

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**DIMENSIONNEMENT DU PERIMETRE D'IRRIGATION  
DE BOUKALI COMMUNE EL ABADIA WILAYA DE AIN  
DEFLA**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup>. ZEROUATI FAICEL**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup> . RASSOUL ABDELAZIZ	M.C.B	Président
M <sup>me</sup> . AZIEZ WAHIBA	M.A.A	Examinateur
M <sup>r</sup> . YAHIAOUI SAMIR	M.A.B	Examinateur
M <sup>r</sup> . KERID RACHID	M.A.A	Examinateur
M <sup>r</sup> . TARIK BENKACI	M.C.A	Promoteur


**Septembre - 2014**


# dédicaces



{قُلْ إِنَّ صَلَاتِي وَنُسُكِي وَمَحْيَايَ وَمَمَاتِي لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ لَا شَرِيكَ لَهُ وَبِذَلِكَ أُمِرْتُ وَأَنَا أَوَّلُ الْمُسْلِمِينَ}

*Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :*


 *Ma mère AICHA*

 *Mon père L'aide*

*Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.*

*Je le dédie également à*

 *Mes frères : BILAL, RABAH, ramadhan, Amin.*

 *Mes amis : YASSINE, SOFIANE ,ZANOUDA ,TAKI BOUKHARI, ISLAM, ,GARIB, BENHALIMA ,WAHAB ,GANO ,IDERISS, SAMIRE, et les autres qui sont nombreux.*

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







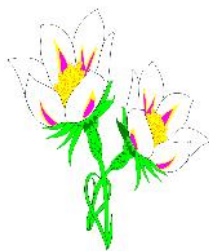
*M. ZEROUATI FAICEL*

# Remerciements

*D'abord je remercie dieu tout puissant pour m'avoir permis d'accomplir dans les meilleures conditions ce travail et toutes mes études.*

*Ma reconnaissance va plus particulièrement à :*

-  *Mon promoteur M<sup>r</sup> : BENKACI TARIK pour sa disponibilité et ses conseils utiles.*
-  *A L'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.*
-  *Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon travail*
-  *Je tiens aussi à remercier mes amis qui m'ont aidé pendant la réalisation de projet.*



*M.ZEROUATI. FAICEL*

## ملخص:

إن الهدف من انجاز هذه المذكرة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحة المسقية، المتواجدة بالعبادية ولاية عين الدفلى والذي يسعى إلى زيادة المردودية الفلاحية وذلك باستعمال أفضل التقنيات الخاصة بالسقي و تسيير أنجع للموارد المائية .  
و هذا لن يكون إلا باتباع أنظمة سقي حديثة والتي فرضت فعاليتها عمليا وهي السقي بالتقطير والسقي بالرش الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي ، لما تتميز به هذه الأنظمة من فوائد هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

## Resumé :

L'objectif de mon mémoire rentre dans le caractère de la Politique actuelle de la gestion des périmètres irriguée situé dont la commune d'el Abadia willaya d'Ain defla ; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleures systèmes d'irrigation, et une meilleure gestion des ressources en eau en adoptant des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, l'irrigation par aspersion.

Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

## Abstract:

The aim of my 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 from the other part. This is by adoption of modern irrigation systems, which reliability: localized irrigation, aspersion irrigation . These systems present many advantages like water saving.

---

**SOMMAIRE**

<b>Introduction Générale</b> .....	1
------------------------------------	---

**Chapitre I : Analyse des conditions naturelles**

I.1 Introduction.....	2
I.2 localisation du périmètre.....	2
I.2.1 caractéristiques topographiques .....	4
I.2.2 Géomorphologie.....	4
I.2.3 Géologie .....	4
I.2.4 Hydrogéologie .....	4
I.2.5 Etude socio-économique.....	5
I.2.6 Agriculture.....	5
I.3 Etude climatologique.....	6
I.3.1 Température.....	7
I.3.2 Le vent.....	8
I.3.3 Pluviométrie.....	8
I.3.4 Evaporation.....	9
I.3.5 Humidité relative.....	10
I.3.6 Détermination des indices climatiques.....	10
I.3.6.1 Quotient pluviométrique d'emberger.....	10
I.3.6.2 Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	11
I.4 Conclusion.....	13

**Chapitre II : Etude Pédologique**

II.1 Introduction.....	14
II.2 Classification des sols.....	14
II.2.A Classe des sols des minéraux bruts.....	14
II.2.B Classe des sols peu évolués.....	15
II.2.B.1 Les sols peu évolués modales.....	16
II.2.B.2 Les sols peu évolués a horizon profond mal drainant.....	17
II.2.C Propriétés physico-chimiques des sols.....	17
II.3 Détermination des aptitudes culturales des sols.....	20
II.4 Occupation des sols du périmètre.....	20

