
Figure II.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation .....	32
Figure II.2 : Graphique d'ajustement à la loi normale.....	40
Figure II.3 : Graphique de l'ajustement à la loi log-normale .....	42
Figure VI .1: Exemple d'une couverture totale .....	92
Figure VI .2: Exemple d'une couverture intégrale .....	92
Figure VII.1 : Schéma d'une tranchée .....	119

## **Liste des planches**

### **Planche N°01 :**

Plan de situation du périmètre de F'kirina (W.Oum El Bouaghi).

### **Planche N°02 :**

Plan d'ensemble du périmètre d'irrigation de F'kirina (W.Oum El Bouaghi).

### **Planche N°03 :**

Profil en long de la conduite principale d'adduction.

### **Planche N°04 :**

Plan de réseau d'irrigation goutte à goutte de la parcelle P21.

## **Liste des abréviations**

**ANRH Alger** . Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques.

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

**INSID OUM EL BOUAGHI**. Institut National des Sols de l'Irrigation et Drainage.

**DHW OUM EL BOUAGHI**. Domestic Hot Water.



***Introduction générale***

### **Introduction générale**

L'agriculture est un processus par lequel les êtres humains aménagent leurs écosystèmes et contrôlent le cycle biologique des espèces domestiques, dans le but de produire des aliments et d'autres ressources utiles à leurs sociétés. Elle désigne l'ensemble des savoir-faire et activités ayant pour objet la culture des sols et plus généralement, l'ensemble des travaux sur le milieu naturel permettant de cultiver et prélever des êtres vivants à l'être humain.

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement favorable d'un pays.

L'eau étant le défenseur de toute croissance économique, nous nous trouvons l'obligation de mettre en place des arrangements compétents, de gestion, de conservation et de mise en valeur de cette ressource, afin de répondre aux besoins croissant de tous les secteurs économiques sans pour autant compromettre les capacités régénératives des milieux naturels.

Dans le cadre des efforts de l'état pour le développement du secteur de l'agriculture et du bon établissement des terres agricoles et dans l'entour du développement favorable, avait impétré d'une importance majeure.

L'étude de cet projet a pour objectif de dimensionner le périmètre d'irrigation de F'kirina dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, qui est alimenté par la retenue collinaire d'Oulmène. Pour cela nous sommes appuyés sur l'étude des caractéristiques de la zone d'étude, les paramètres climatiques et pédologiques et la qualité de l'eau de la retenue collinaire et de déterminer les besoins en eau des cultures et de dimensionner le réseau d'adduction et de distribution.

A la fin, une estimation technico-économique du cout total sera nécessaire pour évaluer l'agréabilité du projet hydro-agricole du périmètre de F'kirina.



# *Chapitre I*

## *Présentation de la zone d'étude*

**Chapitre I présentation de la zone d'étude****I.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons entamer la présentation de notre zone d'étude F'kirina situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, on prend en compte la situation géographique, les caractéristiques climatiques et socio-économiques qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation.

**I.2 Situation géographique de la wilaya d'Oum El Bouaghi**

La wilaya d'Oum El Bouaghi (Figure I.1) se situe au Nord de l'Algérie dans la région des Hauts plateaux constantinois au centre des wilayas de l'Est Algériens et s'étend sur une superficie 7638.13 km<sup>2</sup>, Elle est localisée entre les longitudes 7°06'48" et 6°57'22" Est et les latitudes 36°03'69" et 35°52'31" Nord, et elle s'élève à 925 m du niveau de la mer.

Cette wilaya est limitée par:

- Au Nord par la wilaya de Guelma.
- Au Nord-Ouest par la wilaya de Constantine.
- A l'Ouest par la wilaya de Mila.
- Au Sud-Ouest par la wilaya de Batna.
- Au Sud par la wilaya de Khenchela.
- A l'Est par la wilaya de Tebessa.
- Au Nord-Est par la wilaya de Souk Ahras.



**Figure I.1:** Situation géographique de la wilaya d'Oum El Bouaghi (Source: Wikipedia, Echelle: 1/50 000).

### I.2.1 Présentation géologique

La wilaya d'Oum El Bouaghi appartient au domaine des hautes plaines Constantinoises et est installée au pied des périmètres hauteurs du Tell Constantinois qui déterminent au Nord-Ouest le paysage est dominé par la masse du Djbel Guérioun. Vers le Nord-Est, l'horizon s'ouvre largement vers les hautes plaines de Berriche et d'Ain Beida. Vers le Sud se développent les Chotts Constantinois.

Trois reliefs isolés accidentent le plan d'Oum El Bouaghi:

- Djbel Guellif au Sud-Ouest d'Oum El Bouaghi.
- Le célèbre Djbel Sidi Reghis au Nord de la ville.
- Au Sud de plan se dresse la table calcaire du Djebel Tarf 1134 m.

Autour de ces reliefs se disposent des zones plates d'environ 780 m de haut et dans celles-ci sont installées la Garaet Guellif et le bord Nord de la Garaet Taraf.

**I.2.2 Hydrographie**

La situation géographique de la commune d'Oum El Bouaghi dans les hautes plaines Constantinoises et au pied des premières hauteurs du tell qui constituent une barrière naturelle fait que dans le domaine de l'hydrographie; L'endoréisme est dominant. Les oueds convergent vers les chotts du Sud et de Sud- Est, à l'exception des oueds du douar Medfoun qui font partie du bassin versant de la seybose.

La région est alimentée par des nappes phréatiques permettant à la population résidente de prélever l'eau soit par puisement soit gravitaire (notamment la population résidente).

Les flancs Est et Ouest de djebel Sidi R'ghiss alimentent la nappe des calcaires aptiens de Bir Djedida (à l'Ouest). Les eaux souterraines sont mobilisées au moyen de puits individuels et des forages.

**I.3 Présentation géographique du périmètre d'étude**

Le périmètre d'étude est situé à 13 km au Sud-Ouest d'Ain El Beida et à 38 km au Sud-Est d'Oum El Bouaghi, et s'étend sur une superficie totale de 220 Ha.

Il prend une forme triangulaire. Il s'étend entre les parallèles  $35^{\circ} 43' 51''$  et  $35^{\circ} 44' 43''$  Nord et les longitudes  $7^{\circ} 19' 58''$  et  $7^{\circ} 21' 45''$  Est (Figure I.2).

En indiquant comme limites approximatives :

- Guraet Taref à l'Ouest.
- La route nationale reliant Ain El Beida–Khenchela pour le coté Est.
- Mechta Bir El Mennten du côté Nord.
- Au Sud la ville de F'kirina.



**Figure I.2:** Localisation du périmètre d'étude (Source: Google Maps 2020, Echelle: 1/25000).

## I.4 Conditions climatiques

L'étude climatologique est importante dans la mesure où elle affecte le choix des cultures et les modes de mise en valeur.

Dans un projet d'irrigation, les facteurs climatiques les plus déterminants tenant à la situation géographique du projet sont les données de températures et de pluviométrie, d'humidité relative, d'évaporation, d'intensité des vents, ainsi que l'ensoleillement et l'insolation forment un ensemble d'éléments décisifs.

### I.4.1 Le climat

Le climat de cette région est de type continental froid et pluvieux en hiver, chaud et sec en été. Les périodes de printemps et d'automne sont courtes. Généralement, cette région est soumise à un climat des hautes plaines.

Pour l'élaboration de la présente description du climat de la région en étude, il a été procédé à l'adaptation des données météorologiques observées à la station

d'Oum El Bouaghi fournies par l'ONM (Tableau I.1), qui sont convenables pour caractériser le climat de la région d'étude.

**Tableau I.1:** Caractéristiques géographiques de la station étudiée.

Station	Code	Coordonnées			Années d'observation
		X	Y	Z	
Oum El Bouaghi	07 07 18	7°06'58"E	35°52'36"N	950(m, NGA)	35

Source: ONM Alger.

**I.4.2 La pluviométrie**

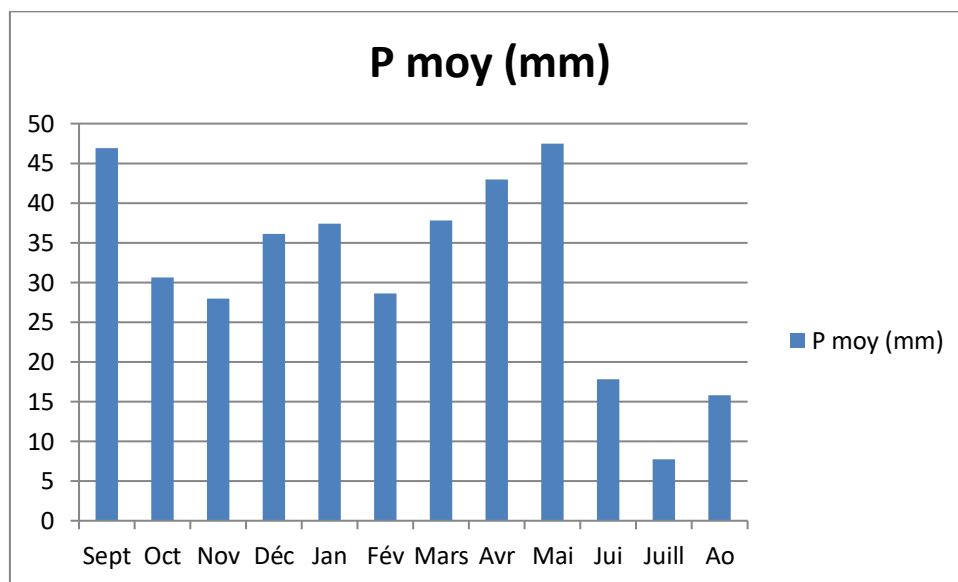
La pluviométrie mesure l'ensemble des précipitations sous forme de pluie, de grêle ou de neige qui se produisent sur une aire géographique et pendant une période données. ainsi que c'est un facteur écologique essentiel qui nous permet d'apprécier le régime pluviométrique saisonnier et leurs fluctuations ce qui est indispensable en irrigation.

**Tableau I.2:** Précipitations mensuelles de la station de F'kirina (mm) (1982—2016).

Saisons	Automne			Hiver			Printemps			Eté			
mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Ao	Moy annuelle
Précipitation moy (mm)	46.89	30.64	27.94	36.14	37.39	28.63	37.8	42.95	47.44	17.83	7.74	15.79	377.17

Source: ANRH Alger.

On remarque que la pluviométrie annuelle est 377 mm, les mois de printemps sont les plus pluvieux.



**Figure I.3:** Valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie.

**I.4.2 Les températures**

La température est un facteur limitant, permet la détermination du climat, elle influe sur la croissance des plantes, donc la connaissance des températures est nécessaire pour déterminer leurs incidences sur le choix de culture.

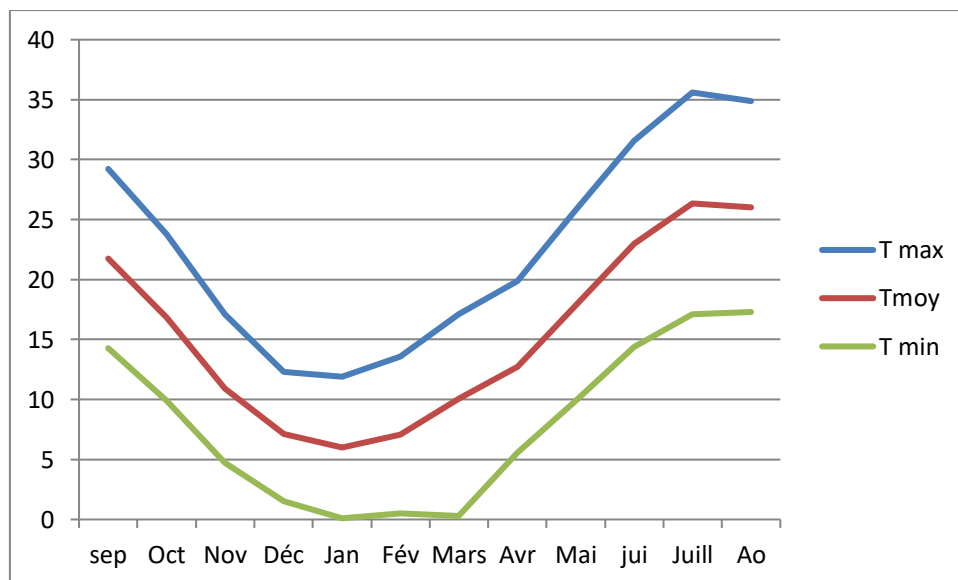
Les relevés mensuels moyens des températures sur une période de 34 ans(1977-2011), ils sont donnés par le tableau suivant :

**Tableau I.3:** Données de températures recueillis dans la station de F'kirina °C.

Mois	sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	ju	Juill	Ao	Moy
<b>T Max</b>	29.2	23.8	17.1	12.3	11.9	13.6	17.1	19.9	25.8	31.6	35.6	34.9	23.7
<b>T min</b>	14.3	9.9	4.7	1.5	0.1	0.5	0.3	5.6	9.9	14.4	17.1	17.3	8.6
<b>T moy</b>	21.75	16.85	10.9	7.15	6.0	7.05	10.05	12.75	17.85	23.0	26.35	26.0	15.48

Source : ONM Alger.

D'après le **tableau I.3** on remarque que la période la plus chaude correspond au mois de Juillet et Aout avec une température moyenne de 35.25°C, tandis que la période la plus froide correspond au mois de Janvier et Février avec une température moyenne de 0.3°C.



**Figure I.4:** Représentation des températures moyennes de la station de F'kirina.



### I.4.3 L'évaporation

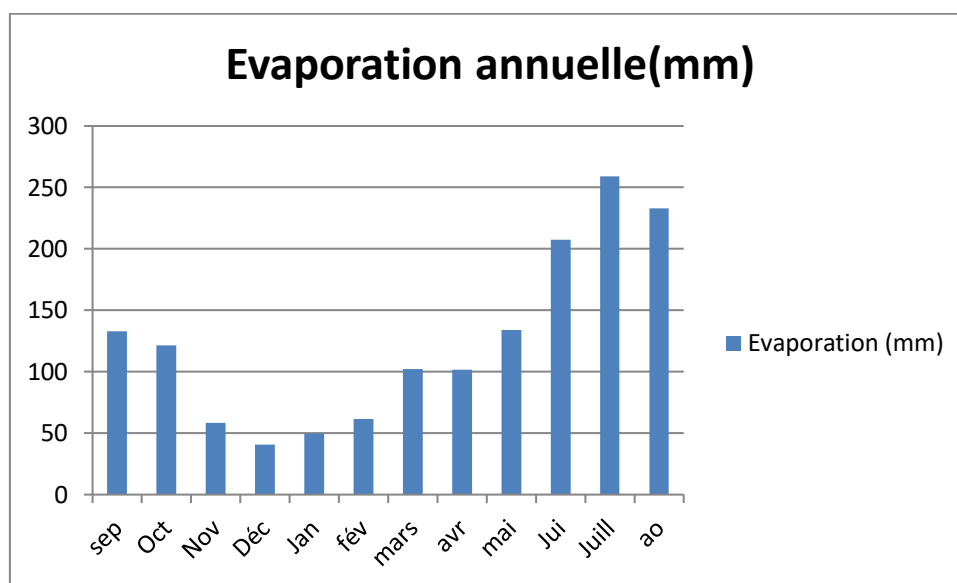
L'évaporation est un passage de l'état liquide à l'état gazeux, alors c'est la transformation de l'eau en vapeur d'eau. Sous cette forme gazeuse elle entre dans l'atmosphère, les végétaux perdent de l'eau par les feuilles, son effet est de réduire la température de l'environnement.

**Tableau I.4:** L'évaporation moyenne mesurée à la station de F'kirina (1985—2016).

Mois	sep	Oct	Nov	Déc	Jan	fév	mars	avr	mai	Jui	Juill	Ao	Moy annuelle
<b>Evaporation (mm)</b>	133.0	121.5	58.5	40.8	49.6	61.6	102.4	101.4	133.9	207.2	259.2	233.1	1502.2

Source: ONM Alger.

On remarque que l'évaporation maximale est dans le mois de Juillet, elle atteint 259 m.



**Figure I.5:** Valeurs moyennes de l'évaporation.

**I.4.5 Humidité relative %**

L'humidité relative ou l'état hydrométrique est le rapport de la tension de vapeur à la tension maximale, contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale.

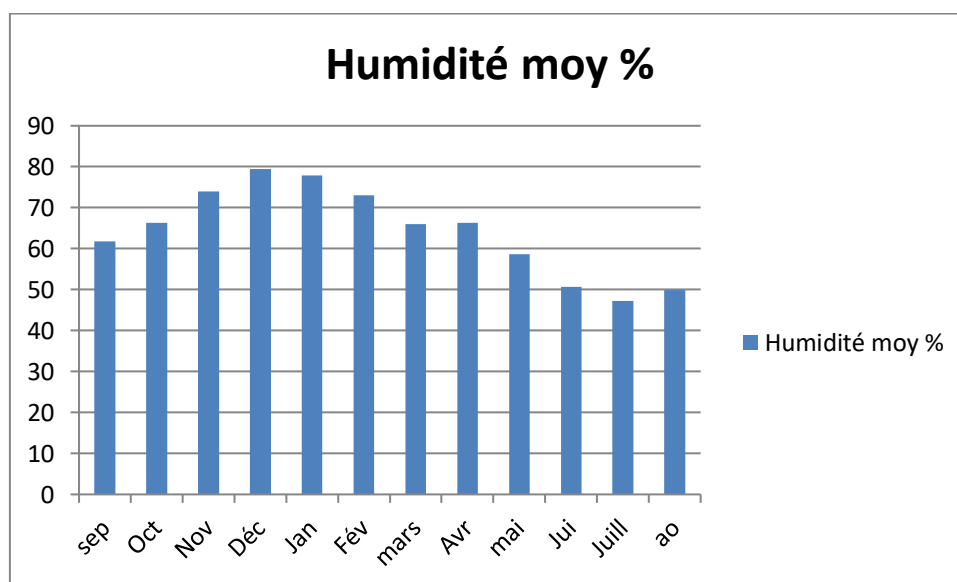
Les valeurs de l'humidité relative de l'air à la station de F'kirina sont représenté dans le tableau suivant:

**Tableau I.5:** Humidité relative à la station F'kirina (1985—2016).

Mois	sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	mars	Avr	mai	Jui	Juill	Ao	Moy
<b>Humidité Moyenne %</b>	61.71	66.31	73.90	79.46	77.8	73.06	66.05	66.30	58.59	50.70	47.23	49.96	64.25

Source: ONM Alger.

On remarque que l'humidité relative pour tous les mois est entre 49% et 80%.



**Figure I.6:** L'évolution mensuelle de l'humidité relative.

### I.4.6 Le vent

Le vent est un facteur important pour la détermination de choix du système d'irrigation, il influe considérablement sur l'évapotranspiration. La connaissance de la vitesse du vent est nécessaire pour la mise en valeur agricole d'une région notamment l'orientation des brises vents.

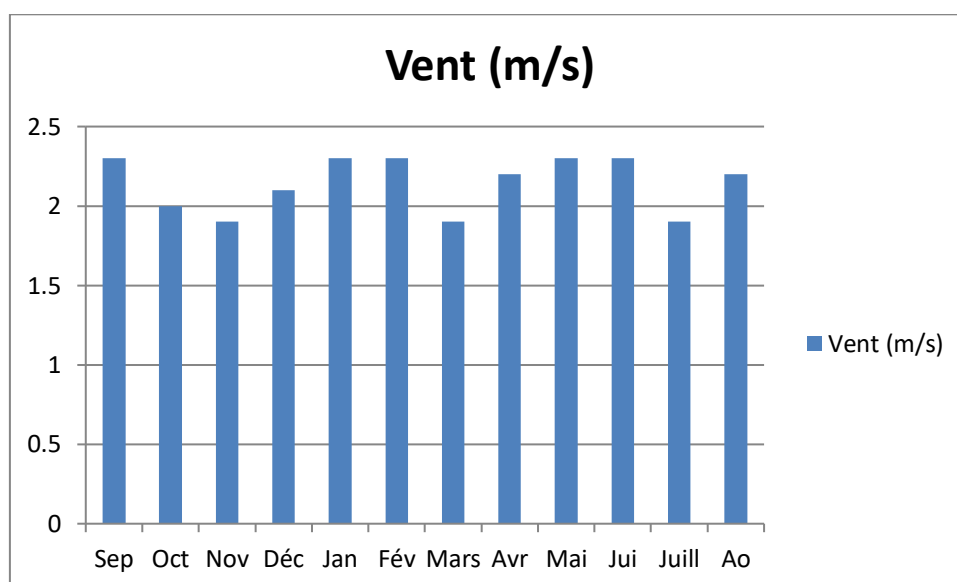
Au cours de l'année, les vents dominants sont du secteur Nord, d'après le tableau ci-dessous la vitesse moyenne annuelle du vent est de 2m/s.

**Tableau I.6:** La vitesse du vent en m/s (1985—2016).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Ao	Moy
Vent(m/s)	2.3	2.0	1.9	2.1	2.3	2.3	1.9	2.2	2.3	2.3	1.9	2.2	2.0

Source: ONM Alger.

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année. La moyenne annuelle est de 2 m/s.



**Figure I.7:** Valeurs moyennes de la vitesse du vent.

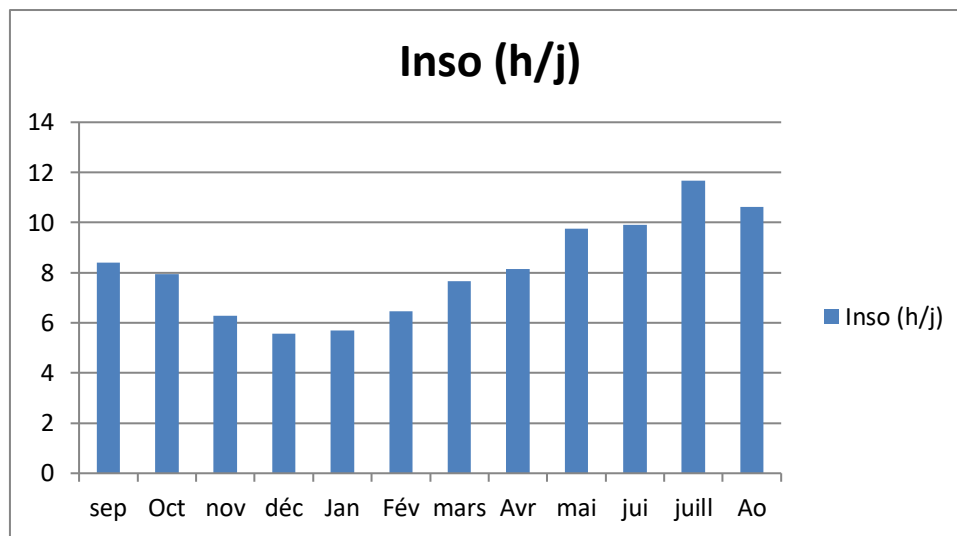
#### I.4.7 Durée d'insolation

L'insolation est un paramètre climatique qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle  $ET_0$ ; autrement dit que c'est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol.

**Tableau I.7:** Insolation moyenne journalière (heure / jour) (1977—2011).

Mois	sep	Oct	nov	déc	Jan	Fév	mars	Avr	mai	jui	juill	Ao	Moy
Inso (h/j)	8.41	7.93	6.28	5.56	5.7	6.45	7.66	8.14	9.75	9.92	11.67	10.63	8.17

Source: ONM Alger.



**Figure I.8:** Insolations moyenne journalière.

#### I.5 Indices agro-météorologique

Pour déterminer le type du climat et l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, on a deux facteurs essentiels: la pluviométrie et la température. Les indices les plus connus sont ceux de De MARTONNE et le quotient pluviométrique d'EMBERGER et le diagramme d'Embrothermique de GAUSSEN.

### I.5.1 L'indice d'aridité de DE MARTONNE

L'indice d'aridité de DE MARTONE 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:

$$I = P/(T + 10) \dots\dots\dots (I .1)$$

Avec:

**I:** indice climatique,

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

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

Les limites des climats d'après l'indice climatique de DE MARTONNE sont données dans le tableau suivant :

**Tableau I.8:** Caractéristiques climatiques.

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat	Irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec (aride)	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec (semi-aride)	Souvent indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide (sub-humide)	Parfois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

D'après la formule (I .1), on obtient:  $I = 377.17/(15.48 + 10) = 14.80$ .

Donc : **I= 14.80**

Selon l'indice d'aridité de DE MARTONNE, on constate d'après la classification ci-dessus, que la région est semi-aride à un régime de climat sec, et que l'irrigation est souvent indispensable.

**I.5 .2 Le quotient pluviométrique d'EMBERGER**

Le quotient pluviométrique, autrement dit l'indice climatique d'EMBERGER a pour but de définir les cinq types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne, il s'exprime comme suit:

$$Q = (2000 \times P) / (M^2 - m^2) \dots \dots \dots (I.2)$$

Avec:

**Q:** coefficient pluviométrique d'EMBERGER,

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

**M:** moyenne des températures maximales (Kelvin),

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

Pour que

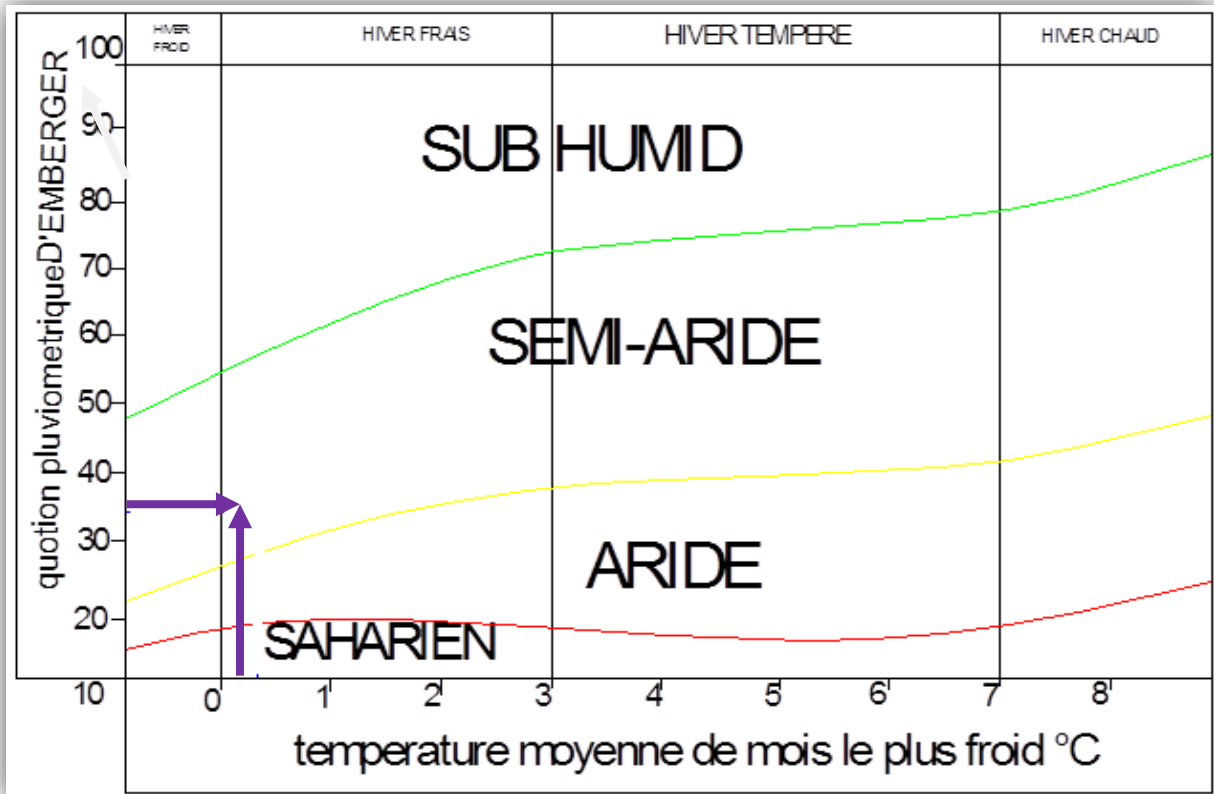
$$P = 377.17 \text{ mm.}$$

$$M = 35.6 \text{ }^\circ\text{C} = 35.6 + 273 = 308.6 \text{ }^\circ\text{K.}$$

$$m = 0.1 \text{ }^\circ\text{C} = 0.1 + 273 = 273.1 \text{ }^\circ\text{K.}$$

D'après (I.2) on obtient: **Q = 36.58 mm**

On a:



**Figure I.9:** Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

D'après ce diagramme, En portant la valeur de Q dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid (0.1°C), on peut dire que le climat de notre région c'est un climat **semi-aride**.

### I. 5.3 Classification du climat à partir de diagramme d'Embrothermique de GAUSSEN

Le climagramme de GAUSSEN est une représentation graphique de la variation des précipitations et des températures en fonction du temps (mois). Il nous permet de déterminer la période sèche ou l'irrigation est indispensable.

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

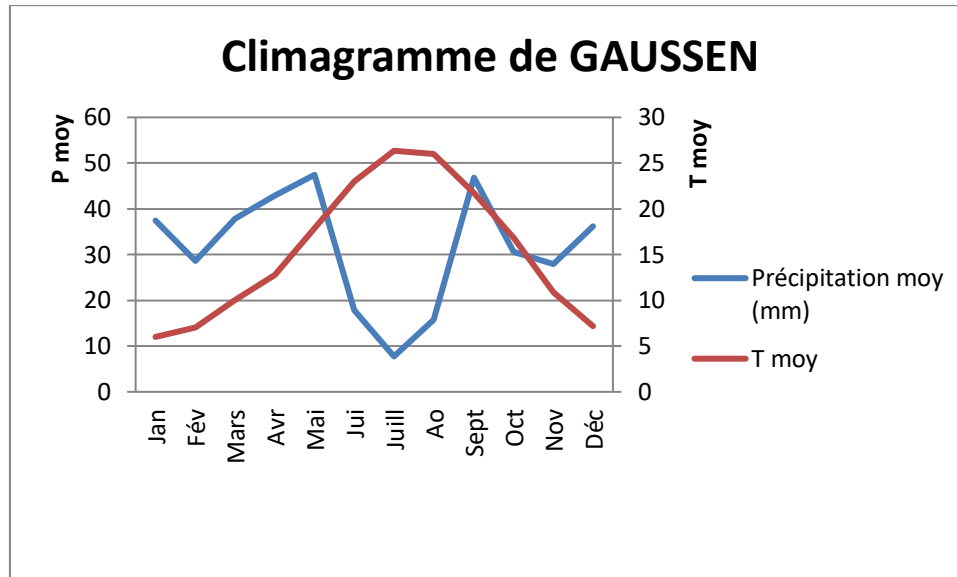


Figure I.10: Climagramme de GAUSSEN.

#### Description du graphe

D'après le climagramme de GAUSSEN, on remarque que les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison; alors, il existe les deux périodes, humide et sèche.

Donc:

- ✓ La saison humide allant du mois de Octobre jusqu'au mois de Mai.
- ✓ La saison sèche allant du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre.



**I.6 Conclusion**

Dans ce chapitre on prend comme conclusion que notre travail est basé principalement sur l'étude des données pluviométriques et climatiques du périmètre d'étude.

Les paramètres agro-météorologiques indiquent que notre zone d'étude est soumise à un régime de climat sec et l'irrigation est souvent indispensable.

Ces différentes informations représentent les premières données de base pour l'élaboration du dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre d'étude.

**Chapitre II**

***Ressources en sol et  
en eau***

## Chapitre II Ressources en sol et en eau

### II.1 Introduction

Les sols constituent une composante essentielle des ressources terrestres, du développement agricole et de la durabilité écologique, ils sont à la base de la production alimentaire, de la production carburants et de fibres .

En irrigation, le sol se présente comme un réservoir capable de stocker de l'eau pour la restituer ensuite à la plante au fur et à mesure de ses besoins.

Le but de l'étude pédologique du sol d'un périmètre est de:

- Apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation.
- Fournir les données fondamentales caractérisant les relations eau-sol.

### II.2 Ressource en sol

#### II.2.1 But de l'étude pédologique

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié pour assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement.
- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture.

### II.2.2 Description et classification des sols du périmètre

La classification des sols utilisée est celle de la CPCS, 1967, conjointement avec celle de Ruellan, 1975, sur les sols méditerranéens calcaires.

Les critères de classification utilisés sont surtout: la profondeur, la teneur en calcaire total et actif, hydromorphie, halomorphie et la recalcification.

L'étude pédologique du périmètre de F'kirina et l'instauration de la carte des sols ont approuvé de dissocier trois classes de sol.

Il s'agit des sols peu évolués d'origine non climatique, d'apport alluvial modaux, des sols calcimagnésiques carbonatés brun calcaires à encroûtement et les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux.

- **Les sols calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires à encroûtements :**

Ce sont des sols caractérisés par la présence d'un encroûtement calcaire en profondeur variant entre 90 et 140 cm, leur charge en cailloux reste très forte dans les horizons intermédiaires.

Leur texture est généralement limoneuse à limono-argileuse avec des taux de calcaire qui peuvent dépasser 44% en profondeur au contact de la croûte calcaire.

Leur salinité est très faible et ne dépasse pas de 0.7 mmhos/cm.

- **Les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux :**

Ces sols situés au Nord-ouest du périmètre, ils sont des sols de montagnes sur substrat soit rocheuse tendre plus ou moins altéré, soit rocheux dur avec des horizons humifères très minces.

Ces sols ont une texture limoneuse avec des taux de calcaire atteignant 36%, ils sont caractérisés par une forte charge en cailloux à partir de 60 cm de profondeur.

- **Les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux :**

Ces sols s'étendent sur la partie Est du périmètre, ils sont caractérisés par une profondeur moyenne et un manque d'encroûtement dans le profil.

Leur texture est limoneuse à limono-argileuse avec des taux d'argile ne dépassant pas 33%. Le taux de calcaire fluctue entre 21 et 34% avec un calcaire actif compris entre 12 et 14%.

Leur pH est supérieur à 8.2 sans dépasser 8.8 avec des valeurs basses pour la conductivité électrique (0.3 à 0.8 mmhos/cm).

### **II.2.3 Caractéristiques physico-chimiques des sols**

Les analyses physico-chimiques du sol de notre périmètre ont porté sur :

- La granulométrie.
- La matière organique.
- Le calcaire total et actif.
- Le potassium K.
- Le pH.
- La Conductivité Électrique(CE).

Les résultats des analyses pédologiques de différents profils sont représentés dans les tableaux suivants.

**Profil N°1:**

Les caractéristiques des différents horizons pris pour les analyses pédologiques sont illustrées dans le tableau suivant.

**Tableau II.1:** Les résultats des analyses pédologiques du profil N°1.

1	2	N° horizon	
0-20	20-40	Profondeur en cm	
17.30	28.70	Argile en %	Granulométrie
38.70	34.50	Limons en %	
44.00	36.80	Sable en %	
1.12	0.81	M O en %	
0.65	0.47	C en %	
16.88	26.25	Caco <sub>3</sub> total en %	
6.70	15.77	Caco <sub>3</sub> actif en %	
4.56	3.46	Potassium K (meq/100g)	
8.67	8.64	Ph	
0.25	0.31	C E en (mmhos/cm)	

Source: INSID d'Oum El Bouaghi.

**Profil N°2:**

Les caractéristiques des différents horizons pris pour les analyses pédologiques sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau II.2:** Les résultats des analyses pédologiques du profil N°2.

1	2	N° horizon	
0-32	32-75	Profondeur en cm	
32.70	36.60	Argile en %	Granulométrie
34.70	40.40	Limons en %	
32.60	23.00	Sable en %	
1.00	0.67	M O en %	
0.58	0.39	C en %	
38.25	45.00	Caco <sub>3</sub> total en %	
15.03	16.82	Caco <sub>3</sub> actif en %	
5.38	2.44	Potassium K (meq/100g)	
8.37	8.03	pH	
0.23	2.93	C E en (mmhos/cm)	

Source: INSID d'Oum El Bouaghi.

**Profil N°3:**

Les caractéristiques des différents horizons pris pour les analyses pédologiques sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau II.3:** Les résultats des analyses pédologiques du profil N°3.

1	2	3	N° horizon	
0-40	40-80	80-150	Profondeur en cm	
29.20	26.50	37.60	Argile en %	Granulométrie
37.00	35.30	41.40	Limons en %	
33.80	38.20	21.00	Sable en %	
0.81	0.60	0.43	M O en %	
0.47	0.35	0.25	C en %	
23.63	27.00	46.88	Caco <sub>3</sub> total en %	
8.93	14.58	18.30	Caco <sub>3</sub> actif en %	
3.46	2.56	2.56	Potassium K (meq/100g)	
8.66	8.43	8.30	pH	
0.64	2.37	2.50	C E en (mmhos/cm)	

Source: INSID d'Oum El Bouaghi.

**Interprétations:**

Bien que localement détectée au niveau du périmètre, la salure demeure une contrainte sérieuse si la conductivité électrique dépasse 4 mS/cm.

Les sols du périmètre sont localement atteints par la salure où on a enregistré en bas de certains profils des valeurs supérieures à 2 mS/cm. Ce qui représente une alerte et une mise en garde afin de prendre au sérieux ce paramètre et de surveiller son évolution sous irrigation.

**II.2.4 Aptitudes culturales**

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

Les critères de détermination des aptitudes culturales reposent essentiellement sur les caractères morphologiques des sols et leur position topographique sans tenir compte de la ressource en eau. Ainsi la détermination est établie en considérant que l'on dispose d'une eau d'irrigation de bonne qualité.

**1. Arboriculture**

De façon générale, les sols présentent de bonne aptitude pour des espèces comme: L'olivier. Certain sol présent des aptitudes de moyenne pour l'arboriculture tel que l'abricotier et le poirier.

**2. Cultures industrielles**

Les cultures industrielles peuvent être introduites dans le périmètre étudié, en particulier la tomate industrielle et la betterave sucrière dans les salles présente des bonnes aptitudes culturales.

**3. Culture céréales et fourragères**

Les sols présente de bonne aptitude en moyenne pour les cultures suivantes: La luzerne le blé l'orge et l'avoine.

**4. Culture maraîchère**

De façon générale, les sols présentent de bonnes aptitudes pour les cultures telles que : La tomate, la pomme de terre, la carotte, la courgette, concombre haricot, oignon et l'ail.



### II.3 Ressources en eau

L'eau représente un facteur important et nécessaire pour la végétation et le développement socio-économique.

L'analyse des ressources en eau sera axée sur la mobilisation des ressources en eau suffisantes et la qualité de l'eau d'irrigation.

Dans la région de F'kirina, les besoins d'irrigation provient de la retenue collinaire d'Oulmène.

#### II.3.1 ressources en eau du périmètre

La retenue collinaire d'Oulmène se situe à l'Est du périmètre avec des coordonnées LAMBERT sont  $X= 927 .00 \text{ KM}$ ;  $Y= 281.20 \text{ KM}$ ;  $Z= 975.00 \text{ m NGA}$ ; qui a un volume régularisable de  $1.19 \text{ hm}^3$ .

Le bassin versant a une superficie de  $49.29 \text{ km}^2$ , ce dernier contient une couverture végétale est constitués de terre pâturage cultivés.

Les sites étudiés sont implantés dans une région qui contient des formations géologiques tels que le quaternaire au piémont des massifs calcaires, le miocène gréseux, le moi-pliocène représenté par des calcaires lacustres, les sédiments alluvionnaires et les glaciis polygéniques. La présence des calcaires au niveau des fissures nous permet de dire qu'il ya la perméabilité et les pertes par infiltrations sont importante a travers les fissurations.

Les caractéristiques hydrauliques de la retenue collinaire sont représentées dans le tableau suivant.

**Tableau II.4:** Fiche synoptique de la retenue.

Caractéristique		
Surface du bassin versant	Km <sup>3</sup>	49.29
Volume utile de la retenue (Vu)	Mm <sup>3</sup>	2.21
Volume mort (Vm)	m <sup>3</sup>	17448
Surface noyée (Sn)	Ha	60
Volume régularisable	Mm <sup>3</sup>	1.19
Niveau normal de la retenue NNR	Mnga	977
Débit de crue naturel(Qn)	m <sup>3</sup> /s	Q1%=82 Q0.1%=120
Débit de crue laminé(Ql)	m <sup>3</sup> /s	Q1%=49.95 Q0.1%=120
Niveau de seuil déversant (B)	M	16
Niveau des plus hautes eaux PHE	Mnga	PHE (1%)=978.39 PHE (0.1%)=978.87
Lame d'eau sur le seuil déversant (m)	M	h (1%)=1.39 h (0.1%)=1.87

Source: DHW Oum El Bouaghi.

### II.3.2 Etude de la qualité d'eau d'irrigation des eaux de la retenue collinaire

Il est important d'étudier la qualité d'eau d'irrigation, pour cela il y a des facteurs nécessaires il faut les vérifier qui sont:

- Risque de salinité.
- Risque de sodium.
- Carbonates et bicarbonates Ca et Mg.
- Le pH.
- Anions toxiques.

Les données sont représentés dans le tableau suivant:

**Tableau II.5:** Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation.

Paramètres	Valeurs
Ca <sup>++</sup>	281 mg/l = 14.04 méq/l
Mg <sup>++</sup>	174 mg/l = 14.47 méq /l
Na <sup>+</sup>	425 mg/l = 18.48 méq/l
K <sup>+</sup>	5.9 mg/l = 0.15 méq/l
HCO <sub>3</sub>	146 mg/l = 2.40 méq/l
Conductivité à 25°C	1.01 mmhos/cm
Ph	7.6
SAR	4.89

Source: ANRH Blida.

### II.3.3 Classification des eaux pour l'irrigation

Pour la classification des eaux d'irrigation dans notre thème, nous sommes basées sur la classification américaines. Cette dernière est basée sur deux paramètres sont:

- La conductivité électrique CE.
- Le rapport d'absorption du sodium SAR.

#### 1. la conductivité électrique

La conductivité électrique caractérise l'aptitude d'une solution à laisser les charges électriques se déplacer librement et donc permettre le passage d'un courant électrique, elle est mesurée en 25°C et exprimée en mmhos/cm.

Pour notre cas, la conductivité électrique de la retenue collinaire d'Oulmène a une valeur moyenne de CE= 1.01 mmhos/cm.

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.

**Tableau II.6:** Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Cultures
C1	$CE \leq 0.25$	Eau de risque faible (salinité)	Pour toutes les cultures.
C2	$0.25 \leq CE \leq 0.75$	Eau de risque moyen	Pour les plantes moyennement tolérantes.
C3	$0.75 \leq CE \leq 2.25$	Eau de risque élevé	Ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
C4	$CE \geq 2.25$	Eau de risque très élevé	Eau difficilement utilisable.

**Interprétation:**

Tant que la conductivité électrique de notre eau est de classe C3, donc on peut dire que la qualité de l'eau d'irrigation est de risque de salinité élevé et qui ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.

Puisque notre eau a une salinité forte, on suppose de faire un lessivage pour empêcher la salinisation, mais tant que l'alcalinité est faible donc le lessivage est négligeable et on ne va pas l'ajouter dans le calcul des besoins en eau des cultures.