II.5 Aptitude culturales du périmètre .....	20
II.5.A Arboriculture.....	20
II.5.B Cultures industrielles.....	21
II.5.C Cultures céréalières et fourragères.....	21
II.5.D Cultures maraichères.....	21
II.5.E Légumineuses.....	21
II.6 Travaux et aménagement des sols.....	21
II.6.1 Assainissement des sols.....	21
II.6.2 Amélioration et enrichissement des sols.....	22
II.6.3 Labours profonds et sous solage .....	22
II.7 Propriétés hydrodynamiques des sols.....	22
II.8 Conclusion.....	23

### **Chapitre III : Ressources en eau-Hydrologie**

III.1 Introduction.....	24
III.2 Caractéristiques du bassin versant de l'oued Boukali.....	24
III.2.1 Situation hydrologique.....	24
III.2.2 Caractéristique techniques de la retenue de Boukali.....	26
III.2.3 Etude géologique.....	26
III.2.3.1 Condition géologiques.....	26
III.2.4 Les ouvrage de stockage.....	28
III.2.4.1 Description des ouvrages de la retenue boukali.....	28
III.2.5 L'état des ouvrages d'annexes.....	28
III.2.5.1 L'évacuateur de crue.....	28
III.2.5.2 Vidange de fond.....	28
III.2.5.3 Prise d'eau.....	28
III.2.6 Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation.....	28
III.2.7 Les limites admissibles.....	28
III.2.7.1 La conductivité électrique(CE).....	29
III.2.7.2 Le S.A.R (sodium absorption ration).....	29
III.2.8 Interprétation du bulletin d'analyse de l'eau de l'oued boukali.....	32
III.2.8.1 Les MES.....	32
III.2.8.2 La température.....	32

III.2.8.3 Le PH.....	32
III.2.8.4 La DBO5.....	32
III.2.8.5 La DCO.....	32
III.2.9 Conclusion.....	33
III.3 Hydrologie.....	34
III.3.1 Etude des précipitations.....	34
III.3.2 Répartition de la pluie moyenne annuelle.....	34
III.3.3 Homogénéité de la série pluviométrique.....	36
III.3.4 Ajustement des pluies annuelles à une loi de probabilité.....	38
III.3.4.1 Ajustement à la loi Normale (GAUSS).....	38
III.3.4.1.1 Test de validité de l'ajustement à la loi choisie .....	40
III.3.4.2 Ajustement à la loi log-Normale ou loi de GALTON.....	40
III.3.4.2.1 Test de Khi carrée .....	42
III.3.5 Détermination de l'année de calcul.....	43
III.4 Conclusion.....	44

#### **Chapitre IV : Besoins en eau des cultures**

IV.1 Introduction .....	45
IV.2 Occupation des sols et choix des cultures à mettre en place.....	45
IV.3 Rotation et Assolement.....	45
IV.3.1 Choix des cultures à mettre en place.....	46
IV.3.1.1 Les cultures maraîchères.....	46
IV.3.1.2 Les fourrages et les cultures céréalières .....	46
IV.3.1.3L'arboriculture.....	46
IV.4 Répartition des surfaces en fonction de l'assolement proposé.....	46
IV.4.1 Les cultures sous serres.....	46
IV.4.2 Les cultures de plein champ en irrigué .....	47
IV.4.3 Les cultures de plein champ en sec .....	47
IV.4.4 Arboriculture .....	48
IV.5 Besoin en eau du périmètre.....	48
IV.5.1 Besoins en eau des cultures.....	48
IV.5.2 L'évapotranspiration.....	48
IV.5.2.1 L'évapotranspiration potentielle (ETP).....	48
IV.5.2.1.1 Calcul de l'évapotranspiration potentielle (E T P).....	49

IV.5.2.1.1.A Estimation de l'ET0 par la formule de Penman (formule de Monteith).....	49
IV.6 Calcul des besoins en eau des cultures (l'ETM).....	50
IV.6.1 L'évaporation maximale de culture (ETM).....	50
IV.6.2 Calcul des besoins eau d'irrigation .....	51
IV .6.3 Calcul de la pluie efficace.....	51
IV.6.4 Calcul de La réserve facilement utilisable(RFU) .....	52
IV .6.5 Calcul de besoin net Bnet.....	53
IV .6.6 Calcul de besoin brut Bbrut .....	53
IV .7 Calculer des débits Spécifiques.....	59
IV .8 Débit caractéristique.....	60
IV .9 Débit de réseau .....	60
IV .10 Comparaison entre volume nécessaire et volume régularisé.....	60
IV .10.1 Volume nécessaire.....	60
IV.11 Conclusion.....	61

## **CHAPITRE V : Etude du système d'adduction**

V .1 Introduction.....	62
V .2 Variantes d'aménagement du périmètre de Boukali.....	62
V.2.A Schéma d'adduction-distribution.....	62
V.3 Découpage des îlots d'irrigation.....	63
V.3.1 Taille des îlots d'irrigation .....	63
V.4 Modalités de desserte de l'eau.....	63
V.4.1 Distribution d'eau à la demande :.....	63
V.4.2 Distribution au tour d'arrosage .....	63
V.4.3 Tour d'arrosage à la borne .....	64
V.5 calcul des Débits des bornes .....	64
V.5.1 Donnée de base du dimensionnement .....	64
V.6 Choix du diamètre de la borne .....	64
V.7 Tracé du réseau de distribution.....	66
V.8 Matériaux de construction des canalisations.....	67
V.8.1 Choix du matériau des conduites .....	67
V.8.2 Avantages des canalisations en PEHD.....	67



V.9 Dimensionnement des canalisations.....	67
V.9.1 vitesse admissible.....	67
V.9.2 Calcul des diamètres.....	68
V.9.3 Calcul des pertes de charge.....	68
V.10 Simulation du réseau par le logiciel EPANET.....	74
V.11 Conclusion.....	79

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

VI.1 Introduction .....	80
VI.2 Différentes techniques d'arrosages .....	80
VI.2.1 Irrigation gravitaire .....	80
VI.2.1.1 Arrosage par ruissellement (par planches ou par calant) .....	81
VI.2.1.2 Arrosage par infiltration (à la raie) .....	81
VI.2.1.3 Arrosage par submersion .....	81
VI.2.1.4 Avantages de l'irrigation par gravité .....	81
VI.2.1.5 Inconvénients de l'irrigation par gravité .....	82
VI.2.2 Irrigation localisée .....	82
VI.2.2.1 Caractéristiques de goutte à goutte.....	83
VI.2.2.2 Avantage de l'irrigation localisée .....	83
VI.2.2.3 Inconvénients de l'irrigation localisée .....	84
VI.2.3 L'irrigation par aspersion .....	84
VI.2.3.1 Caractéristiques de l'irrigation par aspersion.....	85
VI.2.3.2 Avantage de l'aspersion .....	86
VI.2.3.3 Les inconvénients de l'aspersion .....	86
VI.3 Choix des techniques d'irrigation .....	87
VI.4 Conclusion .....	88

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

VII.1 Introduction.....	89
VII.2 L'irrigation par aspersion.....	89
VII.2.1 Caractéristiques .....	89
VII.2.2 Réseau D'aspersion.....	89
VII.2.2.1 Structure d'un réseau d'aspersion.....	89

VII.2.2.1.A borne d'irrigation .....	90
VII.2.2.1.B La tuyauterie.....	90
VII.2.2.1.c les accessoires .....	90
VII.2.2.1.d la pompe .....	91
VII.2.3 Les appareils D'aspersion.....	91
VII.2.3.1 les arroseurs à bras oscillants 1 ou 2 jet.....	91
VII.2.3.2 Les canons.....	92
VII.2.3.3 Les pivots fixés ou déplaçables .....	92
VII.2.3.4 l'enrouleur.....	92
VII.2.3.5 Rampe fixée .....	92
VII.2.3.6 Rampes perforées oscillantes.....	93
VII.2.4 Différentes installation a la parcelle .....	93
VII.2.4.1 Couverture totale (quadrillage total).....	93
VII.2.4.2 Couverture intégrale .....	93
VII.2.5 Dispositifs d'installation.....	93
VII.2.5.1 dispositif en carré (asperseur au sommet des carrés) .....	93
VII.2.5.2 le dispositif en triangle.....	94
VII.2.5.3 dispositif en rectangle.....	94
VII.2.6 Les conditions D'arrosage.....	94
VII.2.7 Performances des asperseurs.....	95
VII.2.7.1 Choix de l'arroseur.....	95
VII.2.7.2 L'uniformité d'arrosage.....	96
VII.2.8 Dimensionnement du réseau D'irrigation.....	97
VII.2.8.1 Dimensionnement théorique.....	97
VII.2.8.1.1 Le diamètre de l'ajutage.....	97
VII.2.8.1.2 La portée du jet (L).....	98
VII.2.8.1.3 Ecartements entre les rampes et arroseurs.....	98
VII.2.8.1.4 Débit de l'asperseur.....	98
VII.2.8.1.5 Vérification de la pluviométrie de la buse.....	99
VII.2.8.1.6 La dose d'irrigation.....	99
VII.2.8.1.7 Nombre d'irrigation par mois.....	99
VII.2.8.1.8 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois.....	100
VII.2.8.1.9 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle.....	100
VII.2.8.1.10 Nombre d'asperseur fonctionnant simultanément.....	100