## 2. Le coefficient d'absorption du sodium SAR

Le SAR est le rapport appliqué à l'eau d'irrigation pour exprimer l'activité relative des ions sodium dans les réactions d'échange de sol, le sodium contenu dans l'eau peut se fixer sur le complexe du sol, pour la diminution de ce risque, il est nécessaire de comparer la concentration des cations  $Na^+$  avec celle de  $Mg^{++}$  et  $Ca^{++}$ , alors:

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

Avec:

**Na:** sodium en mg équi / l;

**Ca:** calcium en mg équi / l;

**Mg:** magnésium en mg équi / l;

Donc: SAR = 4.89

D'après le tableau suivant on distingue:

**Tableau II.7:** Classification des eaux en fonction de SAR.

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

### Interprétation:

D'après la valeur de SAR obtenue ( $SAR < 10$ ), on peut conclure que le risque d'alcalinisation est faible.

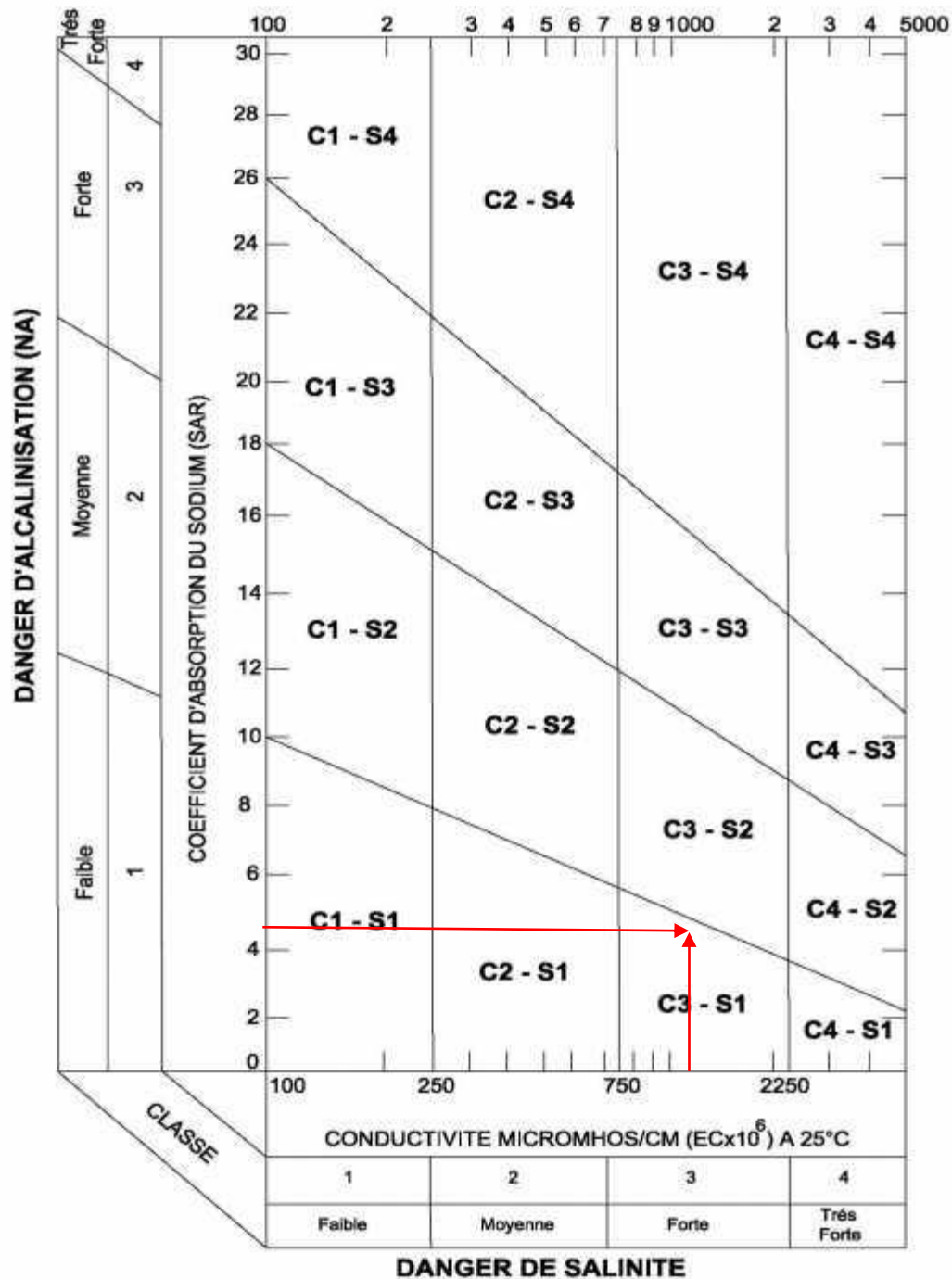


Figure II.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

D'après les valeurs moyennes de la CE et du SAR des résultats d'analyses, l'eau de la retenue collinaire d'Oulmène est classée en C3S1, on constate que la salinité < 1.5 mmhos/cm d'après la classification des eaux en Algérie et un degré d'alcalinité SAR < 10 donc on n'a pas un risque de toxicité sur le sol.

## II.4 Hydrologie

### II.4.1 Le but

L'étude hydrologique est nécessaire dans les projets d'irrigation puisqu'elle intervient dans l'estimation des besoins en eau des cultures, cette étude a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données.

### II.4.2 Choix de la station pluviométrique

D'après la position de notre périmètre, le choix de la station se fait en vérifiant les conditions suivantes:

- Localisation géographique proche au périmètre.
- Les relevés de la station sont récents.

**Tableau II.8:** Caractéristiques de la station pluviométriques.

Station	Code	Coordonnées			Nombre d'années d'observation	Période d'observation
		X	Y	Z		
Oum El Bouaghi	07 07 18	7°06'58''E	35°52'36''N	950(m,NGA)	35	1982- 2016

Source: ANRH Alger

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique d'Oum El Bouaghi sont données dans le tableau ci-après.

**Tableau II.9:** Répartition mensuelle des précipitations en mm.

Année	J	F	M	A	M	Jui	Juill	Au	Sep	Oct	Nov	Déc	total
1982	26	9	25	72	43	0	0	0	62.3	73.3	15.5	42.6	<b>368.7</b>
1983	40.5	37.5	25	5.1	27.3	0	11.7	1.4	0	37.9	0	23.7	<b>210.1</b>
1984	79.7	23.2	35.2	72.8	43.4	10	3.8	23.9	150.3	44	27.5	16.4	<b>530.2</b>
1985	2.8	18.1	26	18	10.1	15	0	0	24.7	23.5	4.1	33.2	<b>175.5</b>
1986	14.5	47.7	49.5	14.9	64.5	0	0	7.3	14.5	27	23.3	12	<b>275.2</b>
1987	10	34	56.9	59.9	72.8	80.2	23	12.2	49.8	3.7	34.4	7.3	<b>444.2</b>
1988	14.2	57.3	32.2	145.9	21	23.5	4.6	0	3.2	53.6	6.8	8.1	<b>370.4</b>
1989	27.9	44.5	50.7	26.4	77.5	2.9	0	3	84.1	20.1	19.2	14.2	<b>370.5</b>
1990	2	5.2	23.9	1.6	10.3	4	1	19.2	3.8	43	48	46.4	<b>208.4</b>
1991	23.5	10.5	77.3	21.7	32.9	1.8	3	12	33.9	16	20	20.6	<b>273.2</b>
1992	18.3	67.1	46.9	16.4	48.5	2.7	18.2	2.7	108.1	20.8	34.6	36.1	<b>420.4</b>
1993	22	26.6	27.4	25.2	43.6	44.8	4.6	3.5	6.9	15.7	25.8	9.2	<b>255.3</b>
1994	10.1	20.5	71.9	60.4	77.4	8.9	10	1.6	33.4	3	65.4	41.5	<b>404.1</b>
1995	34.1	43	70.7	67.5	79.1	7	15.3	5	29	80	17.5	15.2	<b>463.4</b>
1996	32.5	20.3	13.2	13.2	31.4	0	0	6	5	11.5	9.3	81.2	<b>224.8</b>
1997	85	9	52.5	15.5	11.8	62	0	4	30.2	72.3	4.5	23	<b>369.8</b>
1998	122	136	46	58	66	35	34	15	188.7	37	32	22	<b>791.7</b>
1999	30.2	10	34	40.3	6	26.5	4	4.5	8	9	2.5	12	<b>187</b>
2000	3.3	23.9	28	47.8	48.7	23	0.6	17.7	35.6	50.8	72.6	50.2	<b>402.2</b>
2001	43.2	9.5	17	26	8	33.6	2.7	25.9	69	23.5	94	24	<b>376.4</b>
2002	7.6	5	15	13.7	87	39	0	44	55	12	17.8	18	<b>314.1</b>
2003	50.5	10.5	12	36.5	36	0	0	4	46.5	19.5	10.1	46.1	<b>271.7</b>
2004	57	10.4	12.7	20.8	44.4	0	0	2.9	50.1	17.2	35.7	8.8	<b>260</b>
2005	9.9	18.4	15.7	31.8	12.1	11.8	16.9	87.9	48.7	28.7	98.2	53.7	<b>433.8</b>
2006	151.9	37.3	37	103.6	21.2	29.3	14.6	10.2	22.9	60.5	16.8	82.9	<b>588.2</b>
2007	31.5	8.7	51	21	126.9	87	0	35.3	14.7	11.9	138.3	138.7	<b>665</b>
2008	25.2	39.4	15.3	25.3	2.2	19.5	11.2	11	33.4	5.4	13.9	38.1	<b>239.9</b>
2009	74.6	52.9	8.8	57.1	88.5	6.4	13.2	8	19.9	29.1	11.3	89.7	<b>459.5</b>
2010	1.1	14.8	59.5	48.3	38.3	4.7	0	14.4	53.1	30.4	14.3	24.8	<b>313.7</b>
2011	7.1	23	42.8	18.4	75.7	16	27.4	39.9	67.7	42.2	15.3	35.4	<b>410.9</b>
2012	78.8	19.1	66.4	97.2	51.1	1.1	5.2	34	73.9	24	4.2	20	<b>475</b>
2013	74.6	52.9	8.8	57.1	88.5	6.4	13.2	8	19.9	29.1	11.3	89.7	<b>459.5</b>
2014	11.1	14.8	59.5	48.3	38.3	4.7	0	14.4	53.1	30.4	14.3	24.8	<b>313.7</b>
2015	7.1	23	42.8	18.4	75.7	16	27.4	39.9	67.7	42.2	15.3	35.4	<b>410.9</b>
2016	78.8	19.1	66.4	97.2	51.1	1.1	5.2	34	73.9	24	4.2	20	<b>475</b>
<b>Total</b>	<b>37.39</b>	<b>28.63</b>	<b>37.8</b>	<b>42.07</b>	<b>47.44</b>	<b>17.83</b>	<b>7.74</b>	<b>15.79</b>	<b>46.89</b>	<b>30.64</b>	<b>27.94</b>	<b>36.14</b>	<b>376.3</b>



Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes.

**Tableau II.10:** Caractéristiques de la série pluviométrique.

Moyenne	376.3
Ecart type	136
P max	791.7
P min	175.5

### II.4.3 Etude statistique des précipitations

#### 1. Etude de l'homogénéisation de la série pluviométrique

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

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

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

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

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

On calcul les quantités Wy et Wx :

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

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

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

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

Avec :

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

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

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

$$U_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96.$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit.

**Tableau II.11:** Test d'homogénéité de la série pluviométrique.

Rang	Annuel	Série X	Séries Y	Trier	Y Union X
1	368.7	368.7	402.2	175.5	X
2	210.1	210.1	376.4	187	X
3	530.2	457.4	314.1	208.4	X
4	175.5	175.5	271.7	210.1	X
5	275.2	275.2	260	224.8	X
6	444.2	444.2	433.8	239.9	Y
7	370.4	370.4	588.2	255.3	X
8	370.5	370.5	665	260	Y
9	208.4	208.4	239.9	271.7	Y
10	273.2	273.2	459.5	273.2	X
11	420.4	420.4	313.7	275.2	X
12	255.3	255.3	410.9	313.7	Y
13	404.1	404.1	475	314.1	Y
14	463.4	463.4		368.7	X
15	224.8	224.8		369.8	X
16	369.8	369.8		370.4	X
17	791.7	791.7		370.5	X
18	187	187		376.4	Y
19	402.2			402.2	Y
20	376.4			404.1	X
21	314.1			410.9	Y
22	271.7			420.4	X
23	260			433.8	Y
24	433.8			444.2	X
25	588.2			459.5	Y
26	665			463.4	X
27	239.9			475	Y
28	459.5			530.2	X
29	313.7			588.2	Y
30	410.9			665	Y
31	475			791.7	X

D'après les relations (II.2) (II.3), on obtient les valeurs suivant :

$$W_y = 240; \quad W_{\min} = 238.54; \quad W_{\max} = 337.46;$$

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

La condition d'homogénéité de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station F'kirina est homogène.

## 2. Ajustement statistiques des pluies

Les données de pluies annuelles peuvent être ajustées par de nombreuses lois statistiques, pour notre étude on utilise celles qui garantissent le meilleur ajustement possible.

Les lois d'ajustements 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.
- **Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale:**

La méthode de Gauss consiste a:

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

$$F_{(x)} = \frac{n - 0.5}{N}$$

Avec:

n: Numéro d'ordre;

N: nombre d'années observées;

- Calculer la moyenne arithmétique:  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$
- Calculer l'écart type:  $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$  pour  $n > 30$
- Calculer la variable réduite de Gauss:  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$
- Calculer le coefficient de variation:  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$
- Calculer les caractéristiques empiriques:  $(\bar{X}; \delta; C_v; CS=0)$ .

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

$$X_p \% = \bar{X} + \delta * U_p \%$$

Avec:

$X_p$ : Précipitation de probabilité P%

$U_p$ : Variable réduite de Gauss

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique

$\delta$ : Ecart type

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

**Station:** F'kirina.

Résultat de l'ajustement à la loi normale

**Nombre d'observation:** 35

**Mu:** 377.497

**Sigma:** 135.518

**Quantiles:**

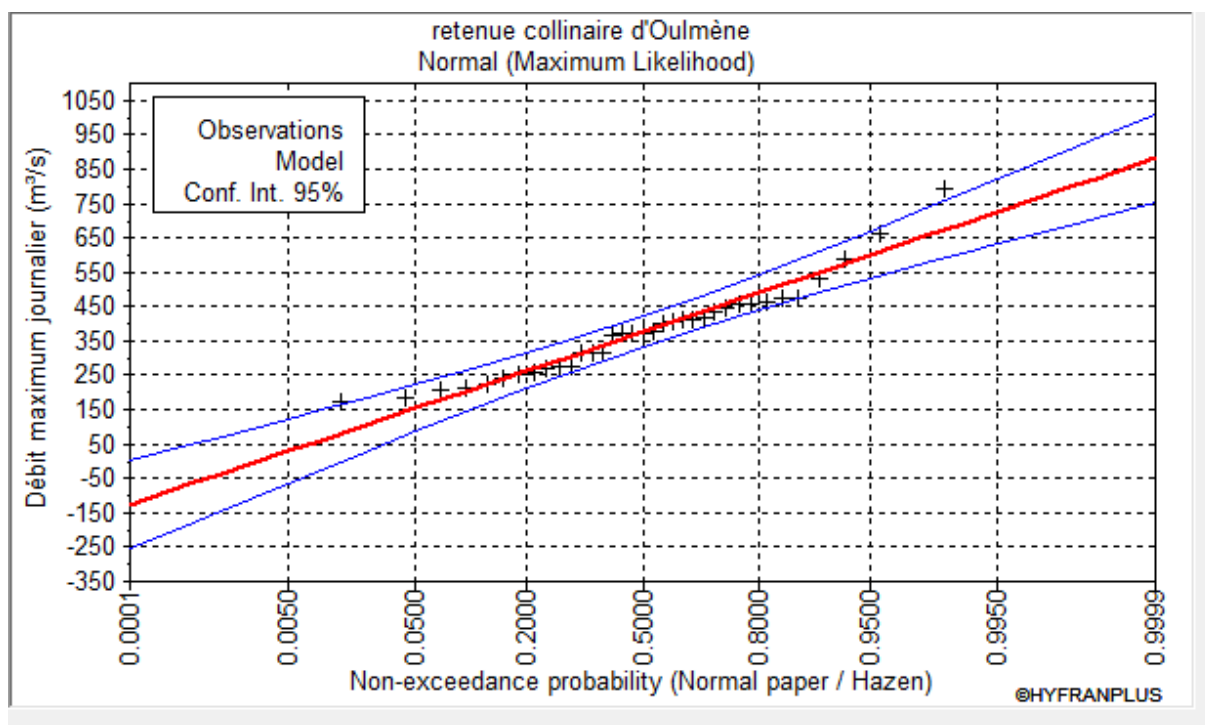
q= F(x) (probabilité au non dépassement)

T=1/ q

(Tableau II .18) représente les résultats de l'ajustement à la loi normale.

**Tableau II.12:** Ajustement à la loi normale.

T	Q	XT	Ecart type	Intervalle de confiance (95%)	
10	0.1	204	31.1	143	265
5	0.2	263	26.8	211	316
3.3	0.3	306	24.5	259	354
2	0.5	377	22.9	333	422
1.5	0.6667	436	24	389	483
1.25	0.8	492	26.8	439	544



**Figure II.2:** Graphique d'ajustement à la loi normale.

- **Ajustement des pluies annuelles à la loi log normale:**

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

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

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

$$\text{Ln}(X_p\%) = \overline{\text{Ln}(X)} + \delta \text{Ln} * (U_p\%)$$

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

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

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

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

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

$U_p\%$ : Variable réduite de Gauss

Pour le calcul on a utilisé le logiciel HYFRAN.

**Station:** F'kirina

Résultat de l'ajustement à la loi log-normale.

**Nombre d'observation:** 35

**Mu:** 5.872

**Sigma:** 0.356

**Quantiles:**

$q = F(x)$  (probabilité au non dépassement)

$T = 1/q$

(Tableau II.19) représente les résultats de l'ajustement à la loi log-normale.

Tableau II.13: Ajustement à la loi log-normale.

T	Q	XT	Ecart type	Intervalle de confiance (95%)	
10	0.1	225	18.4	189	261
5	0.2	263	18.5	227	299
3.3	0.3	295	19	258	332
2	0.5	355	21.4	313	397
1.5	0.6667	414	26.1	363	465
1.25	0.8	479	33.7	413	545

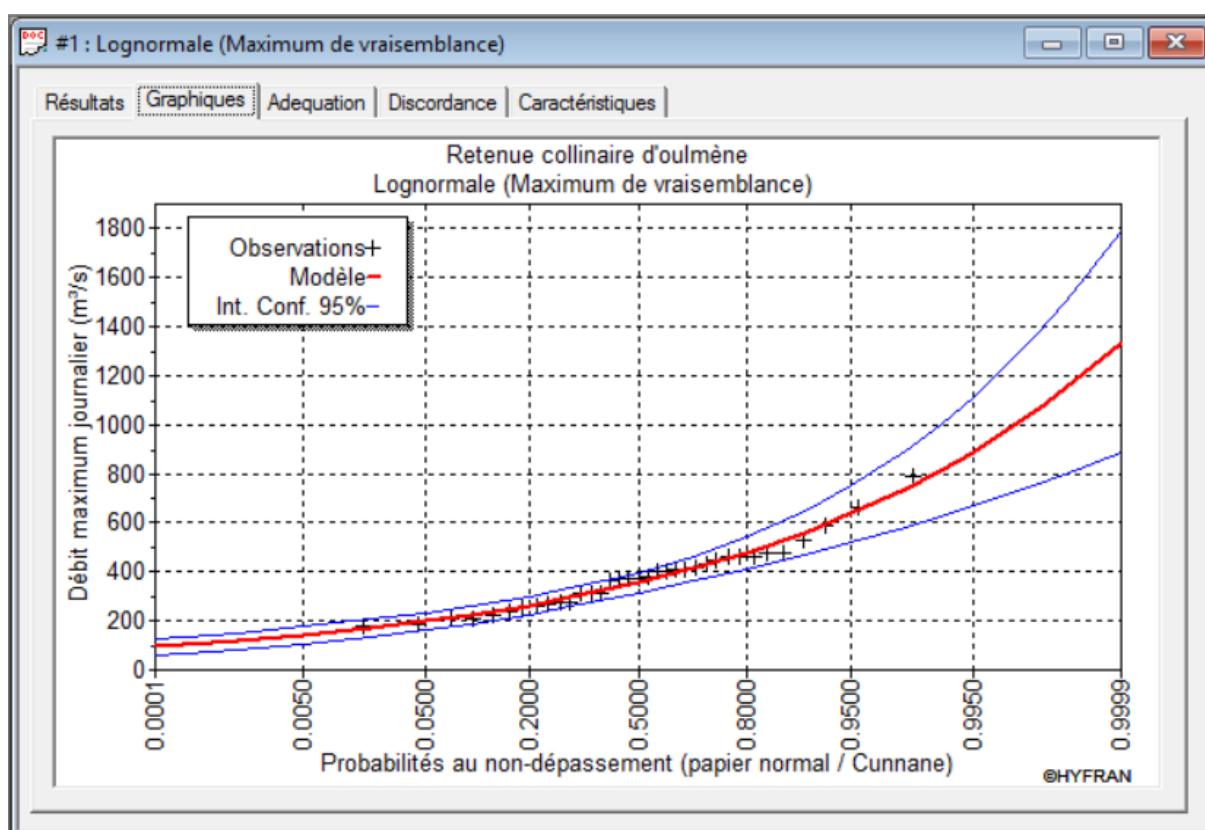


Figure II.3: Graphique de l'ajustement à la loi log-normale.

### 3. Test de validité d'un ajustement

Le test de validité de **Khi carrée** pour l'ajustement à la loi normale et log-normale est fait par le logiciel **Hyfran**.

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

D'après le logiciel Hyfran on obtient les résultats suivants.



Tableau II.14: Test de validité de l'ajustement.

	Loi normale	Loi log-normale
Degré de liberté $\gamma$	5	5
$\chi^2$ Calculé	4	2.19
$\chi^2$ Théorique (table de Pearson Khi2)	11.07	11.07
$\chi^2$ Calculé < $\chi^2$ théorique	Vérifier	Vérifier

D'après le test de Khi carrée, la condition de validité d'ajustement est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station d'Oum El Bouaghi est ajustable avec les deux lois à seuil  $(1-\alpha)$  avec  $\alpha = 0.05$ . Après l'examen d'ajustement sur les deux lois, il en résulte que la loi log-normale s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi normale.

#### 4. Détermination de l'année de calcul

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

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

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 80\%(\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\%(\text{annuel})}} \dots\dots (II.4)$$

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

$$P_{80\%} = 479 \text{ mm} \quad P_{50\%} = 355 \text{ mm} \quad \text{d'où: } \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 1.34$$

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

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 20\%(\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\%(\text{annuel})}} \dots\dots (II.5)$$

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

$$P_{20\%} = 263 \text{ mm} \quad \text{donc: } \frac{P_{20\%(\text{annuel})}}{P_{50\%(\text{annuel})}} = 0.74$$

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

**Tableau II.15:** Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	Jan	fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Ao	Sep	oct	nov	Déc
Pmoy (mm)	<b>37.39</b>	<b>28.63</b>	<b>37.8</b>	<b>42.95</b>	<b>47.44</b>	<b>17.83</b>	<b>7.74</b>	<b>15.79</b>	<b>46.89</b>	<b>30.64</b>	<b>27.94</b>	<b>36.14</b>
Pmoy 80% (mm)	27.67	21.19	26.97	31.78	35.11	13.19	5.73	11.69	34.69	22.67	20.68	26.74

## II.5 Conclusion

Dans ce chapitre, on a entamé l'étude de ressources en sol et en eau, ce sont des étapes importantes pour l'élaboration d'un projet hydro-agricole.

Dans notre cas, le périmètre de F'kirina sera irrigué à partir de la retenue collinaire d'Oulmène de la wilaya d'Oum El Bouaghi.

Concernant l'étude hydrologique, on a fait l'ajustement des pluies moyennes annuelles à l'aide de logiciel Hyfran pour la loi normale et log-normale. Ainsi le test de validité de l'ajustement Khi carrée qui montre que la série s'ajuste mieux avec la loi log-normale, c'est pour ça on utilise la loi log-normale pour l'estimation des pluies.

# **Chapitre III**

## ***Besoins en eau d'irrigation***

## Chapitre III Les besoins en eau d'irrigation

### III.1 Introduction

En irrigation, la consommation d'eau est le volume d'eau nécessaire pour combler le déficit, d'une part l'évaporation potentiel et d'autre part les pluies efficaces pendant la période de croissance des cultures et le changement dans la teneur en eau du sol. Elle varie considérablement en fonction des conditions climatiques, des saisons, des cultures et des types de sols.

Pour agréer les besoins en eau des cultures, il admet de les mettre dans des conditions hydrique optimal afin d'atteindre les objectifs de hauts rendements. Ces conditions peuvent être déterminé grâce à une bonne connaissance des besoins en eau de la Culture, des stocks d'eau dans le sol et des apports d'eau extérieur au cours des différents stades de croissance de ces cultures.

### III.2 Besoins en eau des cultures

Le besoin des cultures est défini comme étant le volume d'eau qui devra être apporté à la culture par irrigation en complément à d'autres ressources naturelles comme la pluviométrie, la remontée capillaire et la réserve initiale du sol afin de mettre à celle-ci les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La détermination des besoins en eau d'une culture nécessite une bonne connaissance des plantes et aussi les données climatiques et pédologiques de la région pour pouvoir estimer la réserve en eau utile du sol et la réserve facilement utilisable par la plante.

#### III.2.1 L'évapotranspiration

L'évapotranspiration est la quantité d'eau transférée vers l'atmosphère, par l'évaporation au niveau du sol et au niveau de l'interception des précipitations, et par la transpiration des plantes.

On distingue l'évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>), l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

### III.2.2 L'évapotranspiration potentielle de référence (ET<sub>0</sub>)

L'évapotranspiration potentielle de référence est une mesure de la capacité de l'atmosphère à éliminer l'eau de la surface d'un sol avec couvert végétal disposant de l'eau en abondance, alors c'est la quantité maximale d'eau perdue en phase vapeur sous un climat donné.

Il existe deux méthodes pour estimer ET<sub>0</sub>:

- Les méthodes directes « instrument et appareil ».
- Les méthodes indirectes « utilisation des formules empiriques ».

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'évapotranspiration potentielle et à défaut de mesures directes. Elle existe plusieurs formules de calcul, les principales sont:

- Formule de turc.
- Formule de Thornthwaite.
- Formule de Blaney-Criddle.
- Formule du Penman.

La formule de Penman est la méthode la plus utilisée sous tous les climats. Elle a un seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques qui sont rarement tout disponible sur la même station.

La formule la plus employée aujourd'hui c'est la formule de Penman Monteith modifiée, c'est la suivante.

$$ET0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \dots\dots\dots(III.1)$$

Avec:

**ET0** : évapotranspiration de référence [mm jour-1] ;

**Rn** : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m-2 jour-1] ;

**G** : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m-2 jour-1] ;

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

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

**e<sub>s</sub>**: Pression de vapeur saturante [kPa] ;

**e<sub>a</sub>**: Pression de vapeur réelle [kPa] ;

**e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>** : Déficit de pression de vapeur saturante [kPa] ;

**γ**: Constante psychrométrique [Kpa°C-1] ;

**Δ**: Pente de la courbe de pression de vapeur saturante [Kpa°C-1] ;

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0.

Les résultats trouvés pour notre étude sont récapitulés dans le tableau suivant.

**Tableau III.1:** Calcul de l'évapotranspiration.

Evapotranspiration de référence ET <sub>0</sub> de Penman et Monteith						
Pays : Algérie		station : Oum El Bouaghi			Altitude : 925m	
Mois	T <sub>moy</sub> °C	Humidité (%)	Vent (km/jour)	Insolation (heures)	Radiation MJ/m <sup>2</sup> /jour	ET0 Penman Mm/J
Janvier	6.0	78	198	5.7	9.7	1.05
Février	7.0	73	198	6.5	12.7	1.55
Mars	10.1	66	164	7.7	17.0	2.39
Avril	12.8	66	190	8.1	20.2	3.21
Mai	17.9	59	198	9.8	24.2	4.58
Juin	23.0	51	198	9.9	24.8	5.68
Juillet	26.4	47	164	11.7	27.1	6.32
Aout	26.0	50	190	10.6	24.3	5.84
Septembre	21.8	62	198	8.4	18.9	4.05
Octobre	16.9	66	172	7.9	15.2	2.65
Novembre	10.9	74	190	6.2	10.7	1.47
Décembre	7.2	79	181	5.6	9.0	0.97

#### Commentaire du tableau:

D'après le tableau, on remarque que l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> est élevée dans la période d'été et atteint 6.32 mm/j pour le mois Juillet, c'est-à-dire le besoin en eau des cultures augmentent dans cette période.

### III.2.3 Calcul de l'évapotranspiration maximale ETM

L'évapotranspiration maximale est la valeur maximale de l'évaporation d'une culture, elle dépend du stade phénologique de la culture et elle dépend aussi des conditions pédologiques et climatiques.

L'évapotranspiration maximale est mesurée comme suit:

$$ETM = Kc * ET0 \dots \dots \dots (III.2)$$

### III.2.4 Le coefficient culturaux (Kc)

Les valeurs du coefficient cultural (Kc) de chaque culture ont été ressorties en fonction du stade végétatif de la plante, de la vitesse du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage » **FAO N°21**.

### III.3 Besoin en eau d'irrigation

Le besoin en eau d'irrigation est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau, si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égale aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde .

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU_{i-1}) \dots \dots \dots (III.3)$$

D'où:

**B**: besoin en eau d'irrigation en mm;

**ETM**: évapotranspiration maximale de la culture en mm;

**P<sub>eff</sub>**: pluie efficace en mm;

**RFU**: réserve facilement utilisable;

L'irrigation est faite lorsque:  $B > 0$ ;



Le calcul de **RFU** se fait comme suit:

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

Avec:

**Y:** degré de tarissement (généralement 2/3 pour un sol limoneux et 1/3 pour un sol sableux pour les cultures sensibles), on prend  $Y = 2/3$  pour tous les cultures proposées ;

**H<sub>cc</sub>:** humidité à la capacité au champ = 23% ;

**H<sub>pf</sub>:** humidité au point de flétrissement = 12% ;

**D<sub>a</sub>:** densité apparente = 1.2;

**Z:** profondeur d'enracinement en mm ;

### III.3.1 Calcul de la pluie efficace

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

Il existe plusieurs méthodes pour calculer  $P_{eff}$ , on va utiliser celle de pourcentage fixe (80%) :

**Pluie efficace (en mm /mois) = 80% \* pluies moyennes mensuelles (80%) (Mm /mois).**

**Tableau III.2:** Calcul de pluie efficace pour chaque mois en mm.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Ao	Sep	oct	Nov	Déc
Pmoy 80% mm/ mois	27.67	21.19	26.97	31.78	35.11	13.19	5.73	11.69	34.69	22.67	20.68	26.74
Peff mm/ mois	22.14	16.95	21.58	25.42	28.09	10.55	4.58	9.35	27.75	18.14	16.54	21.39

### III.3.2 Choix des cultures

Le choix des cultures doit concilier entre les critères suivants:

- La qualité et la disponibilité de l'eau d'irrigation.
- Les conditions climatiques de la station étudiée.
- La disponibilité des moyens de production.

#### 1. Cultures proposées

**Tableau III.3:** Gammes des cultures proposées à la zone d'étude.

Cultures		Surface en %	Surface en (ha)
Céréaliculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Blé</li> <li>● orge grain</li> </ul>	30	66
Cultures fourragères	<ul style="list-style-type: none"> <li>● avoine</li> <li>● luzerne</li> </ul>	15	33
Maraîchage	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pomme de terre</li> <li>● oignon vert /ail</li> <li>● concombre</li> <li>● tomate</li> <li>● choux</li> <li>● courgette</li> <li>● betterave</li> <li>● haricot</li> <li>● carotte</li> <li>● oignon vert</li> <li>● ail</li> </ul>	35	77
Arboriculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>● olivier</li> </ul>	20	44
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>220</b>

## 2. Identification du principal type d'assolement

La pratique des assolements a pour but principal de maximiser les revenus et minimiser les risques de fluctuation de la fertilité de sol, d'une année à l'autre, elle permet l'association et la combinaison des grandes classes de cultures, à savoir: les maraîchages, l'arboriculture, céréaliculture, les cultures fourragères suivant la taille des exploitations, les moyens financiers, les capacités techniques et de la gestion agriculteurs.

La rotation des cultures à un effet important sur la vie de sol et la nutrition des plantes, elle permet aux plantes selon leur exigence et la zone de développement des racines d'exploiter aux mieux les ressources minérales, ainsi elle constitue un moyen de lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les parasites.

L'assolement proposé est détaillée dans le tableau suivant.

**Tableau III.4:** Les assolements proposés.

Assolement 1	Assolement 2
Blé	Avoine
Orge grain	Betterave
Luzerne	Blé
Oignon vert /ail	Tomate
Pomme de terre	Haricot
Choux	Oignon vert
Courgette	Ail
Concombre	Carotte
Hors assolement : arboriculture Olivier	Hors assolement : arboriculture Olivier

**III.3.3 Calendrier d'occupation des sols**

Le calendrier ci-dessous représente la répartition d'occupation des sols relativement aux cycles culturaux retenus pour le projet.

**Tableau III.5:** Cycle végétatif des cultures.

Cultures	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Ao	Sep	oct.	Nov.	Déc.	
Olivier	←————→												
Avoine	→————→											→————→	
Luzerne	←————→												
Oignon vert	→————→									→————→			
Carotte	→————→								→————→	→————→			
Haricot						←————→	←————→						
Betterave	→————→			→————→								→————→	
Ail	→————→									→————→	→————→		
Concombre					←————→	←————→	←————→						
Choux									→————→	→————→	→————→	→————→	
Courgette						←————→	←————→						
Tomate			←————→	←————→	←————→	→————→							
Pomme de terre		←————→	←————→	←————→	→————→								
Blé	→————→	→————→	→————→	→————→	→————→	→————→					→————→	→————→	
Orge grain	→————→	→————→	→————→	→————→	→————→	→————→					→————→	→————→	

**III.4 Besoins mensuel en eau d'irrigation des cultures**

Les résultats des calculs des besoins en eaux des cultures pour les espèces proposées pour le périmètre de F'kirina, sont illustrés dans les tableaux ci-après.

Tableau III.6: Besoins en eau du blé.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	K <sub>c</sub>	ETM	B (mm)
Sep	34.69	27.75	125.55						
Oct	22.67	18.14	79.5						
Nov	20.68	16.54	45.57	0.3	31.2	0	0.4	18.228	0
Déc	26.74	21.39	30.07	0.5	52	31.2	0.65	19.5455	0
Jan	27.67	22.14	31.5	0.5	52	52	0.9	28.35	0
Fév	21.19	16.95	48.05	0.6	62.4	52	1	48.05	0
Mars	26.97	21.58	71.7	0.6	62.4	62.4	1.05	75.285	0
Avr	31.78	25.42	99.51	0.6	62.4	20.8	0.85	84.5835	38.3635
Mai	35.11	28.09	141.98	0.6	62.4	20.8	0.6	85.188	36.298
Jui	13.19	10.55	164.72	0.6	62.4	0	0.35	57.652	47.102
Juill	5.73	4.58	195.92						
Ao	11.69	9.35	175.2						

Tableau III.7: Besoins en eau de l'orge grain.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	K <sub>c</sub>	ETM	B (mm)
Sep	34.69	27.75	125.55						
Oct	22.67	18.14	79.5						
Nov	20.68	16.54	45.57	0.3	31.2	0	0.4	18.228	
Déc	26.74	21.39	30.07	0.5	52	31.2	0.65	19.5455	
Jan	27.67	22.14	31.5	0.5	52	52	0.9	28.35	
Fév	21.19	16.95	48.05	0.6	62.4	52	1	48.05	
Mars	26.97	21.58	71.7	0.6	62.4	62.4	1.05	75.285	
Avr	31.78	25.42	99.51	0.6	62.4	20.8	0.85	84.5835	38.3635
Mai	35.11	28.09	141.98	0.6	62.4	20.8	0.6	85.188	36.298
Jui	13.19	10.55	164.72	0.6	62.4	0	0.35	57.652	47.102
Juill	5.73	4.58	195.92						
Ao	11.69	9.35	175.2						

Tableau III.8: Besoins en eau de l'avoine.

Mois	P80%	Peff (mm)	ETO (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	Kc	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55						
Oct	22.67	13.6	79.5						
Nov	20.68	12.41	45.57	0.3	31.2	0	0.7	31.899	19.489
Déc	26.74	16.04	30.07	0.5	52	31.2	0.78	23.4546	
Jan	27.67	16.6	31.5	0.5	52	52	0.86	27.09	
Fév	21.19	12.71	48.05	0.6	62.4	52	0.93	44.6865	
Mars	26.97	16.16	71.7	0.6	62.4	62.4	1	71.7	
Avr	31.78	19.07	99.51	0.6	62.4	20.8	1.04	103.4904	63.6204
Mai	35.11	21.07	141.98	0.6	62.4	20.8	0.87	123.5226	81.6526
Jui	13.19	7.91	164.72	0.6	62.4	0	0.37	60.9464	53.0364
Juill	5.73	3.44	195.92						
Ao	11.69	7.01	175.2						

Tableau III.9: Besoins en eau de luzerne.

Mois	P80%	Peff (mm)	ETO (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	Kc	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55	0.4	41.6	0	0.65	81.6075	60.7975
Oct	22.67	13.6	79.5	0.4	41.6	13.87	0.65	51.675	24.205
Nov	20.68	12.41	45.57	0.7	72.8	13.87	0.7	31.899	5.619
Déc	26.74	16.04	30.07	0.9	93.6	72.8	0.8	24.056	
Jan	27.67	16.6	31.5	1	104	93.6	0.9	28.35	
Fév	21.19	12.71	48.05	1.2	124.8	104	0.95	45.6475	
Mars	26.97	16.16	71.7	1.2	124.8	124.8	1.05	75.285	
Avr	31.78	19.07	99.51	1.2	124.8	41.6	1.05	104.4855	43.8155
Mai	35.11	21.07	141.98	1.2	124.8	41.6	1.15	163.277	100.607
Jui	13.19	7.91	164.72	1.2	124.8	0	1.25	205.9	197.99
Juill	5.73	3.44	195.92	1.2	124.8	0	0.8	156.736	153.296
Ao	11.69	7.01	175.2	1.2	124.8	0	0.8	140.16	133.15

Tableau III.10: Besoins en eau de pomme de terre.

Mois	P80%	Peff (mm)	ETO (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	Kc	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55						
Oct	22.67	13.6	79.5						
Nov	20.68	12.41	45.57						
Déc	26.74	16.04	30.07						
Jan	27.67	16.6	31.5						
Fév	21.19	12.71	48.05						
Mars	26.97	16.16	71.7	0.4	41.6	0	0.5	35.85	19.69
Avr	31.78	19.07	99.51	0.6	62.4	13.87	0.85	84.5835	51.6435
Mai	35.11	21.07	141.98	0.6	62.4	20.8	1.04	147.6592	105.7892
Jui	13.19	7.91	164.72	0.6	62.4	0	0.89	146.6008	138.6908
Juill	5.73	3.44	195.92						
Ao	11.69	7.01	175.2						

Tableau III.11: Besoins en eau de l'oignon vert +l'ail.

Mois	P80%	Peff (mm)	ETO (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	Kc	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55			0			
Oct	22.67	13.6	79.5	0.4	41.6	0	0.5	39.75	26.15
Nov	20.68	12.41	45.57	0.4	41.6	13.87	0.75	34.1775	7.8975
Déc	26.74	16.04	30.07	0.4	41.6	41.6	0.95	28.5665	
Jan	27.67	16.6	31.5	0.4	41.6	41.6	0.95	29.925	
Fév	21.19	12.71	48.05	0.4	41.6	41.6	0.7	33.635	
Mars	26.97	16.16	71.7						
Avr	31.78	19.07	99.51						
Mai	35.11	21.07	141.98						
Jui	13.19	7.91	164.72						
Juill	5.73	3.44	195.92						
Ao	11.69	7.01	175.2						

Tableau III.12: Besoins en eau de concombre.

Mois	P80%	Peff (mm)	ETO (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	Kc	ETM	B(mm)
Sep	34.69	20.81	125.55						
Oct	22.67	13.6	79.5						
Nov	20.68	12.41	45.57						
Déc	26.74	16.04	30.07						
Jan	27.67	16.6	31.5						
Fév	21.19	12.71	48.05						
Mars	26.97	16.16	71.7						
Avr	31.78	19.07	99.51						
Mai	35.11	21.07	141.98	0.4	41.6	0	0.38	53.9524	32.8824
Jui	13.19	7.91	164.72	0.45	46.8	0	0.57	93.8904	85.9804
Juill	5.73	3.44	195.92	0.5	52	0	0.85	166.532	163.092
Ao	11.69	7.01	175.2	0.6	62.4	0	0.85	148.92	141.91

Tableau III.13: Besoins en eau de tomate.