VII.2.8.1.11 Nombre de position des rampes.....	100
VII.2.8.2 Dimensionnement hydraulique des rampes.....	100
VII.2.8.2.A La méthode itérative.....	101
VII.2.8.2.B La méthode basée sur les vitesses dans la rampe.....	101
VII.2.8.3 Dimensionnement du Porte-rampe.....	102
VII.2.8.4 Calcul de la pression à la tête de la parcelle.....	103
VII.3 L'irrigation Localisée.....	104
VII.3.1 Caractéristiques.....	104
VII.3.1.1 Données générales.....	104
VII.3.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée .....	104
VII.3.2.1 Influence du taux de couverture du sol.....	104
VII.3.2.2 Dose nette pratique .....	105
VII.3.2.3 Calcul de la dose brute.....	106
VII.3.2.4 Fréquence des arrosages .....	106
VII.3.2.5 Durée d'arrosage par mois.....	106
VII.3.2.6 Durée d'arrosage journalier .....	106
VII.3.2.7 Nombre de poste .....	106
VII.3.2.8 Surface du poste.....	107
VII.3.3 Calculs hydrauliques .....	107
VII.3.3.1 Conditions hydrauliques de base.....	107
VII.3.3.2 Le débit.....	107
VII.3.3.3 Le nombre d'arbres par rampe.....	114
VII.3.3.4 Nombre des goutteurs par rampe.....	108
VII.3.3.5 Le nombre des rampes.....	108
VII.3.3.6 Débit de la rampe.....	108
VII.3.3.7 Débit de la porte rampe.....	108
VII.3.3.8 Nombre de porte rampe.....	108
VII.3.3.9 Débit de la conduite secondaire.....	108
VII.3.4 Dimensionnement des canalisations du réseau.....	108
VII.3.4.1 calcul de la rampe.....	109
VII.3.4.1.1 débit de la rampe.....	109
VII.3.4.1.2 le diamètre.....	109
VII.3.4.1.3 la vitesse.....	109
VII.3.4.1.4 la perte de charge.....	109

VII.3.4.2 Calcule du port-rampe.....	109
VII.3.4.2.1 Débit du port-rampe.....	109
VII.3.4.2.2 Le diamètre.....	109
VII.3.4.3 Vérification des pertes de charges.....	110
VII.3.4.4 Calcule des diamètres des conduites secondaires.....	110
VII.4 Conclusion.....	111

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

VIII.1 Introduction .....	112
VIII.2 Les actions reçues par les conduites:.....	112
VIII.3 Exécution des travaux:.....	113
VIII.4 Choix des engins de terrassement .....	113
VIII.4.1 Bulldozer .....	113
VIII.4.2 Pelle équipée en rétro .....	113
VIII.4.3 Les chargeurs .....	114
VIII.5 Calcul des volumes de terrassement .....	114
VIII.5.1 Décapage de la couche de terre végétale ou goudron .....	114
VIII.5.2 calcul de la largeur de tranchée.....	115
VIII.5.3 calcul de la profondeur de tranchée .....	115
VIII.6 la conduite principale.....	116
VIII.6.1 Calcul du volume de déblai .....	116
VIII.6.2 Calcul du volume de lit de sable.....	116
VIII.6.3 Calcul du volume de remblai.....	117
VIII.7 Devis estimatif pour le terrassement.....	117
VIII.8 Conclusion .....	118

<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>119</b>
---------------------------------	------------

### **Bibliographie**



## LISTE DES TABLEAUX

### CHAPITRE I :

Tableau I.1 : Coordonnées géographiques du périmètre d'irrigation.....	2
Tableau I.2 : Répartition de la population par sexe.....	5
Tableau I.3 : Répartition des terres agricoles par commune.....	6
Tableau I.4 : Coordonnées de la station météorologique d'Arib abda.....	6
Tableau I.5 : Températures de la station d'ain defla.....	7
Tableau I.6 : Vitesse moyenne du vent en m/s.....	8
Tableau I.7 : Répartition mensuelle des précipitations.....	8
Tableau I.8 : Répartition mensuelle de l'évaporation.....	9
Tableau I.9 : Humidité relative moyenne de la zone d'étude.....	10

### CHAPITRE II :

Tableau II.1 : Résultat analytique.....	18
Tableau II.2 : Résultat analytique.....	19
Tableau II.3 : propriétés hydrodynamiques des sols.....	22

### Chapitre III

Tableau III.1 : Caractéristiques physiographiques du bassin versant.....	25
Tableau III.2:Les caractéristiques de la retenue.....	26
Tableau III.3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	29
Tableau III.4 : caractéristiques des stations pluviométrique.....	34
Tableau III.5 : la répartition mensuelle des précipitations (mm).....	35
Tableau III.6 : Test de Wilcoxon.....	36
Tableau III.7 : Les résultats de l'ajustement à la loi normale par logiciel Hyfran.....	39
Tableau III.8 : Les résultats de l'ajustement à la loi log normale.....	41
Tableau III.9 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	43

### Chapitre IV

Tableau IV.1 : Répartition des superficies par type de culture.....	45
Tableau IV.2 :L'assolement triennal des cultures sous serres.....	47
Tableau IV.3 :L'assolement quadriennal des cultures en plein champ en irriguées.....	47
Tableau IV.4: L'assolement biennal des cultures en plein champ en sec.....	48
Tableau IV.5:les résultats de l'ET0 par la formule de Penman par logiciel CROPWAT.....	50
Tableau IV.6: Coefficients culturaux (Kc) des principales cultures.....	51
Tableau IV.7:représente les valeurs de pluie efficace.....	52

Tableau IV.8 : Besoin en eau d'irrigation des cultures du périmètre de l'oued Boukali.....	54
Tableau IV.9 : donnée les résultats de besoins net (mm) de la culture.....	59
Tableau IV.10 : représente les valeurs de besoin brut.....	60