Mois	P80%	Peff (mm)	ETO (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	Kc	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55						
Oct	22.67	13.6	79.5						
Nov	20.68	12.41	45.57						
Déc	26.74	16.04	30.07						
Jan	27.67	16.6	31.5						
Fév	21.19	12.71	48.05						
Mars	26.97	16.16	71.7	0.7	72.8	0	0.5	35.85	19.69
Avr	31.78	19.07	99.51	0.9	93.6	24.27	0.85	84.5835	41.2435
Mai	35.11	21.07	141.98	1.2	124.8	31.2	1.15	163.277	111.007
Jui	13.19	7.91	164.72	1.2	124.8	0	0.9	148.248	140.338
Juill	5.73	3.44	195.92						
Ao	11.69	7.01	175.2						



Tableau III.14: Besoins en eau de la courgette.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	K <sub>c</sub>	ETM	B (mm)
Jan	27.67	16.6	31.5						
Fév	21.19	12.71	48.05						
Mars	26.97	16.16	71.7						
Avr	31.78	19.07	99.51						
Mai	35.11	21.07	141.98						
Jui	13.19	7.91	164.72	0.4	41.6	0	0.5	82.36	74.45
Juill	5.73	3.44	195.92	0.45	46.8	0	0.75	146.94	143.5
Ao	11.69	7.01	175.2	0.5	52	0	0.85	148.92	141.91
Sep	34.69	20.81	125.55	0.6	62.4	0	0.85	106.7175	85.9075
Oct	22.67	13.6	79.5						
Nov	20.68	12.41	45.57						
Déc	26.74	16.04	30.07						

Tableau III.15: Besoins en eau des choux.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	K <sub>c</sub>	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55	0.3	31.2	0	0.5	62.775	41.965
Oct	22.67	13.6	79.5	0.4	41.6	10.4	0.7	55.65	31.65
Nov	20.68	12.41	45.57	0.5	52	13.87	0.95	43.2915	17.0115
Déc	26.74	16.04	30.07	0.6	62.4	52	0.8	24.056	0
Jan	27.67	16.6	31.5						
Fév	21.19	12.71	48.05						
Mars	26.97	16.16	71.7						
Avr	31.78	19.07	99.51						
Mai	35.11	21.07	141.98						
Jui	13.19	7.91	164.72						
Juill	5.73	3.44	195.92						
Ao	11.69	7.01	175.2						

Tableau III.16: Besoins en eau de haricot.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	K <sub>c</sub>	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55	0.7	72.8	0	0.9	112.995	92.185
Oct	22.67	13.6	79.5	0.7	72.8	24.27	0.85	67.575	29.705
Nov	20.68	12.41	45.57						
Déc	26.74	16.04	30.07						
Jan	27.67	16.6	31.5						
Fév	21.19	12.71	48.05						
Mars	26.97	16.16	71.7						
Avr	31.78	19.07	99.51						
Mai	35.11	21.07	141.98						
Jui	13.19	7.91	164.72	0.5	52	0	0.5	82.36	74.45
Juill	5.73	3.44	195.92	0.5	52	0	0.65	127.348	123.908
Ao	11.69	7.01	175.2	0.7	72.8	0	0.95	166.44	159.43

Tableau III.17: Besoins en eau de betterave.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	K <sub>c</sub>	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55			0			
Oct	22.67	13.6	79.5			0			
Nov	20.68	12.41	45.57	0.5	52	0	0.4	18.228	5.818
Déc	26.74	16.04	30.07	0.9	93.6	52	0.5	15.035	0
Jan	27.67	16.6	31.5	0.9	93.6	93.6	0.7	22.05	0
Fév	21.19	12.71	48.05	0.95	98.8	93.6	0.8	38.44	0
Mars	26.97	16.16	71.7	0.9	93.6	98.8	0.95	68.115	0
Avr	31.78	19.07	99.51	0.7	72.8	31.4	0.6	59.706	0
Mai	35.11	21.07	141.98						
Jui	13.19	7.91	164.72						
Juill	5.73	3.44	195.92						
Ao	11.69	7.01	175.2						

Tableau III.18: Besoins en eau de carotte.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	K <sub>c</sub>	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55	0.3	31.2	0	0.42	52.731	31.921
Oct	22.67	13.6	79.5	0.4	41.6	10.4	0.7	55.65	31.65
Nov	20.68	12.41	45.57	0.5	52	13.87	0.81	36.9117	10.6317
Déc	26.74	16.04	30.07	0.6	62.4	52	0.77	23.1539	0
Jan	27.67	16.6	31.5	0.7	72.8	62.4	0.57	17.955	0
Fév	21.19	12.71	48.05						
Mars	26.97	16.16	71.7						
Avr	31.78	19.07	99.51						
Mai	35.11	21.07	141.98						
Jui	13.19	7.91	164.72						
Juill	5.73	3.44	195.92						
Ao	11.69	7.01	175.2						

Tableau III.19: Besoins en eau de l'oignon vert.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	K <sub>c</sub>	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55			0			
Oct	22.67	13.6	79.5	0.5	52	0	0.6	47.7	34.1
Nov	20.68	12.41	45.57	0.75	78	17.33	0.75	34.1775	4.4375
Déc	26.74	16.04	30.07	0.95	98.8	78	0.95	28.5665	0
Jan	27.67	16.6	31.5	0.95	98.8	98.8	0.95	29.925	0
Fév	21.19	12.71	48.05	0.75	78	98.8	0.7	33.635	0
Mars	26.97	16.16	71.7						
Avr	31.78	19.07	99.51						
Mai	35.11	21.07	141.98						
Jui	13.19	7.91	164.72						
Juill	5.73	3.44	195.92						
Ao	11.69	7.01	175.2						

Tableau III.20: Besoins en eau de l'ail.

Mois	P80%	Peff (mm)	ETO (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	Kc	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55						
Oct	22.67	13.6	79.5						
Nov	20.68	12.41	45.57						
Déc	26.74	16.04	30.07						
Jan	27.67	16.6	31.5						
Fév	21.19	12.71	48.05						
Mars	26.97	16.16	71.7						
Avr	31.78	19.07	99.51						
Mai	35.11	21.07	141.98	0.4	41.6	0	1	141.98	120.91
Jui	13.19	7.91	164.72	0.4	41.6	0	1.05	172.956	165.046
Juill	5.73	3.44	195.92	0.4	41.6	0	1.05	205.716	202.276
Ao	11.69	7.01	175.2	0.4	41.6	0	1.05	183.96	176.95

Tableau III.21: Besoins en eau de l'Olivier.

Mois	P80%	Peff (mm)	ETO (mm/mois)	Z(m)	RFU théo	RFU réel	Kc	ETM	B (mm)
Sep	34.69	20.81	125.55	1.5	156	0	0.85	106.7175	85.9075
Oct	22.67	13.6	79.5	1.5	156	78	0.85	67.575	0
Nov	20.68	12.41	45.57	1.5	156	78	0.75	34.1775	0
Déc	26.74	16.04	30.07	1.5	156	156	0.65	19.5455	0
Jan	27.67	16.6	31.5	1.5	156	156	0.65	20.475	0
Fév	21.19	12.71	48.05	1.5	156	156	0.65	31.2325	0
Mars	26.97	16.16	71.7	1.5	156	156	0.65	46.605	0
Avr	31.78	19.07	99.51	1.5	156	78	0.65	64.6815	0
Mai	35.11	21.07	141.98	1.5	156	78	0.65	92.287	0
Jui	13.19	7.91	164.72	1.5	156	0	0.85	140.012	132.102
Juill	5.73	3.44	195.92	1.5	156	0	0.85	166.532	163.092
Ao	11.69	7.01	175.2	1.5	156	0	0.85	148.92	141.91

## III.4.1 Besoins totaux nets en eau d'irrigation

Les résultats de calcul des besoins en eau nets sont représentés dans le tableau suivant.

**Tableau III.22:** Besoins en eau d'irrigation des cultures de la plaine de F'kirina.

	Sep	Oct	Nov	déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Ao
Blé	0	0	0	0	0	0	0	38.36	36.298	47.102	0	0
Orge	0	0	0	0	0	0	0	38.36	36.298	47.102	0	0
Avoine	0	0	19.48	0	0	0	0	63.62	81.65	53.036	0	0
Luzerne	60.79	24.205	0	0	0	0	0	43.81	100.607	197.99	153.29	133.15
Pomme de terre	0	0	0	0	0	0	19.69	51.64	105.789	138.69	0	0
Tomate	0	0	0	0	0	0	19.69	41.24	111.007	140.383	0	0
Oignon /ail	0	26.15	7.897	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haricot	92.185	29.705	0	0	0	0	0	0	0	74.45	123.908	159.43
Courgette	85.907	0	0	0	0		0	0	0	74.45	143.5	141.91
Concombre	0	0	0	0	0	0	0	0	32.884	85.98	163.092	141.91
Carotte	31.921	31.65	10.63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betterave	0	0	5.818	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oignon vert	0	34.1	4.437	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ail	0	0	0	0	0	0	0	0	120.91	165.046	202.276	176.95
Choux	41.96	31.65	17.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olivier	85.907	0	0	0	0	0	0	0	0	132.102	163.092	141.91
Total	398.67	177.46	65.273	0	0	0	39.38	277.03	628.593	1156.33	949.158	895.26

### III.4.2 Calcul de débit spécifique

Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, il est pour but de définir les débits nécessaire que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau.

La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle.

Ces débits permettront de définir les débits à la parcelle et en tête du périmètre. Ils sont définis d'après la formule suivante :

$$q = \frac{Bm}{T.t.3.6.K} \quad (\text{l/s/ha}) \dots\dots\dots(\text{III.4})$$

**Bm:** besoins mensuels maximum net, exprimé en m<sup>3</sup>/ha;

**T:** temps d'irrigation par jour;

**t:** nombre de jours du mois d'irrigation, exprimé en jour, égale à 30 j;

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

D'après le tableau (III 23), les besoins de pointe correspondent au mois de juin, soient

Donc 883.91mm /mois.

$$q = \frac{1156.33 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = 5.95 \text{ (l/s/ha)}.$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5 l/s/ha. Il y'a un risque de surdimensionnement pour y remédier, nous avons deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

**1 :** prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures.

**2:** prendre le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.

Dans notre cas, on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante (luzerne, mois de juin, 197.99mm). Le débit spécifique est donc:

$$q = \frac{197.99 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = 1 \text{ (l/s/ha)}.$$

Ce débit est largement inférieur à 1.5 l/s/ha, donc le choix de ce débit reste valable.

### III.4.3 Calcul de débit caractéristique

Le calcul de débit caractéristique permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, on le détermine en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile.

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

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

$S$ : la surface nette à irriguer = 220 ha;

Donc:

$$Q_{car} = 1. * 220 = 220 \text{ l/s.}$$

### III.4.4 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m<sup>3</sup> multiplié par la surface de la culture.

Les résultats sont représentés dans le tableau (Tableau III.23).

Tableau III.23: Les besoins totaux du périmètre.

Les cultures	La surface de la culture (ha)	Besoins nets (mm)	Besoins nets (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins bruts (m <sup>3</sup> /ha)	volumes des besoins (m <sup>3</sup> )
Blé	33	121.76	1217.6	1623.46667	53574.4
Orge	33	121.76	1217.6	1623.46667	53574.4
Avoine	18	217.786	2177.86	2903.81333	52268.64
Luzerne	15	713.842	7138.42	9517.89333	142768.4
Pomme de terre	8	315.809	3158.09	4210.78667	33686.2933
Tomate	7	312.32	3123.2	4164.26667	29149.8667
Oignon /ail	8	34.047	340.47	453.96	3631.68
Haricot	6	479.678	4796.78	6395.70667	38374.24
Courgette	6	445.767	4457.67	5943.56	35661.36
Concombre	8	423.866	4238.66	5651.54667	45212.3733
Carotte	9	74.201	742.01	989.346667	8904.12
Betterave	6	5.818	58.18	77.5733333	465.44
Oignon vert	7	38.537	385.37	513.826667	3596.78667
Ail	5	665.182	6651.82	8869.09333	44345.4667
Choux	7	90.621	906.21	1208.28	8457.96
Olivier	44	523.011	5230.11	6973.48	306833.12
				Besoin total	860504.547

On remarque que le volume total des besoins en eau de notre périmètre est de 1Hm<sup>3</sup>, et comme la retenue collinaire a un volume régularisable de 1.19 Hm<sup>3</sup> et une capacité totale de 2.19 Hm<sup>3</sup>, alors on peut extraire ce volume à partir de la retenue collinaire d'Oulmène.



**III.5 Conclusion**

Dans ce chapitre, on a accosté les besoins en eau des cultures, qui représentent la base de notre projet d'irrigation étudié.

On a obtenue comme débit de pointe nécessaire pour l'irrigation du périmètre est de 1l/s/ha, ainsi le débit total caractéristique est de 220 l/s.

D'après ces résultats, on peut conclure que la capacité de la retenue collinaire d'Oulmène suffit largement à alimenter la surface d'étude.

**Chapitre IV**

***Etude du système  
d'adduction***

## Chapitre IV Etude de système d'adduction

### IV.1 Introduction

La composition d'un périmètre commande en premier lieu une intendance compétent d'un système d'irrigation et une organisation convenable de ce système.

Le système d'adduction est la première besogne à laquelle doit se tourmenter l'ingénieur, puisque tous les systèmes d'irrigation dépendent du tracé et de la conception des conduites du réseau d'adduction.

### IV.2 Alimentation en eau du périmètre

Le périmètre de F'kirina a une superficie de 220 Ha, sera irrigué à partir de la retenue collinaire d'Oulmène qui a une capacité initiale de 2.19 Hm<sup>3</sup>.

### IV.3 Organisation et structure du périmètre

L'organisation du périmètre est la première contrainte dans l'aménagement d'un périmètre d'irrigation.

Le périmètre de F'kirina est situé à l'aval de la retenue collinaire d'Oulmène, il englobe 23 ilots.

### IV.4 Ilots et bornes d'irrigation

L'ilot d'irrigation est la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation, elle décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Chaque ilot est desservi par une borne à une ou plusieurs prises.

L'ilot est placée généralement sur la partie ayant la plus haute cote afin de la surplomber et d'assurer une irrigation de surface des différentes parcelles de l'ilot.

La borne d'irrigation comprend:

- Une vanne collective sur le corps.
- Un compteur pour chaque prise.
- Un limiteur de débit adapté à la surface souscrite à l'irrigation.

#### IV.4 .1 Rôle et fonction de la borne d'irrigation

Chaque borne doit assurer les fonctions suivantes:

- Laisser passer ou arrêter le débit.
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression et assurer le comptage de l'eau livrée.

#### IV.4.2 Calcul hydraulique aux bornes

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

$$Q_b = q_s \cdot S_i \text{ .....( IV.1)}$$

Avec:

**Q<sub>b</sub>**: débit de chaque ilot (l/s);

**Q<sub>s</sub>**: débit spécifique (l/s/ha);

**S<sub>i</sub>**: superficie de l'ilot (ha);

#### IV.4.3 Choix du diamètre et du type des bornes

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'ilot et du nombre de la parcelle.

Généralement on admet:

- Pour les ilots qui ont un nombre de parcelle entre [4-8], et dont la superficie est inférieur à 15Ha, on prend la borne à quatre prise (borne de type A4).
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieur à 15Ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15Ha, on prend la borne à deux prises (borne de type B).
- Pour les grandes ilots ( $S > 50\text{Ha}$ ), on prend les bornes de type C.

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

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

#### IV.4.4 Choix du diamètre de la borne

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont détaillés dans le tableau suivant.

**Tableau IV.2:** Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11 l/s)	D= 65mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	D= 100mm
$80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s) $< Q < 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 150mm
$Q > 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 200 mm

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

**Tableau IV.3:** Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.

Ilots	S(Ha)	Parcelles	Superficies	Q (l/s/ha)	Qb (l/s)	D borne	Type borne
i1	6.59	P1	3.4	3.4	6.59	65	Type A2
		P1a	3.19	3.19			
i2	6.83	P2	4.4	4.4	6.83	65	Type A2
		P2a	2.43	2.43			
i3	7.45	P3	3.45	3.45	7.45	65	Type A2
		P3a	4	4			
i4	7.32	P4	4.22	4.22	7.32	65	Type A2
		P4a	3.1	3.1			
i5	7.21	P5	4.01	4.01	7.21	65	Type A2
		P5a	3.2	3.2			
i6	9.25	P6	4.17	4.17	9.25	65	Type A2
		P6a	5.08	5.08			
i7	9.6	P7	5.27	5.27	9.6	65	Type A2
		P7a	4.33	4.33			
i8	12.48	P8	3.22	3.22	12.48	100	Type A4
		P8a	3.01	3.01			
		P8b	4.04	4.04			
		P8c	2.21	2.21			
i9	11.64	P9	4.11	4.11	11.64	100	Type A4
		P9a	3.21	3.21			
		P9b	2.22	2.22			
		P9c	2.1	2.1			
i10	12.73	P10	2.12	2.12	12.73	100	Type A4
		P10a	3.27	3.27			
		P10b	3.23	3.23			
		P10c	4.11	4.11			
i11	7.03	P11	3	3	7.03	65	Type A2
		P11a	4.03	4.03			

Suite du **Tableau IV.3**

Ilots	S (ha)	parcelles	Superficies	Q (l/s/ha)	Qb (l/s)	D borne	Type de borne
i12	8.54	P12	4.16	4.16	8.54	65	Type A2
		P12a	4.38	4.38			
i13	12.12	P13	3.14	3.14	12.12	100	Type A4
		P13a	3.14	3.14			
		P13b	2.24	2.24			
		P13c	3.6	3.6			
i14	12.03	P14	3.31	3.31	12.03	100	Type A4
		P14a	4.11	4.11			
		P14b	3.41	3.41			
		P14c	1.2	1.2			
i15	12.39	P15	4.1	4.1	12.39	100	Type A4
		P15a	3.89	3.89			
		P15b	2	2			
		P15c	2.4	2.4			
i16	13.02	P16	3.34	3.34	13.02	100	Type 4
		P16a	5.33	5.33			
		P16b	2.03	2.03			
		P16c	2.32	2.32			
i17	9.01	P17	5	5	9.01	65	Type A2
		P17a	4.01	4.01			
i18	12.01	P18	2.44	2.44	12.01	100	Type A4
		P18a	2.02	2.02			
		P18b	4.35	4.35			
		P18c	3.2	3.2			
i19	6.25	P19	3.13	3.13	6.25	65	Type A2
		P19a	3.12	3.12			
i20	8.67	P20	4.23	4.23	8.67	65	Type A2
		P20a	4.44	4.44			
i21	12.02	P21	1.91	1.91	12.02	100	Type A4
		P21a	4.01	4.01			
		P21b	3.1	3.1			
		P21c	3	3			
i22	6.01	P22	3	3	6.01	65	Type A2
		P22a	3.01	3.01			
i23	9.8	P23	7.09	7.09	9.8	65	Type A2
		P23a	2.71	2.71			

## **IV.5 Description de l'aménagement du périmètre**

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

### **IV.5.1 Choix de la variante d'aménagement**

Le choix de la variante d'aménagement la plus adéquate se fait après étude des deux variantes d'aménagement disponibles, à la fin on choisit celle qui s'adapte mieux en tenant compte des pertes de charges minimales et meilleur tracé qu'il doit être économique.

#### **1. La variante 1**

La variante 1 est celle du réseau gravitaire sans pompage et donc sans réservoir. Elle consiste à faire l'adduction par une conduite enterrée en Fonte part de la retenue collinaire gravitairement vers notre périmètre d'irrigation, cette variante a été écartée du fait des faibles pressions obtenues.

#### **2. La variante 2**

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

### **IV.5.2 Choix de la variante**

Suivant les besoins de notre étude, nous avons opté pour la variante 1 qui parait la plus adéquate, elle s'avère aussi la plus couteuse dans le cas de la réalisation et exploitation.



## IV.6 Dimensionnement des canalisations

Après avoir calculé les débits des ilots, nous procédons au dimensionnement des conduites et qui doit répondre aux normes hydrauliques suivantes.

### •La vitesse admissible

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s et 2.5 m/s .Dans notre cas, on prend la vitesse admissible dans la conduite égale à 1.5 m/s.

### •Le calcul de diamètre

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

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

Avec:

**Q:** débit en m<sup>3</sup>/s;

**D:** diamètre en mm;

**V:** vitesse admissible = 1.5 m/s;

### •Calcul des pertes de charges

Les pertes de charges unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, elle est exprimée par la relation suivante:

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

Avec:

**h<sub>pu</sub>:** perte de charge unitaire en m/ml;

**Q:** débit en m<sup>3</sup>/s;

**D:** diamètre de la conduite considérée;

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

**C:** coefficient compris une majoration de 10% pour les pertes de charges singulières:

$$J = \frac{L \times Q^M}{D^N} \dots\dots\dots(IV.4)$$

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

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

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 400mm et en PEHD dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD.

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

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

$$Z1 + h1 + \frac{V1^2}{2g} = Z2 + h2 + \frac{V2^2}{2g} + \Delta H$$

Avec:

h1 et h2 sont les hauteurs de pressions;

V1 et V2 sont les vitesses d'écoulement dans A et B;

Z1 et Z2 sont les côtes du terrain naturel;

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

Les calculs sont détaillés dans le tableau IV.7.

#### IV.7 Choix du matériau des conduites

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

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

### IV.7.1 Caractéristiques des canalisations

#### Conduites en fonte:

##### a. Avantages

- Elle est très solide et rigide.
- Bonne résistance aux forces internes.
- Bonne résistance à la corrosion.

##### b. Inconvénients

- Coût relativement important.

#### Conduite en PEHD:

##### a. Avantages

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

##### b. Inconvénients

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

### IV.7.2 Choix du matériau

Dans le cas de notre étude, on choisira un matériau selon le diamètre de la conduite:

- Fonte pour les conduites de 400 à 1800 mm.
- PEHD pour les conduites de diamètres inférieurs à 400 mm.

Pour une conduite en PEHD, la rugosité équivalente  $K=0.1\text{mm}$ , donc :  $L=1.2$  ;  $M=1.89$  ;  $N=5.01$ .

Pour une conduite en Fonte, la rugosité équivalente  $K=1\text{mm}$ , donc :  $L=1.6$  ;  $M=1.975$  ;  $N=5.25$ .