### **Chapitre V**

Tableau V.1 : Choix de diamètre de la borne.....	64
Tableau V.2 : les caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne.....	65
Tableau V.3 : Les paramètres de perte de charge.....	69
Tableau V.4 : Caractéristiques hydrauliques de la conduite principale .....	70
Tableau V.5 : Caractéristiques hydrauliques des conduites secondaires .....	72
Tableau V.6: tableau donne les longueurs des conduites par diamètres :.....	74
Tableau V.7: les pressions du chaque nœud aux réseaux distribution .....	74
Tableau V.8 : Simulation du réseau de distribution (EPANET).....	76

### **Chapitre VII**

Tableau VII.1: vitesses d'infiltration pour chaque type de sol.....	95
Tableau VII.2 : Résultat de calcul pratique d'aspersion.....	103
Tableau VII.3 : Résultat de dimensionnement de la rampe.....	109
Tableau VII.4 : Résultats de dimensionnement de la port-rampe.....	110
Tableau VII.5 : Résultats des calculs des diamètres des conduites secondaires.....	110

### **Chapitre VIII**

Tableau VIII.1: calcul du volume de déblai.....	116
Tableau VIII.2 : Calcul du volume de sable.....	117
Tableau VIII.3 : Calcul du volume de remblai.....	117
Tableau VIII.4 : Factures pro-forma terrassement de la conduite principale.....	117

# LISTE DES FIGURES

## CHAPITRE I

Figure I.1 : Situation administrative de la commune EL ABADIA (Ain Defla).....	3
Figure I.2 : Carte de situation de l'oued Boukali (Source: carte d'état-major).....	3
Figure I.3 : courbe des Moyennes mensuelles des températures Source ANRH station Ain Defla période (1972_2002).....	7
Figure I.4: précipitations moyennes mensuelles (station Arid Abda 1982-2011).....	9
Figure I.5 : Indice d'Emberger pour le périmètre d'étude.....	11
Figure I. 6 : Climagramme de Gaussen pour la zone d'étude .....	12

## CHAPITRE III

Figure III.1 : Carte Google du bassin versant de la retenue de Boukali.....	25
Figure III.2: carte géologique détaillée de la zone d'el abadia .....	27
Figure III.3 : classification des eaux d'irrigation d'après USSL (1954) des eaux d'irrigation Barrage Boukali.....	31
Figure III.4 : Ajustement des pluies à une loi normale.....	39
Figure III.5 : Ajustement des pluies à une loi log normale.....	42

## CHAPITRE V :

Figure V.1: réseaux distribution simulé par EPANET.....	78
---	----

## CHAPITRE VI:

Figure VI.1 : irrigation par rigole.....	80
Figure VI.2 : parcelle équipée par système d'irrigation goutte à goutte.....	82
Figure VI.3 : Composantes d'un système d'irrigation localisée.....	83
Figure VI.4 : Irrigation par aspersion.....	85
Figure VI.5 : Partie essentielle d'une installation en aspersion .....	85

## CHAPITRE VIII:

Figure VIII.1 : Le Bulldozer.....	113
Figure VIII.2: Pelle équipée en rétro.....	114
Figure VIII.3 : Le Chargeur.....	114
Figure VIII.4 : Schéma d'une tranchée.....	116





## **LISTE DES PLANCHES**

**Planche N°1** : Carte situation de Boukali commune d'el Abadia wilaya d'Ain defla

**Planche N°2** : Carte de trace en plan de réseau D'irrigation de Boukali commune el Abadia Wilaya de Ain Defla

**Planche N°3** : Schéma de Goutte à Goutte de réseau d'irrigation de Boukali commune el Abadia wilaya de Ain defla

**Planche N°4** : profil en long de la conduit principal de périmètre d'irrigation de Boukali commune el Abadia wilaya Ain defla

## *Introduction générale*

## Introduction

L'eau est une source de vie et de prospérité, la garantir et la mettre à disposition de l'homme à la demande est un confort, et une richesse inégalée, mais la plus grande des pertes c'est son gaspillage, comme toute richesse elle doit régir à une politique de gestion raisonnable, et s'engager à tout mettre en œuvre pour la préserver.

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

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'étude. Il s'agit de revaloriser le périmètre de Boukali en faisant la conception d'un réseau d'irrigation alimenté à partir des eaux du barrage d'El Abadia (wilaya d'Ain defla).

En effet, la wilaya d'Ain Defla, est reconnue pour ses terres fertiles et ses cultures très variées.

Ce périmètre connaît une prospérité en agriculture, cependant la plupart des cultures exploitées connaissent des rendements très faibles faute d'un système d'irrigation adéquat.

A ce propos, les techniques d'irrigation modernes répondent aux objectifs d'un système d'irrigation, une gestion précise de l'eau et la prise en considération de sa qualité.

Ainsi notre travail à porter sur le dimensionnement de ce réseau d'adduction et de distribution moyennant logiciel et lois hydrauliques applicables à nos conditions naturelles et techniques.

L'objet de cette thèse rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Boukali dans la wilaya de Ain Defla, qui est caractérisée par une agriculture extensive, de remplacer les systèmes d'irrigation classiques (système gravitaire), par des systèmes modernes afin d'optimiser la ressource en eau et bien sûr d'augmenter les rendements des cultures mises en place.

*Chapitre I : Analyse des conditions  
naturelles*

## Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

### I.1 Introduction

Le Projet d'aménagement du périmètre irrigué à partir des eaux du barrage de Boukali entre dans le cadre de la politique de développement rural durable qui vise à revaloriser les potentialités naturelles (eaux et sols) et humaines disponibles pour une amélioration du niveau de vie des populations rurales en particulier et pour accroître la production agricole nationale en général.

Afin d'assurer une bonne coordination entre les aspects de mobilisation des ressources en eau et leur utilisation, l'étude du périmètre irrigué a été lancée avec la construction du barrage.

### I.2-Localisation du périmètre

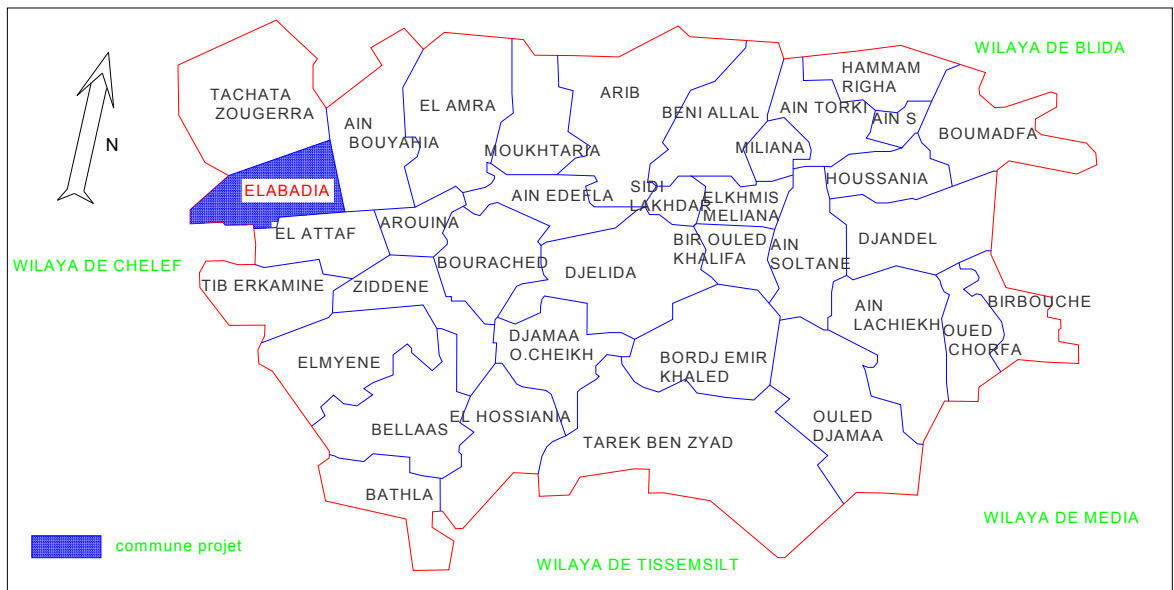
Le périmètre de Boukali est situé dans la commune d'El Abadia, dans la wilaya d'Ain Defla. La commune **D'El Abadia (Figure 1)** est située à l'Ouest du chef-lieu de la wilaya, elle est délimitée:

- Au Nord par la commune de Tachata,
- par le Sud la commune d'El Attaf ;
- par l'Ouest la wilaya de Chlef
- l'Est la commune d'Ain Bouyahia.

Le tableau suivant donne les coordonnées géographiques du périmètre :

- **Tableau I.1** : Coordonnées géographiques du périmètre d'irrigation.

Périmètre	COMMUNE	Coordonnées		
		N	E	ALT
<b>Oued Boukalli</b>	<b>EL-ABADIA</b>	36°19'0.04''	001°42'44.81''	273



**Figure. I.1 : Situation administrative de la commune EL ABADIA (Ain Defla)**

La figure suivante montre la situation administrative de la commune et du périmètre de l’oued Boukali.



**Figure I.2 : Carte de situation de l’oued Boukali (Source: carte d’état-major)**

### **I.2.1-Caractéristiques topographiques**

Le site d'étude présente une topographie relativement plane, contrairement à la côte Nord où la pente est raide. La ville d'El Abbadia présente des reliefs uniformes, avec une pente variant de 0,3 à 5,5, et dont les altitudes varient de 70 à 110 m ; et pour la zone d'étude on a un pendage générale est orienté Est / Ouest avec une pente moyenne de l'ordre (0,01m/ m à 0,03m/m).

### **I.2.2-Géomorphologie**

La zone d'étude est située le long du cours d'eau de l'Oued Boukali. L'Oued Boukali, prend source dans le massif de Braz, il coule sensiblement du Nord au Sud, et traverse la zone dénudée miocène et se jettent dans le Chélif dans la partie comprise dans la plaine de el Abadia.