Tableau IV.5: Résultat de calcul.

tronçon	longueur(m)	débit (l/s)	débit (m3/s)	diam calculé	diam normalisé	matériau	Vitesse (m/s)	delta h	cote terrain aval	cote pièzo	pression(m)	Pression (bars)
R-A	7114.42	220.0	0.220	432.2	500	Fonte	1.121	14.26	900.88	948.24	47.36	4.74
A-N2	96.08	14.4	0.014	110.4	125	PEHD	1.170	1.20	901.67	947.03	45.36	4.54
N2-B2	34.77	6.9	0.007	76.4	90	PEHD	1.080	0.55	901.28	946.48	45.20	4.52
N2-N3	225.54	7.5	0.007	79.7	90	PEHD	1.178	4.20	899.52	942.84	43.32	4.33
N3-B3	37.64	7.5	0.007	79.5	90	PEHD	1.172	0.69	898.99	942.14	43.15	4.32
A-N1	314.74	74.0	0.074	250.7	315	PEHD	0.950	0.91	900.69	947.32	46.63	4.66
N1-B1	34.89	6.6	0.007	75.0	90	PEHD	1.042	0.52	901.37	946.81	45.44	4.54
N1-N4	169.08	67.4	0.067	239.2	250	PEHD	1.373	1.27	899.8	946.05	46.25	4.63
N4-B4	32.28	7.4	0.007	79.0	90	PEHD	1.157	0.58	899.05	945.47	46.42	4.64
N4-N7	594.33	60.0	0.060	225.8	250	PEHD	1.224	3.61	896.6	941.87	45.27	4.53
N7-B7	32.53	9.6	0.010	90.5	125	PEHD	0.787	0.20	897.1	941.67	44.57	4.46
N7-N10	49.8	50.4	0.050	206.8	250	PEHD	1.027	0.22	896.3	941.65	45.35	4.53
N10-B10	34.68	12.8	0.013	104.2	125	PEHD	1.043	0.35	896	941.52	45.52	4.55
N10-N16	553.35	37.6	0.038	178.7	200	PEHD	1.197	4.18	893.5	937.33	43.83	4.38
N16-B16	31.91	13.1	0.013	105.4	125	PEHD	1.067	0.34	893	941.18	48.18	4.82
N16-N13	130.07	24.5	0.025	144.3	160	PEHD	1.219	1.32	893.4	939.86	46.46	4.65
N13-B13	33.18	12.2	0.012	101.7	125	PEHD	0.993	0.31	893.6	939.55	45.95	4.60
N13-N22	543.6	12.3	0.012	102.3	125	PEHD	1.005	5.14	888.5	934.42	45.92	4.59
N22-B22	34.58	6.0	0.006	71.6	75	PEHD	1.368	1.05	888	933.37	45.37	4.54
N22-N19	40.94	6.3	0.006	73.0	75	PEHD	1.423	1.34	888	933.08	45.08	4.51
N19-B19	33.76	6.3	0.006	73.0	75	PEHD	1.423	1.10	888.4	931.98	43.58	4.36
A-N5	339.65	132.7	0.133	335.8	400	Fonte	1.057	0.79	899.4	947.45	48.05	4.80

N5-B5	36.8	7.2	0.007	78.4	90	PEHD	1.140	0.64	899.1	946.80	47.70	4.77
N5-N6	323.3	125.5	0.125	326.5	400	Fonte	0.999	0.68	897.6	946.77	49.17	4.92
N6-B6	37.16	9.3	0.009	88.9	90	PEHD	1.462	1.03	897.4	945.73	48.33	4.83
N6-N9	129.14	116.2	0.116	314.1	400	Fonte	0.925	0.24	896.9	946.53	49.63	4.96
N9-B9	36.96	11.7	0.012	99.7	125	PEHD	0.954	0.32	897	946.21	49.21	4.92
N9-N8	247.79	104.5	0.104	297.9	315	PEHD	1.342	1.19	895.5	945.03	49.53	4.95
N8-B8	35.32	12.5	0.013	103.2	125	PEHD	1.023	0.34	895.5	944.68	49.18	4.92
N8-N11	103.28	92.0	0.092	279.5	315	PEHD	1.181	0.45	895	944.58	49.58	4.96
N11-B11	38.88	7.1	0.007	77.5	110	PEHD	0.744	0.24	894.8	944.33	49.53	4.95
N11-N12	173.33	84.9	0.085	268.5	315	PEHD	1.090	0.65	894.9	943.69	48.79	4.88
N12-B12	34.74	8.6	0.009	85.4	90	PEHD	1.350	0.83	894.8	942.85	48.05	4.81
N12-N14	326.8	76.3	0.076	254.6	315	PEHD	0.980	1.00	892.7	941.85	49.15	4.92
N14-B14	39.83	12.1	0.012	101.3	125	PEHD	0.986	0.36	892.7	941.49	48.79	4.88
N14-N15	384.92	64.2	0.064	233.5	250	PEHD	1.309	2.65	890.3	939.20	48.90	4.89
N15-B15	39.9	12.5	0.012	102.8	125	PEHD	1.015	0.38	890.6	938.82	48.22	4.82
N15-N17	64.78	51.8	0.052	209.7	250	PEHD	1.055	0.30	889.9	938.91	49.01	4.90
N17-B17	37.86	9.1	0.009	87.7	110	PEHD	0.953	0.38	889.7	938.53	48.83	4.88
N17-N18	65.13	42.7	0.043	190.5	250	PEHD	0.871	0.21	889.7	938.70	49.00	4.90
N18-B18	35.93	12.1	0.012	101.2	125	PEHD	0.984	0.33	889.9	938.37	48.47	4.85
N18-N20	167.7	30.6	0.031	161.3	200	PEHD	0.976	0.87	889.5	937.83	48.33	4.83
N20-B20	32.35	8.7	0.009	86.0	90	PEHD	1.370	0.80	888.9	937.03	48.13	4.81
N20-N21	43.25	21.9	0.022	136.5	160	PEHD	1.091	0.36	888.8	937.47	48.67	4.87
N21-B21	35.93	12.1	0.012	101.3	125	PEHD	0.985	0.33	888.4	937.14	48.74	4.87
N21-N23	111.59	9.8	0.010	91.5	125	PEHD	0.803	0.70	887.9	936.45	48.55	4.85
N23-B23	35	9.8	0.010	91.5	125	PEHD	0.803	0.22	887.8	936.23	48.43	4.84

**IV.8 Conclusion**

Dans Ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre de F'kirina de la wilaya d'Oum El Bouaghi.

Le périmètre est découpé en 23 ilots, et comporte 23 bornes, le réseau d'adduction projeté est constitué par une conduite enterrée en Fonte part de la retenue collinaire gravitairement vers notre périmètre d'irrigation.

On a calculé les diamètres des bornes du réseau pour déterminer tous les caractéristiques qui concernent les tronçons (vitesses, débits, pressions...).

**Chapitre V**

***Les techniques  
d'irrigation***

**Chapitre V Etude des techniques d'irrigation****V.1 Introduction**

La méthode d'irrigation est conditionnée par le mode de l'arrivage de l'eau au niveau de la parcelle. La distribution de l'eau aux bornes d'irrigation s'actionne sous pression et à la demande, confoterait l'utilisation de méthodes d'irrigation modernes, il dépend d'un grand nombre de facteurs techniques, économiques et sociologiques.

Les facteurs techniques amassent le type de culture, le type de sol, la structure parcellaire, la topographie et la qualité de l'eau.

Les facteurs sociologiques comportent la structure des établissements, les couts d'investissement, les frais de fonctionnement et les besoins en mains d'œuvre.

**V.2 Le choix des techniques d'irrigation**

Pour le choix des techniques d'irrigation, on considère les facteurs suivants:

- Le débit dont on dispose.
- La nature de sol.
- La nature des cultures.
- La pente du terrain à irrigué.

**V.3 Les différentes techniques d'arrosage**

Il existe trois (3) classes pour les techniques d'arrosage.

1–L'irrigation gravitaire ou de surface.

2–L'irrigation par aspersion.

3–L'irrigation localisée ou micro irrigation.



**V.3.1 Irrigation de surface**

La technique de l'irrigation gravitaire consiste à arroser les cultures en faisant ruisseler l'eau à la surface du sol. la répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement , infiltration et capillarité ).

Nous distinguons:

**a. irrigation par bassin (submersion)**

Elle consiste à introduire la dose d'arrosage à l'intérieur de planches horizontales bordées par des diguettes et formant bassin de submersion, elle consiste aussi à donner au sol une couche d'eau épaisse, est appliquée en terrain presque plat de pente moins de 0.1%.

L'arrosage est lié directement à trois facteurs:

- Faible perméabilité.
- Qualité du nivellement.
- Fort débit d'apport.

**b. l'irrigation par ruissellement (planches)**

L'eau d'irrigation est apportée par ruissellement à partir des Fossés du champ sans vrai contrôle par des digues ou par d'autres méthodes limitant le mouvement de l'eau.

Cette méthode est généralement utilisée sur les terrains vallonnés lorsqu'il n'est pas possible d'implanter des bassins ou des raies.

**c. Irrigation à la raie**

L'irrigation à la raie permet sur l'exploitation de gérer l'eau avec plus de flexibilité. Cette technique exige une main œuvre abondante est qualifié pour la conduite d'arrosage.

**1. Les avantages et les inconvénients de l'irrigation de surface****a. Avantages**

- Technique ancienne, bien connue.
- Possibilité de lessivage sans risque d'érosion.
- Le coût d'investissement faible.
- Pas de dépenses pour la mise sous pression de l'eau.
- Alimentation des nappes phréatiques.

**b. Inconvénients**

- Temps de main d'œuvre pour la répartition et la surveillance important.
- Coûts importants en cas d'ouvrages d'art.
- Perte d'eau importante.

**V.3.2 Irrigation par aspersion**

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

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle.

Il y a deux types d'installation par aspersion :

- Les équipements classiques.
- Installation à la parcelle.

Il y a deux types pour les équipements classiques :

- Equipement avec rampes rigides.
- Equipement avec rampes souples et asperseur sur traineau.

Pour l'installation à la parcelle deux solutions peuvent être envisagées :

- L'installation totalement fixée.
- L'installation totalement mobile.

## **1. Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion**

### **a. Avantages**

- Elle s'adapte à n'importe quel type de terrain (accidenté, pente nulle...etc).
- Elle peut être employée quelque soit la nature du sol si ce dernier sera très perméable.
- Elle permet une oxygénation de l'eau.
- Elle présente une économie de l'eau, qui peut atteindre 50%.
- Elle met à la disposition des exploitations des conditions d'arrosage très souples, en région aride, l'aspersion permet une protection antigel et fertilisante.

### **b. Inconvénients**

- Investissements initiaux élevés.
- Favorise l'apparition des problèmes phytosanitaires en créant un milieu propices aux champignons.
- Développement des mauvaises herbes.
- Favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont fines.
- Tassement progressif du sol.
- Eau chargée provoque l'abrasion très rapide des buses d'aspersion.
- Un minimum de précaution doit être pris pour éviter le colmatage surtout avec la buse de petit diamètre.

**V.3.3 Irrigation localisée (goutte à goutte)**

La micro irrigation ou l'irrigation localisée c'est un système dans lequel l'eau est distribué en basse pression via un réseau de canaux, selon un schéma prédéterminé, et qui applique une petite quantité d'eau à chaque plante adjacente, souvent utilisées dans les cultures agricoles situées dans les régions arides où les restrictions en eau sont importantes.

Les composantes d'une installation d'un réseau goutte à goutte sont:

- Un point de fourniture d'eau.
- La station de tête contient les appareils suivants :
  - ✓ Compteur, clapet anti-retour.
  - ✓ Régulateur de pression, vannes, débitmètre.
  - ✓ Organe de filtration.

**1. Les avantages et les inconvénients de la micro irrigation****a. Avantages**

- Gain de temps, car l'arrosage se fait automatiquement.
  - Grande économie d'eau.
  - Coût pas excessif, il est assez facile de trouver un bon système à un tarif raisonnable.
  - Toutes les plantes reçoivent exactement la même quantité d'eau.
  - Parfait équilibre en apport d'eau.
- Forte réduction du risque d'apparition des maladies fongiques.
- Ce type de système peut fonctionner parfaitement sur une culture à petite échelle comme à très grande échelle.

**b. Les inconvénients**

- Il est important de prendre le temps de choisir le bon système, qu'il soit bien conçu, fiable et pourvu de bons filtres afin de ne pas obturer les goutteurs.
- L'entretien rigoureux de ce système est fondamental (nettoyage périodique des filtres, vérification du bon fonctionnement de chaque goutteur, du bon raccordement de chaque goutteur.
- Il est nécessaire d'avoir une bonne maîtrise et connaissance solide du système, afin de s'assurer que les plantes reçoivent la quantité nécessaire à leur bon développement.

**V.3.4 Choix de la technique d'arrosage**

Le choix de la méthode d'irrigation la plus adaptée à son cas particulier, il faut évaluer les avantages et les inconvénients de chaque méthode. Il doit être capable de sélectionner la technique d'irrigation qui s'adapte mieux aux conditions locales. Mais, dans la plupart des cas il n'y a pas une solution unique.

Le choix rationnel est fait, après essai des méthodes possibles dans les conditions locales d'exploitation.

Une analyse multicritère des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir aux choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée.

Notre analyse est détaillée comme suit:

**Tableau V.1:** Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.

Contraintes	Irrigation de surface	Irrigation par aspersion	Micro irrigation
➤ contraintes naturelle			
●évaporation	+	++	++
●vent	+++	++	+++
●texture	++	++	+++
●perméabilité	++	+++	++
●pente (2%)	+++	+++	+++
●qualité d'eau d'irrigation	+++	+++	+++
➤ cultures			
●maraichage	+++	++	+++
●fourragère et céréales	□	+++	□
●arbres	+++	□	+++
➤ contraintes économique			
●économie d'eau	□	++	+++
➤ divers			
●adaptation à l'irrigation de nuit	++	+++	+++
●possibilité automatiser	□	+++	+++

**Remarque:**

□: inadéquat ou déconseillé / +: adapté avec réserve / ++: adapté /

+++ : très adapté.

**V.4 Conclusion**

Pour choisir un système d'irrigation cohérent et économique, il doit tenir compte les critères suivants:

- Le type de culture.
- Les contraintes existantes dans la pratique.
- La maîtrise de la technique par l'exploitant.
- Le cout de l'installation.

D'après les conditions climatiques de notre zone d'étude, nous pouvons adopter des techniques d'irrigation par goutte à goutte et par aspersion.

L'irrigation par aspersion est pour les cultures de l'assolement, et l'irrigation par goutte à goutte est pour les arboricultures dans le cas d'une petite surface.

# **Chapitre VI**

## ***Dimensionnement du réseau d'irrigation***



## Chapitre VI Dimensionnement du réseau d'irrigation

### VI.1 Introduction

L'irrigation est une technique artificielle utilisée sur des terres agricoles, dans le but d'augmenter leurs rendements, pour cela il faut réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Pour assouvir les besoins en eau des cultures, en reconstituant à chaque fois la réserve en eau du sol dans la zone racinaire, on doit apporter correctement les doses d'irrigation et à des instants bien définis; cela se fait avec un dimensionnement très précise du réseau d'irrigation.

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

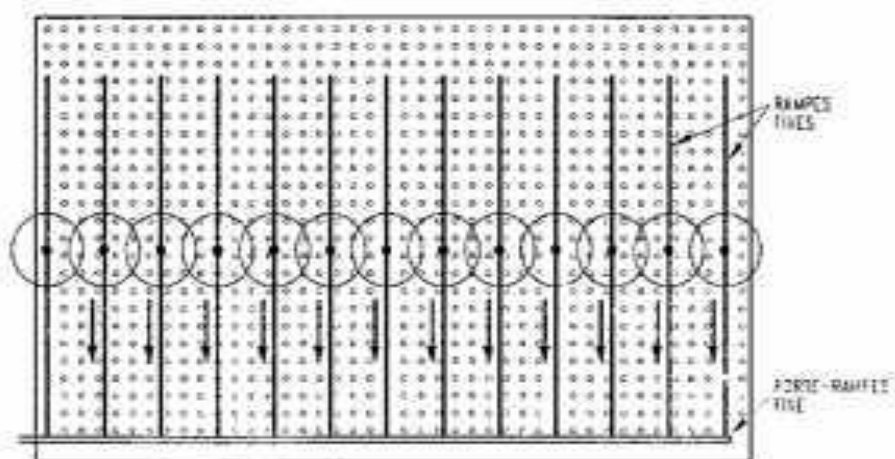
### VI.2 Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion

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

Nous pouvons classer les équipements d'irrigation par aspersion en deux (2) types: les couvertures d'asperseurs totales et les couvertures intégrales.

#### a. Couverture totale

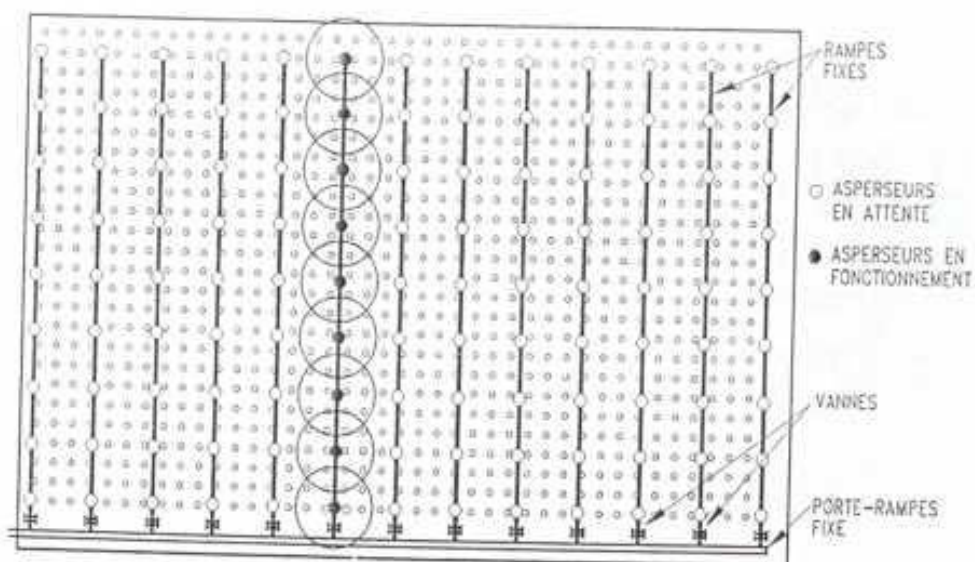
Pour la couverture totale, le champ est entièrement couvert de rampes. En cours de saison, nous déplaçons manuellement les cannes munies de leurs asperseurs d'un poste à l'autre tout le long de la rampe. Étant donné que chaque rampe n'alimente qu'un asperseur à un instant donné, on utilise des tuyaux de faible diamètre et de faible coût. Avec un déplacement de matériel à effectuer ne représente pas un travail trop considérable, la figure suivante représente un schéma d'une couverture totale.



**Figure VI.1:** Exemple d'une couverture totale.

### b. Couverture intégrale

La couverture intégrale consiste à disposer les rampes sur la parcelle et à les équiper de l'ensemble des aspersionnels, en début de campagne. Une fois posé, l'ensemble n'est plus déplacé pendant toute la saison d'irrigation, la figure suivante représente un schéma d'une couverture intégrale.



**Figure VI.2:** Exemple d'une couverture intégrale.

**VI.2.1 Données générales de dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion**

**Choix de la culture:** pomme de terre;

**Choix de la parcelle:** la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est située l'ilot N° 3, la parcelle P3 est d'une superficie de 3.45 ha, qui dispose d'une pression aux bornes de 4.32 bars;

**Choix du mode de couverture:** couverture totale;

**Temps de travail:** 20 heures par jour, et 26 jours par mois;

**Besoins en eau de pointes:** 138.6908 mm/mois pour le mois de juin;

**Perméabilité de sol:** le sol est de type limoneux estimé de  $K = 10$  mm/h;

**Dose pratique:** RFU = 62.4 m;

**VI.2.2 Dimensionnement théorique****a. Le diamètre de l'ajutage**

On a la perméabilité du sol  $K = 10$  mm/h, pluviométrie admissible.

On pose  $P \leq K$ , tel que P: la pluviométrie de la buse.

**b. Le diamètre de la buse**

On a une valeur de perméabilité de 10 mm/h donc d'après la fiche technique d'un arroseur de type Perrot (annexe 05), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

**c. Calcul de la portée du jet (L)**

Pour le calcul de la portée de jet, on utilise l'équation suivante:

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \dots\dots\dots(\text{VI.1})$$

D'où:

d: le diamètre de la buse en mm;

h: pression à la buse en (m), dans notre cas P= 3 bars ; h=30m ;

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 30^{0.25} = \mathbf{15.38 \text{ m.}}$$

Cette formule est valable théoriquement, mais pour plus de précision, on utilise le catalogue du fournisseur Perrot ( **Annexe 05**), pour un diamètre de buse de 4.8 mm et une pression de service de 3.0 bars, la portée calculée est de 16m .

**d. Ecartement entre les rampes et arroseurs**

D'après la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant:

**E<sub>l</sub>** entre les lignes d'arrosage: 1.3 (vent faible ) à 1.2 L (vent fort).

**E<sub>a</sub>** entre les arroseurs sur la rampe: 0.8 (vent faible) à 0.5 L (vent fort) .

La zone étudiée présente des vitesses de vent faible de 2.3 m/s. donc on prend les valeurs suivantes:

$$E_l = 1.25 \times 16 = 20 \text{ m.}$$

$$E_a = 0.8 \times 16 = 12.8 \text{ m.}$$

On prend les valeurs normalisées des ecartements, d'où:

$$\mathbf{E_l = 18 \text{ m .}}$$

$$\mathbf{E_a = 12 \text{ m .}}$$

**e. Calcul du débit de l'asperseur**

Pour le calcul de débit de l'asperseur, on applique la relation suivante:

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(\text{VI.2})$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \cdot (4.8)^2}{4} \times \sqrt{2 \times (9.81) \times 30} = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 1.5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

**f. Verification de la pluviometrie de la buse**

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

$$P = \frac{q}{E_a \times E_l} \dots\dots\dots(\text{VI.3})$$

$$P = \frac{1.5 \times 1000}{12 \times 18} = 6.95 \text{ mm/h} .$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie  $P \leq K = 10 \text{ mm/h}$ .

**g. Paramètres d'arrosage****g.1 Calcul du tour d'eau**

$$T_{eau} = \frac{\text{Dose} \times \text{NJ}}{B_{pointe}} \dots\dots\dots(\text{VI.4})$$

Avec:

La dose d'irrigation est **RFU** = 62.4 mm

**NJ** = 26 jours/mois

**B<sub>pointe</sub>** = 138.6908 mm

$$T_{eau} = \frac{62.4 \times 26}{138.6908} = 11.69 \text{ jours}$$

On prend un **T<sub>eau</sub>** = 12 jours

**g.2 Nombre d'irrigation par mois**

On irrigue  $30/12 = 3$  fois soit chaque 10 jours.

**g.3 La dose réelle**

Besoin journalier =  $138.6908/30 = 4.62$  mm

La nouvelle **dose réelle** =  $10 * 4.62 = 46.2$  mm.

**g.4 La dose brute**

Efficienc e d'irrigation = **0.75**.

$$\text{dose brute} = \frac{\text{dose réelle}}{\text{efficienc e}} = \frac{46.2}{0.75} = \mathbf{61.6 \text{ mm.}}$$

**g.5 Le temps d'arrosage**

Le temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration:

$$T_a = \frac{\text{dose brute}}{P} \dots\dots\dots (\text{VI.5})$$

On a **P = 10 mm/h** on aura :

$T_a = 61.6 / 10 = 6.16$  le temps d'arrosage est de **7 heures**.

Donc on pourra adopter trois (3) positions par jour pour chaque asperseur, sans dépasser les 20 heures.