Du point de vue géomorphologie, ce périmètre est caractérisé par la présence de plaines vastes où l'Oued s'écoule en traçant de larges méandres.

### **I.2.3-Géologie**

Sur le plan géologique, le périmètre est cerné au Nord par le massif crétacé de Braz. Sur le flanc Sud du Kef, au coude de l'Oued Boukali, on peut observer, dans le lit même de la rivière, les marnes helvétiques surmontées d'environ 20 mètres de grès, lesquels sont immédiatement recouverts par les marnes sahéliennes fossilifères. Ces grès du Kef forment, ainsi que l'indique la coupe, un léger synclinal sous la rivière et viennent affleurer de nouveau auprès du marabout Sidi-Ali-Moussa pour disparaître ensuite au Sud sous le Sâhélien. Ces grès ont plus de 100 mètres de puissance au sommet du Kef, environ 60 à 70 mètres auprès du marabout et 20 mètres seulement dans l'intervalle.

### **I.2.4-Hydrogéologie**

En ce qui concerne les ressources en eau souterraines, elles sont peu importantes dans une région dominée par une structure marneuse. Les bancs de grès les plus épais donnent cependant naissance à quelques sources avec les dépôts de travertins volumineux. Les nappes aquifères sont drainées par les Oueds.

Sur notre site, on remarque des dépôts limoneux de la plaine d'Ain defla et des vallées latérales, avec des nappes caillouteuses dans les cônes de déjection.

Les ressources en eau de cette région sont donc en grande partie mobilisées à partir des forages et des sources, les nappes aquifères les plus importantes sont celles des alluvions quaternaires.



### I.2.5-Etude socio-économique :

La commune d'El Abadia est la plus importante commune de la wilaya d'Ain Defla, avec une population de 44742 habitants.

La répartition de la population de la commune par sexe est donnée dans le tableau :

**Tableau 1.2** : Répartition de la population par sexe :

Commune	Superficie (km <sup>2</sup> )	POPULATION AU 31/12/2012			poids par Commune	Densité (hab/km <sup>2</sup> )
		Masculin	Féminin	Total		
EL-ABADIA	105,41	22781	21961	44742	5,53%	424

*Extrait de la monographie de la wilaya d'Ain defla*

Source DPSB

### I.2.6-Agriculture :

La wilaya d'Ain Defla recouvre une superficie agricole totale (SAT) de 235611 ha, soit 51.85 % de la superficie totale de la wilaya.

La superficie agricole utile (SAU) est de l'ordre de 181676 ha soit 77.11% de la SAT. Elle était de 170384 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 11292ha de 1998 à 2012

La superficie cultivée en irrigué concerne 36700 hectares en 2012 soit 20.20 % de la SAU, alors qu'elle était de l'ordre de 22655 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 14045 ha.

Les cultures sous serres restent peu développées et concernent une superficie de 165 ha représentant 0,09% de la SAU.

La superficie agricole utile est répartie comme suit :

- \* Exploitations agricoles collectives (EAC) : 1447 exploitations pour 6242 exploitants et une superficie globale de l'ordre de 41206 ha dont une superficie exploitée de 39590 ha.
- \* Exploitations agricoles individuelles (EAI) : 887 Exploitations pour une superficie globale de 5717 ha toutes exploitées dont 2061 ha irriguées.
- \* Fermes pilotes : 06 fermes pilotent pour un effectif permanent de 170 personnes et une superficie totale de l'ordre de 5277 ha dont une superficie exploitée de 5215 ha dont 1355 ha irriguées.
- \* Exploitations privées : le nombre de propriétaires privées est de 21745 personnes pour une superficie globale de 183411 ha. Et une superficie exploitée de 131154 ha dont 22922 ha irriguées.

Le tableau 3 donne la répartition des terres agricoles :

**Tableau I.3** : Répartition des terres agricoles par commune.

Commune	Sup Km2	SAU (%)		SAT (%)		S.Irriguée (%)		S.Sous Serres (%)		Improductiv e (%)		jachère	Tj / ST (%)
		SAU (ha)	SAU /SAT	SAT (ha)	SAT/ ST	SI (ha)	SI/SAU	(ha)	SS/SAU	ha	TI/ST		
EL ABADIA	105,4	6569	73,0 %	8994	85,3%	1931	29,4%	45	0,69%	390	3,7%	2462	23,4%

### I.3-Etude climatologique

La climatologie s'intéresse à l'analyse quantitative à long terme de la moyenne des paramètres requis pour caractériser les états de l'atmosphère, principalement la température de l'air, la lame d'eau précipitée, la direction et la vitesse du vent.

Un projet d'irrigation dépend essentiellement des conditions climatiques, car ces paramètres (températures, précipitation, humidité relative, évaporation), influent directement sur l'irrigation et le développement végétatif des cultures.

Les données climatiques illustrées ci-après sont collectées auprès de la station Arib Abda Codée (011801) par l'ANRH. Le tableau suivant donne les coordonnées météorologiques de cette station.