**g.6 L'unité d'arrosage**

La surface unitaire arrosée ou unité de surface se calcule comme suit:

$$S_u = \frac{S}{T \times n} \dots\dots\dots (\text{VI.7})$$

$$S_u = \frac{3.45}{10 \times 3} = \mathbf{0.115 \text{ Ha.}}$$

**g.7 Nombre d'asperseurs requis**

$$N_{asp} = \frac{\text{Surface a arroser (m}^2\text{)}}{\text{Implantation}} \dots\dots\dots (\text{VI.8})$$

$$N_{asp} = \frac{0.115 \times 10000}{18 \times 12} = \mathbf{6 \text{ asperseurs}}$$

**g.8 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois**

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a$$

$$V = \frac{3 \times 3 \times 62.4 \times 18 \times 12}{1000} = 121.31 \text{ m}^3$$

**VII.2.3 Dimensionnement hydraulique des rampes**

La longueur du terrain est de 238.07 m.

La largeur du terrain est de 154.02m.

**a. La longueur de la rampe**

$$L_r = \frac{\text{Largeur du terrain}}{2} - \frac{E_a}{2} \dots\dots\dots(\text{VI.9})$$

$$L_r = \frac{154.02}{2} - \frac{12}{2} = 71.01 \text{ m}$$

On prend:  $L_r = 71 \text{ m}$

**b. Nombre d'asperseur par rampe**

$$N_{asp/rampe} = \frac{L_r}{E_a} \dots\dots\dots (\text{VI.10})$$

$$N_{asp/rampe} = \frac{71}{12} = 6 \text{ asperseurs}$$

**c. Nombre de rampe**

$$N_{rampes} = \frac{N_{asp}}{N_{asp/rampe}} = 1 \text{ rampe} \dots\dots\dots (\text{VI.11})$$

Donc on travaille avec **une rampe**.

**d. Débit des rampes**

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times N \text{ d'asperseur par rampe} \dots\dots\dots (\text{VI.12})$$

$$Q_{rampe} = 1.50 \times 6 = 9 \text{ m}^3/\text{h} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$$

**e. Nombre de position des rampes**

$$N \text{ positions rampe} = L/EI \dots\dots\dots (VI.13)$$

Avec:

**L**: longueur du terrain (238.07 m); **EI**: espacement entre les rampes (18m).

N positions rampe =  $238.07/18 = 14$  rampes.

**f. Diamètre de la rampe**

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \times Qr}{\pi \times V}} \dots\dots\dots (VI.14)$$

Avec:

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

On suppose que  $V = 1.2$  m/s, on calcul le Dr ;

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \times 2.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.2}} = 0.051 \text{ m} = \mathbf{51 \text{ mm.}}$$

Les conduites en PEHD disponibles dans le marché ont les diamètres suivants : 50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 220 mm.

Donc le diamètre de la rampe normalisé = 63 mm se qui permet de calculer la nouvelle vitesse:

$$V = \frac{4 \times Qr}{\pi \times Dr^2} = \frac{4 \times 2.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.063^2} = \mathbf{0.80 \text{ m/s} < V_{adm}}$$



### VI.2.4 Dimensionnement de la porte rampe

#### a. La longueur de la porte rampe

$$L_{pr} = \frac{L}{2} - \frac{El}{2} = \frac{238.7}{2} - \frac{18}{2} = 110.035\text{m.}$$

#### b. Débit de la porte rampe

$$Q_{\text{porte rampe}} = Q_{\text{rampe}} \times N_{\text{rampes}} \dots\dots\dots (\text{VI.15})$$

$$Q_{\text{porte rampe}} = 9 \times 1 = 9 \text{ m}^3/\text{h}.$$

#### c. Diamètre de la porte rampe

$$D_{pr} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times 2.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.2}} = 61 \text{ mm.}$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_{pr}=63\text{mm}$ ), ce qui permet de calculer la nouvelle vitesse:

$$V = \frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times D_{pr}^2} = \frac{4 \times 2.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.063^2} = 0.8\text{m/s} < V_{\text{adm.}}$$

### VII.2.5 Calcul des pertes de charges

Les pertes de charges seront calculées d'après la formule de Hazen-Williams:

$$J = \left( \frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{L \times Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots\dots\dots (\text{VI.15})$$

Avec:

**J**: pertes de charges linéaire en m;

**CH**: coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD);

**D**: diamètre en m;

**L**: longueur de la conduite en m;

#### 1. Les pertes de charges de la rampe

On a:

$$L_r = 71 \text{ m}; D_r = 0.063\text{m}; Q_r = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s.}$$

Donc: **J<sub>r</sub>=0.98 m.**

## 2. Les pertes de charges de la porte rampe

On a:

$L_{pr} = 110.035\text{m}$ ;  $D_{pr} = 0.063\text{ m}$ ;  $Q_{pr} = 2.5 \times 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$ .

Donc :  **$J_{pr} = 1.52\text{ m}$** .

Les résultats du calcul sont représenté dans le tableau suivant:

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

Paramètres	Porte Rampe	Rampe	C.tertiaire
Longueur (m)	110.035	71	114
Diamètre (mm)	63	63	63
Débit (m <sup>3</sup> /h)	9	9	9
Vitesse (m/s)	0.8	0.8	0.8
Perte de charge totale(m)	1.52	0.98	1.54

L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement ( $P=3\text{ bars}$ ,  $h=30\text{ m}$ ) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit  $J = 6\text{m}$ .

Pour une perte de charge totale de  $4.04\text{ m}$ , la règle de Christiansen est donc respectée.

### VI.2.6 Calcul de la pression en tête

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \dots\dots\dots (\text{VI.16})$$

H: pression à la tête de la parcelle;

$H_1$ : Pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar);

$H_2$ : Perte de charge totale de la rampe;

$H_3$  : La dénivelée. (0 m. terrain relativement plat);

$$H=30+4.04+0=34.04\text{m.}$$

H= 3.404 bars, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de plus de 4.32bars.

### VI.3 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

#### VI.3.1 Données générales

**Choix de la culture:** l'olivier.

**Choix de parcelle:** la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est située l'ilot N°21, la parcelle P21 est d'une superficie de 1.91 ha, qui dispose d'une pression aux bornes de 4.87 bars.

**Besoins en eau de pointes:** 163.092 mm/mois pour le mois de juillet.

**Temps maximum journaliers de travail:** 22 heures.

**Organisation du réseau:** espacement entre arbres: 4m; espacement entre rangs: 4m; avec une surface de 1.91ha, la longueur est de 391.24 m et la largeur est de 54.96 m.

#### Caractéristique du goutteur :

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

### VI.3.2 Calcul de l'installation d'irrigation par goutte à goutte

#### a .influence du taux de couverture du sol

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

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

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

- KELLER et KARMELI (1974):

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} = \frac{60\%}{0.85} = 0.71 \dots\dots\dots \text{(VI.17)}$$

- La formule de Freeman et Garzoli:

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) = 0.8 \dots\dots\dots \text{(VI.18)}$$

- La formule de Decroix (CTGREF):

$$K_r = 0.1 + C_s = 0.7 \dots\dots\dots \text{(VI.19)}$$

On prend la formule de Freeman et Garzoli  **$K_r=0.8$** ;

$C_s$ : couverture du sol,  $C_s=60\%$  pour les arbres adultes.

#### b. Besoins journaliers en tenant compte de la réduction $K_r$

Les besoins de mois de pointe est mois de juillet est de 198.3576 mm.

Les besoins journaliers:  $B_j = \frac{B_{net}}{N_j} = \frac{163.092}{31} = 5.26$  mm.

Les besoins en eau dans l'irrigation localisée seront calculés par la relation suivante:

$$B_{jl} = B_j \times K_r \dots\dots\dots \text{(VI.20)}$$

$$B_{jl} = 5.26 \times 0.8 = \mathbf{4.208 \text{ mm/j.}}$$

**c. Dose nette (dose pratique)**

La détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire est la deuxième étape en micro-irrigation.

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

$$D \text{ nette} = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times D_a \times P\% = \text{RFU} \times P\% \quad \dots\dots\dots(\text{VI.21})$$

Avec:

**H<sub>cc</sub>**: humidité a la capacité au champ (23%);

**H<sub>pf</sub>**: humidité au point de flétrissement (12%);

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

**Z**: profondeur d'enracinement en (1.5 m);

**D<sub>a</sub>**: Densité apparente 1.2;

**P**: Pourcentage du sol humidifié ;

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \quad \dots\dots\dots (\text{VI.22})$$

Avec:

**P**: Volume du sol humidifié ;

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

**S<sub>pd</sub>**: Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m);

**S<sub>h</sub>**: Largeur de la bande humidifiée (1m);

**S<sub>r</sub>**: Ecartement entre rangs d'arbre (4m);

**S<sub>a</sub>**: espacement des arbres sur les rangs (4m);

On obtient:

**P% = 25%.**

Alors, la dose nette a une valeur de Dnette = 33mm.

**d. Fréquence et intervalle des arrosages Fr**

L'intervalle entre deux arrosages est donné par la formule suivante:

$$Fr = \frac{\text{dose pratique}}{Bjl} = \frac{33}{4.208} = 7.84 \text{ jours.}$$

Alors on prend une fréquence de 8 jours.

**e. Calcul de la dose brute**

On recalcule la nouvelle dose pratique:

$$Dp' = Fr \times Bjl = 8 \times 4.208 = 33.66 \text{ mm.}$$

$$D_{brute} = \frac{D_p'}{C_u \times E_{ff}} \dots\dots\dots (VI.23)$$

Avec:

**Cu**: coefficient d'uniformité qui est égal à 90%;

**Eff**: efficacité du réseau d'irrigation qui est égal à 90%;

D'où:

$$D_{brute} = \frac{33.66}{0.9 \times 0.9} = 41.56 \text{ mm/mois.}$$

**f. La durée d'arrosage**

$$\theta = \frac{D_{\text{brute}} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \dots\dots\dots \text{(VI.24)}$$

Avec:

$S_d$  : Espacement entre les distributeurs;

$S_r$  : Espacement entre les rangs;

$n$  : le nombre des goutteurs;

$Q_g$ : Débit des goutteurs;

$$\theta = \frac{41.56 \times 4 \times 4}{4 \times 2} = \mathbf{84 \text{ heures/mois.}}$$

**g. Durée d'arrosage journalier**

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} \dots\dots\dots \text{(VI.25)}$$

$$D_j = \frac{84}{8} = 10.5 \cong \mathbf{11 \text{ heures /jour.}}$$

**h. Nombre de poste**

Le nombre de postes par jour est défini comme suit:

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{11} = \mathbf{2} \dots\dots\dots \text{(VI.26)}$$

On prend **2** postes.

**i. La surface du poste**

La surface du poste est définie par la formule suivante:

$$S_p = \frac{\text{La surface totale}}{\text{Le nombre de postes}} = \frac{1.91}{2} = \mathbf{0.955 \text{ ha}} \dots\dots\dots \text{(VI.27)}$$

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

### VI.3.3 Calcul hydrauliques du réseau goutte à goutte

#### 1. Conditions hydrauliques

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \dots\dots\dots (\text{VI.28})$$

La variation maximale de la pression:

$$q = K \times H^X \quad \dots\dots\dots (\text{VI.29})$$

Avec:

K: constante dimensionnelle donnée par le fabricant;

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

X: exposant caractérisant le goutteur (X=0.5);

$$\frac{\Delta q}{qg} = x \frac{\Delta H}{Hn}$$

Avec:

**qg**: Débit nominal du goutteur;

**Hn**: Pression nominale;

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

$$\Delta H (\text{max}) = \frac{1}{0.5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

Selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = **0.2m**; le reste ΔH linéaire = **1.8m**: pour les rampes:  $2/3 \times 1.8 = 1.2\text{m}$ ; et pour les portes rampes:  $1/3 \times 1.8 = 0.6\text{m}$ .



### VI.3.4 Dimensionnement des canalisations du réseau

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

#### Les rampes

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

#### Les portes rampes

C'est la conduite qui alimente les rampes, ils sont généralement en polyéthylène (PEHD).

#### 1. Calcul de la rampe

##### a. Débit d'une rampe

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots \text{(VI.30)}$$

Avec:

$Q_r$  : débit de la rampe (L/h);

$Q_g$ : débit du goutteur (L/h);

$N_g$ : nombre de goutteurs;

D'où:

La longueur de la rampe: 54.96 m.

La longueur de la porte rampe: 195.62 m.

##### b. Le nombre d'arbres par rampe

$$N_{\text{arbre/rampe}} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{54.96}{4} = \mathbf{14 \text{ arbres.}}$$

##### c. Le nombre de goutteurs par rampe

$$N_{\text{goutteur/rampe}} = N_{\text{arbre}} \times n = 14 \times 2 = \mathbf{28 \text{ goutteurs.}}$$

**d. Le nombre des rampes**

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{195.62}{4} = 48 \text{ rampes}$$

**e. Débit de la rampe**

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

$$Q_r = Q_g \times N_g \dots\dots\dots (\text{VI.31})$$

$$Q_r = 4 \times 28 = 112 \text{ l/h}$$

**f. Débit de la porte rampe**

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots (\text{VI.32})$$

$$Q_{pr} = 112 \times 48 = 5376 \text{ l/h.}$$

**g. Le nombre de porte rampe**

$$N_{pr} = 1 \text{ (1 seul porte rampe).}$$

**h. Débit de la conduite secondaire**

$$Q_{sc} = Q_{pr} \times N_{pr} \dots\dots\dots (\text{VI.33})$$

$$Q_{sc} = 5376 \times 1 = 5376 \text{ l/h.}$$

### VI.3.5 Dimensionnement des différentes parties de réseau

#### 1. la rampe

##### a. Calcul de diamètre

$$\varnothing r(cal) = \left[ \frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (VI.34)$$

Avec:

**Pdc(r)**: la perte de charge dans la rampe;

**Q(r)**: le débit de la rampe en l/h;

**L(r)**: la longueur de la rampe en m;

**Ør (cal)**: le diamètre de rampes;

La répartition de la perte de charge sur les rampes est: **p.d.c (r) = 1.2 m.c.e.**

$$\text{Alors: } \varnothing r(cal) = \left[ \frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 112^{1.75} * 54.96} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 8.08 \text{ mm.}$$

On prend un diamètre normalisé de 16 mm.

## b. Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un  $D = 16$  mm, Perte de charge selon Hazen-Williams.

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots \dots \dots \text{(VI. 35)}$$

Avec:

**L**: longueur de la conduite  $L=54.96$ m ;

**Q** : débit de rampe en (l/h),  $Q= 112$  l/h =  $3.11 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s ;

**D** : diamètre intérieur de la canalisation  $D=0.016$  m ;

$C_w=130$  PEHD ;

Alors:  $\Delta H = 0.17$  m.c.e

La valeur de la perte de charge est inférieure à 1.2 m.c.e (hr max), alors on remarque que la perte de charge ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

## 2. la porte rampe

### a. Le diamètre de la porte rampe

On applique le même procédé que les rampes, d'où:

$$\phi_{pr(cal)} = \left[ \frac{P.d.c(pr) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(pr)^{1.75} \cdot L(pr)} \right]^{\frac{1}{4.75}} \dots \dots \dots \text{(VI.36)}$$

La répartition de la perte de charge est:

Sur les portes rampes p.d.c (Pr) = 0.6 m.c.e

$$\phi_{pr(cal)} = 55.4 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 63 mm.

**b. Vérification de la perte de charge**

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots \dots \dots \text{(VI.37)}$$

$CW=130$  PEHD,  $L= 195.62\text{m}$ ,  $D=0.063\text{m}$ ,  $Q$  (porte rampe)=  $5376 \text{ l/h} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$\Delta H_{\text{ Porte rampe}} = 1.05 \text{ m}$

La valeur de la perte de charges calculée, est supérieure à 0.6 m.c.e (hr max).

On prend un diamètre normalisé de 75 mm, on obtient une perte de charge de  $\Delta h_{\text{ porte rampe}} = 0.45 \text{ m}$ , on voit que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposée par la Règle de Christiansen.

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 0.51 m, sont inférieures à 1.8 m.

On remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

**3. La conduite secondaire**

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement d'environ 1 m/s tel que:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} \dots \dots \dots \text{(VI.38)}$$

Avec:

**Q**: débit de la conduite considérée ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

**V**: vitesse d'écoulement ( $\text{m/s}$ );

$$\text{Alors : } D = \sqrt{\frac{4 \times 1.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 1}} = 0.043 \text{ m.}$$

Alors le diamètre normalisé est 75 mm.

On recalcule la vitesse:

$$V_{\text{cal}} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 1.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.075^2} = 0.4 \text{ m/s.}$$

La valeur de la vitesse calculée est inférieure à 1 m/s, on voit que la vitesse d'écoulement ne dépasse pas la limite imposée.

**Tableau VI.2:** Calcul du diamètre de la conduite secondaire.

Culture	L(m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V supposé e (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Pommier	145	1.5 × 10 <sup>-3</sup>	1	43	75	0.4	0.33

### VI.3.6 La pression d'eau à la borne de distribution

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

**Tableau VI.3:** Tableau récapitulatif.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
<b>Longueur(m)</b>	54.96	195.62	145
<b>Diamètre(m)</b>	0.016	0.075	0.075
<b>Débit (l/h)</b>	112	5376	5376
<b>Pertes de charge(m)</b>	0.17	0.45	0.33

A partir du tableau (VI.3), on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le gouteur le plus défavorable.

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

$$P(m) = 10 + 0.17 + 0.45 + 0.33 = \mathbf{10.95 \text{ m}}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.095 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

**VI.4 Conclusion**

Dans ce chapitre, on fait l'étude de dimensionnement à la parcelle, deux systèmes ont été étudiés: le goutte à goutte et l'aspersion.

Le choix du diamètre des conduites de distribution dépend de la vitesse admissible, est revenu à ce que les pertes de charges dans le tronçon de desserte doivent avoir une valeur qui permet d'assurer une pression suffisante pour le bon fonctionnement des équipements d'irrigation.

L'utilisation de ces systèmes d'irrigation a pour but d'économiser l'eau d'irrigation, et aussi d'améliorer les rendements des cultures, ce qui permettra d'intensifier les cultures dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

**Chapitre VII**

***Étude***

***technico-économique***



---

## Chapitre VII Etude technico-économique

### VII.1 Introduction

Ce chapitre est pour but d'évaluer le cout estimatif pour une meilleure réalisation et l'exécution des travaux de notre projet d'irrigation.

Ces travaux constituent:

Le système d'adduction.

Le réseau de distribution.

### VII.2 Exécution des travaux de pose de canalisations

#### VII.2.1 Exécutions des tranchées

L'exécution des tranchées est une opération de terrassement dépend des caractéristiques du terrain, l'excavation sera réalisée mécaniquement (pelle mécanique). La profondeur minimale de la tranchée à excaver est de 1m, la largeur de la tranchée doit être telle qu'un homme puisse travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place. L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive.

#### VII.2.2 Pose du lit de sable

Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui, il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire, ni appui ponctuel. Avant la pose des conduites on procède aux opérations suivantes:

- Eliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Respecter les côtes du profil en long.
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée.
- Etablir une suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (sable).

#### VII.2.3 Pose des conduites

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

#### **VII.2.4 Assemblage des conduites en PEHD**

Les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) peuvent être livrées en barres de 6 à 12 m ou en couronnes par longueurs de 50 à 100 m. Pour le raccordement de ces conduites, deux procédés sont employés:

1: Jusqu'au diamètre 63 mm le raccordement est mécanique à emboitement.

2: Raccord électrosoudables: les raccords électrosoudables en PEGD à emboitement femelle sont munis sur leur diamètre intérieur d'une résistance chauffante.

Les deux extrémités de cette résistance sont reliées à des plots situés à l'entrée de chaque emboitement. Le temps de soudage est de l'ordre d'une minute et celui du refroidissement est d'environ une heure.

Pendant les cycles de chauffage et de refroidissement, le serrage, l'alignement et le maintien des tuyaux et accessoires en polyéthylène doivent être assurés par des positionneurs.

Ces procédé d'assemblage des tuyaux présente l'avantage d'éviter la mise en place des butées, d'où une économie d'exécution, à laquelle s'ajoute celle d'encombrement du sous-sol.

#### **VII.2.5 Remblayage des tranchées**

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

#### **VII.2.6 Nivellement et compactage**

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

#### **VII.2.7 Choix des engins du chantier**

Il est important de choisir pour chaque type de travail, l'engin et le matériel le mieux adapté, de manière à obtenir un meilleur rendement. Pour notre projet on a envisagé de choisir les engins classiques de chantier à savoir : le chargeur, la pelle mécanique, compacteur à rouleau lisse, les camions et l'appareil de soudure.

### VII.3 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Les prix des conduites sont présentés comme suite:

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

Conduite	Type de conduite	Unité de mesure	Quantité(m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant(DA)
Φ75	PEHD	Ml	109.28	495.12	54106.7136
Φ90	PEHD	Ml	506.17	648.38	328190.505
Φ110	PEHD	Ml	76.74	962.02	73825.4148
Φ125	PEHD	Ml	1142.44	1226.87	1401625.36
Φ160	PEHD	Ml	173.32	2005.18	347537.798
Φ200	PEHD	Ml	721.05	3148.88	2270499.92
Φ250	PEHD	Ml	1328.04	4871.85	6470011.67
Φ315	PEHD	Ml	1165.94	7381.96	8606922.44
Φ400	Fonte	Ml	792.09	5396	4274117.64
Φ500	Fonte	Ml	7114.42	8398	59746899.2
Total(HT)					83573736.6
TVA (19%)					15879010
Total(TTC)					99452746.6

**Tableau VII.2:** Coûts des équipements de protection du réseau de distribution.

	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant(DA)
Les bornes d'irrigation	U	23	50000	1150000
Les vannes	U	2	14000	28000
Les asperseurs		6	600	3600
Les goutteurs		28	31	868
Total				1182468
TVA (19%)				224669
TTC				1407137

#### VII.4 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution

##### VII.4.1 Calcul de volume de terrassement

###### a. Largeur du fond de la tranchée

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule suivante:

$$B = d + 0.6(m) \dots\dots\dots (VII .1)$$

Avec:

**B:** Largeur de la tranchée (m);

**d:** diamètre de la conduite (m);

### b. Profondeur de la tranchée

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

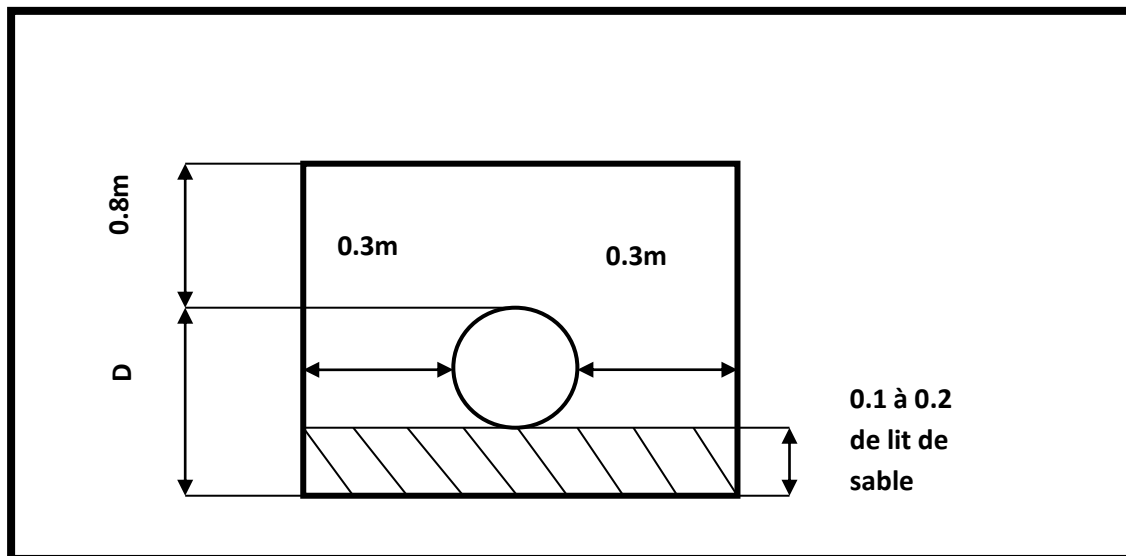


Figure VII.1: Schéma d'une tranchée.

On a:

$$\mathbf{Htr} = e + d + h = (m) \quad \dots\dots\dots (\text{VII.2})$$

Avec:

**Htr**: profondeur de la tranchée;

**e**: hauteur de lit de pose;

**d**: diamètre de la conduite;

**h**: hauteur du remblai au-dessus de la conduite;

### c. Section de la tranchée

On s'intéresse à une surface rectangulaire:

$$\mathbf{Str} = B * Htr \quad \dots\dots\dots (\text{VII.3})$$

Avec:

**Htr**: profondeur totale de la tranchée(m);

**B**: largeur du fond de la tranchée (m);

**d. Volume de déblai**

$$V \text{ déblai} = \text{Str} * L \dots\dots\dots (\text{VII.4})$$

Avec:

**L:** longueur de la tranchée (m);

**Str:** section de la tranchée (m<sup>2</sup>);

**e. Volume de remblai**

$$V_{\text{remblai}} = V_d - V_c - V_s \dots\dots\dots(\text{VII.5})$$

Avec:

**Vd:** volume de déblai;

**Vc:** volume occupé par la conduite (m<sup>3</sup>);  $V_c = L * \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right)$ .

**Vs:** volume de lit du sable, ce lit correspond à une couche de sable de 10 cm sur le fond de la tranchée;

$$V_s = e * B * L.$$

Les résultats de calculs sont représentés dans le tableau (VII.4).

**Tableau VII.3:** Calcul des différents volumes.

Conduite	Longueur	Largeur	Hauteur	V déblai	V sable	V conduite	V remblai
Conduite d'adduction							
Φ500 Fonte	7114.42	1.1	1.4	10.96× 10 <sup>3</sup>	782.58	1.39× 10 <sup>3</sup>	8.78× 10 <sup>3</sup>
Conduite de distribution							
Φ75PEHD	109.28	0.675	0.975	71.9199	7.3764	0.482	64.0615
Φ90PEHD	506.17	0.69	0.99	345.7647	34.9257	3.22	307.6197
Φ110PEHD	76.74	0.71	1.01	55.0302	5.4485	0.729	48.8627
Φ125PEHD	1142.44	0.725	1.025	848.97	82.8269	14.02	752.1231
Φ160PEHD	173.32	0.76	1.06	139.6265	13.1723	3.48	122.9742
Φ200PEHD	721.05	0.8	1.1	634.524	57.684	22.65	544.19
Φ250PEHD	1328.04	0.85	1.15	1298.1591	112.8834	65.19	1120.086
Φ315PEHD	1165.94	0.915	1.215	1296.2046	106.6835	90.86	1098.66
Φ400Fonte	792.09	1	1.3	1029.717	79.209	99.53	850.978
La somme				106679.916	1282.7897	1690.161	13689.5552

**Tableau VII.4:** Coût des travaux de terrassement.

Volumes	Unité de mesure	Quantités	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	m <sup>3</sup>	106679.916	1000	106679916
Lit de sable	m <sup>4</sup>	1282.7897	1100	1411068.67
Remblai	m <sup>5</sup>	13689.5552	600	8213733.12
Evacuation de terres	m <sup>6</sup>	92990.36	500	46495180
			Total	162799897.7
			TTC	193731878.28

Le coût total du projet en tenant compte toutes les opérations financières est de l'ordre de Deux cent quatre vingt quatorze millions cinq cent quatre vingt-onze mille sept cent soicente deux Dinard Algérien.

**CT = 294591762 DA .**

### VII.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons entamé l'exécution des travaux de pose de canalisations et déterminé les engins nécessaires pour faciliter l'opération de pose. Une pose bien faite influe positivement sur la canalisation qui va devenir un meilleur outil de transport, sûr, économique et durable.

Après on a estimé les coûts de chaque élément utilisé dans notre travail, commencent par les coûts de volume de sable, déblais, remblais et le coût de l'évacuation de terres, pour avoir le coût total de notre projet.





*Conclusion générale*

### **Conclusion générale**

Le présent mémoire permet d'étudier le périmètre de F'kirina, alimenté par les eaux de la retenue collinaire d'Oulmène de la wilaya d'Oum El Bouaghi.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est l'étude du périmètre d'irrigation de F'kirina, en vue de dimensionner le réseau dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, qui est le facteur le plus essentiel en irrigation.

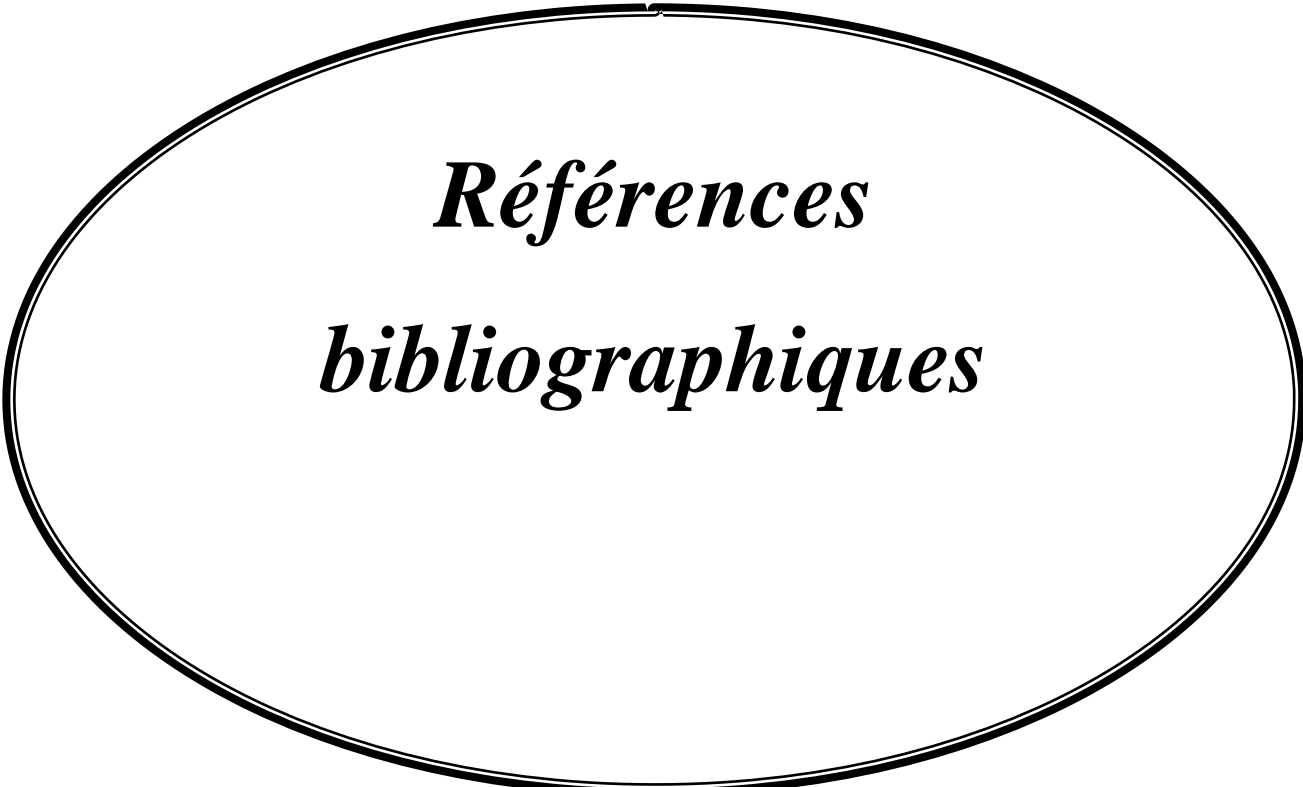
Le périmètre d'étude se situe au Sud-Ouest de la ville d'Oum El Bouaghi, dans une zone caractérisé par un climat semi-aride.

L'étude des caractéristiques physiques et pédologiques du site a montré qu'ils sont favorables à la mise irriguée du périmètre. L'irrigation du périmètre sera assurée principalement par un système d'adduction gravitaire à partir de la retenue collinaire d'Oulmène vers le périmètre.

L'estimation des besoins en eau des cultures aptes au sol du périmètre est basée sur le calcul de l'évaporation potentiel avec la méthode de Penman-Monteith ce qui nous a permis par la suite de dimensionner le réseau de distribution.

L'étude comparative entre les modes d'irrigation, nous a montré que le système goutte-à-goutte c'est le plus convenable pour les cultures arboricoles version pour les cultures de l'assolement.

L'aboutissement de ce projet permettra d'arranger les conditions socio-économiques des agriculteurs de la commune de F'kirina dans ce sens nous conseillons l'accréditation de cultures ayant un meilleur rendement et rénover les système d'arrosage, aussi l'introduction de technologie innovante de distribution et de gestion de l'eau pourra limiter les pertes en eau et bonifier la gouvernement de cette ressource.



*Références*  
*bibliographiques*

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

**Bulletin N°30 FAO.** Calcul des besoins en eau des cultures.

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

**MAAZIZ HICHEM (2015).** Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre de REHIA à partir de la retenue collinaire AHMED BEN MOHAMED (W.d'Oum El Bouaghi), Thèse MFE ENSH Blida.

**Hyfran.** Un logiciel pour l'ajustement à la loi normale.

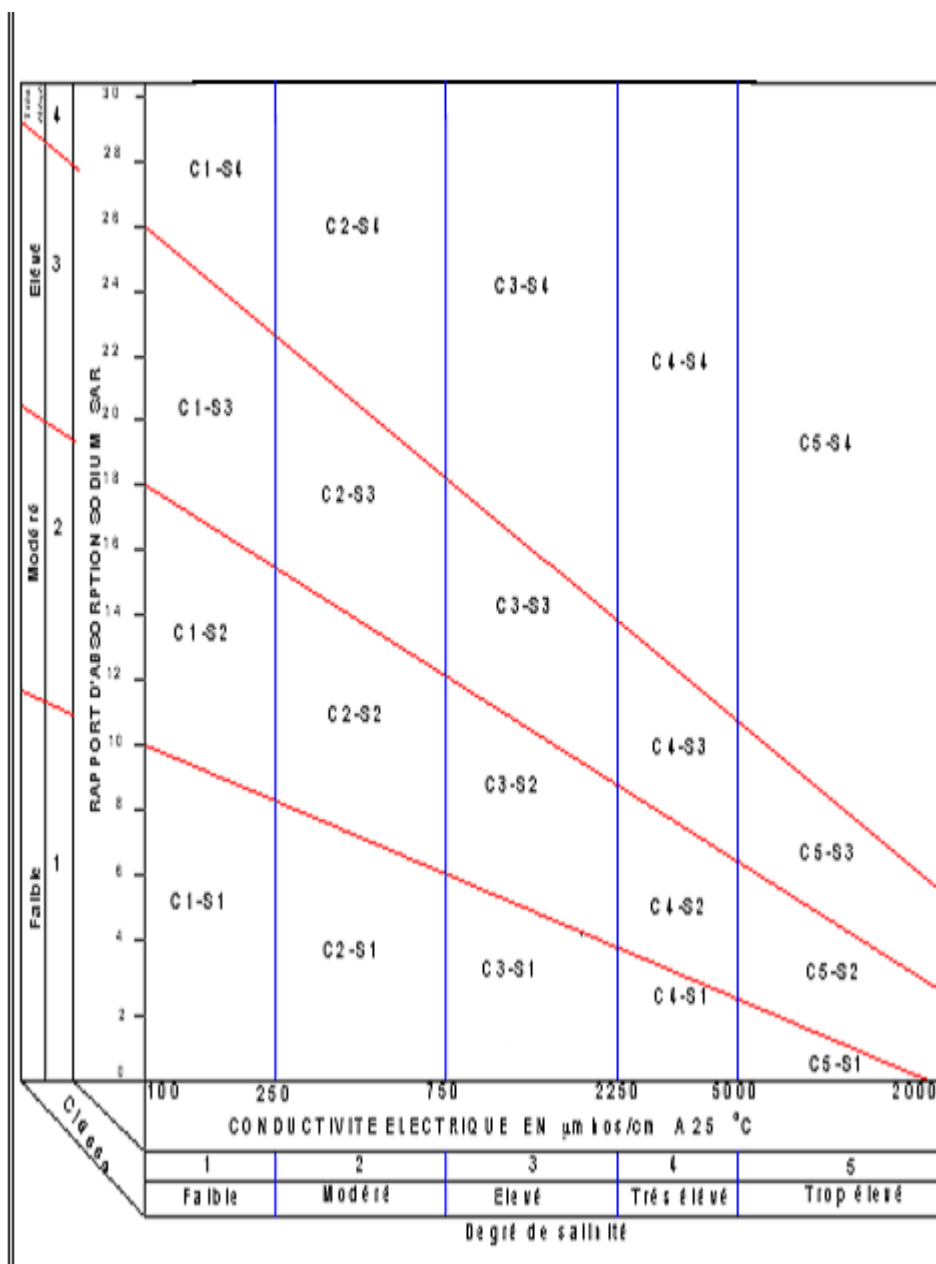
**Ollier, Ch, Poirée, M(1983).** Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages, Paris.

**BOUDJERADA IDRIS (2014).** Etude du périmètre d'irrigation d'Ain Kercha partie Est wilaya d'Oum El Bouaghi, Thèse MFE ENSH Blida.

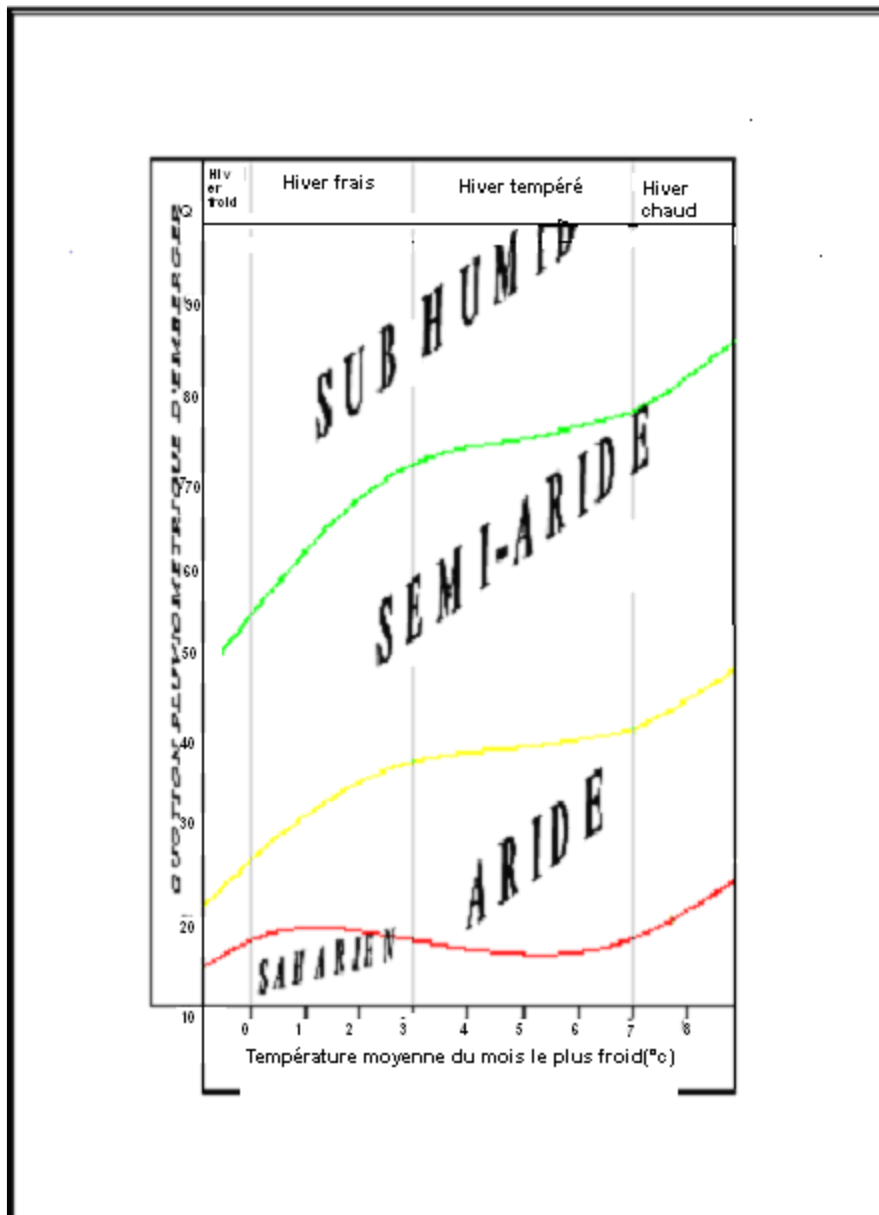


*Annexes*

**Annexe 01 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation .**



Annexe 02 : Diagramme bioclimatique d'Emberger .



**Annexe 03: L'humidité pondérale de différentes textures des sols.**

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

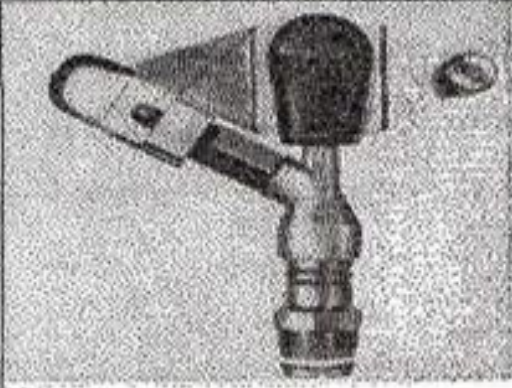
**Annexe 04: Valeurs de  $\chi^2$  en fonction de la fréquence .**

Valeurs de  $\chi^2$  ayant la probabilité P d'être dépassées

$\chi^2$ \ P	0,990	0,975	0,950	0,900	0,100	0,050	0,025	0,010	0,001
1	0,0002	0,0010	0,0039	0,0158	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,12	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,08	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,57	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70



Annexe 05 : Caractéristiques de l'asperseur circulaire



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

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

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

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

**Annexe 05:** Les diamètres des conduites en PEHD .

<b>PEHD PN16 bars</b>
<b>DN mm</b>
<b>32</b>
<b>40</b>
<b>50</b>
<b>63</b>
<b>75</b>
<b>90</b>
<b>110</b>
<b>125</b>
<b>160</b>
<b>200</b>
<b>250</b>
<b>315</b>
<b>400</b>
<b>500</b>
<b>600</b>

**Annexe 06:** Les résultats des analyses pédologiques du profil N°4.

1	2	N° horizon	
0-38	38-75	Profondeur en cm	
28.50	18.90	Argile en %	Granulométrie
36.50	39.10	Limons en %	
35.00	42.00	Sable en %	
0.45	0.43	M O en %	
0.26	0.25	C en %	
30.00	21.75	Caco <sub>3</sub> total en %	
13.69	7.74	Caco <sub>3</sub> actif en %	
3.72	2.69	Potassium K (meq/100g)	
8.59	7.89	Ph	
0.30	2.56	C E en (mmhos/cm)	

**Annexe 07:** Les résultats des analyses pédologiques du profil N°5.

1	2	N° horizon	
0-30	30-65	Profondeur en cm	
30.50	38.20	Argile en %	Granulométrie
34.70	41.40	Limons en %	
34.80	20.24	Sable en %	
0.84	0.53	M O en %	
0.49	0.31	C en %	
25.50	35.63	Caco <sub>3</sub> total en %	
13.24	16.07	Caco <sub>3</sub> actif en %	
3.72	2.95	Potassium K (meq/100g)	
8.80	8.84	Ph	
0.18	0.21	C E en (mmhos/cm)	