**Tableau I.4** : Coordonnées de la station météorologique d'Arib Abda

Nom de la station	X, km	Y, km	Altitude (Z), m	Période
ARIB ABDA	439.65	335.55	280	1980_2011

**Source ANRH**

#### I.3.1-Température

La température est un facteur météorologique très important dans l'estimation du bilan hydrologique et entre aussi dans l'évaluation de l'évapotranspiration potentielle et réelle.

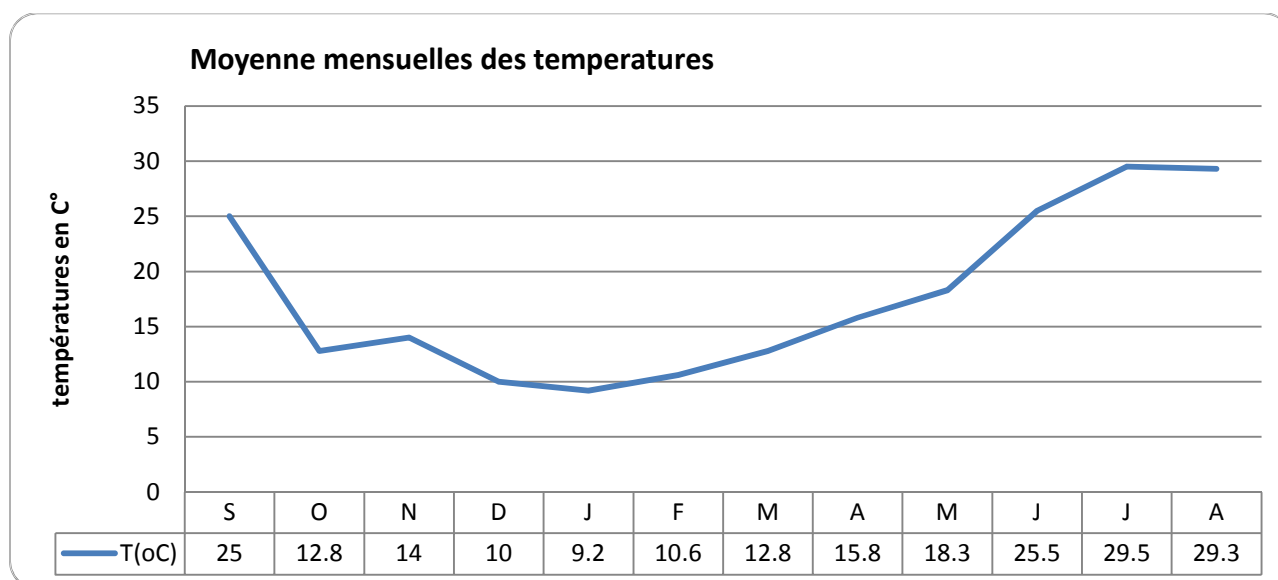
Le climat est caractérisé par une saison froide relativement tempérée, durant laquelle des perturbations cycloniques apportent des pluies souvent substantielles surtout sur les reliefs, suivies d'une période chaude.

La température moyenne de la zone d'étude a été déterminée suivant les mesures de la station de "Ain Defla", les relevés des températures sont détaillés comme suit:

**Tableau I.5 : Températures de la station d'Ain Defla**

Station	Alt (m)	T ° (C)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Ain Defla	278	max	31	15	18	15	14	15	17.8	21.8	25.7	32	36	38
		min	19	10.6	10	5	4.4	6.2	7.9	10	11	19	23	20.6
		moy	25	12.8	14	10	9.2	10.6	12.8	15.8	18.3	25.5	29.5	29.3

Source ANRH : station Ain Defla (1972-2002)



**Figure I.3** : courbe des Moyennes mensuelles des températures Source ANRH : station Ain Defla période (1972\_2002)

D'après le tableau et le graphe, on remarque que :

- La première période : c'est la période froide qui s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois d'Avril, le mois le plus froid est Janvier avec des températures moyennes de 9°C
- La deuxième période : c'est la période chaude, qui débute du mois de Mai. Le mois d'Aout est le mois le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 29°C.

### I.3.2-Le vent

Le vent est un paramètre climatique essentiel qui correspond à de l'air en mouvement dans l'atmosphère créé par les différences de pression atmosphérique dues aux différences de température de l'air.

**Tableau I.6 : Vitesse moyenne du vent en m/s**

mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
V (m /s)	2.8	3.2	3.5	3.5	3.1	3.2	3.1	3	2.9	2.7	2.9	2.9

Source (ANRH. station Ain Defla)

Les vents dominants sont de (NE 22%, N 12%, NO 27%). Les vitesses moyennes mensuelles sont de 3 m/s environ, sans grandes variations d'un mois à l'autre (les minimales à 2,5 m/s et les maximales à 3,2 m/s).

### I.3.3-Pluviométrie

La connaissance de la pluviométrie et sa répartition dans le temps de la zone d'étude sont primordiales, puisqu'elles nous permettent de connaître le régime pluviométrique, ce qui conditionne le dimensionnement des réseaux d'irrigation et le pilotage des arrosages.

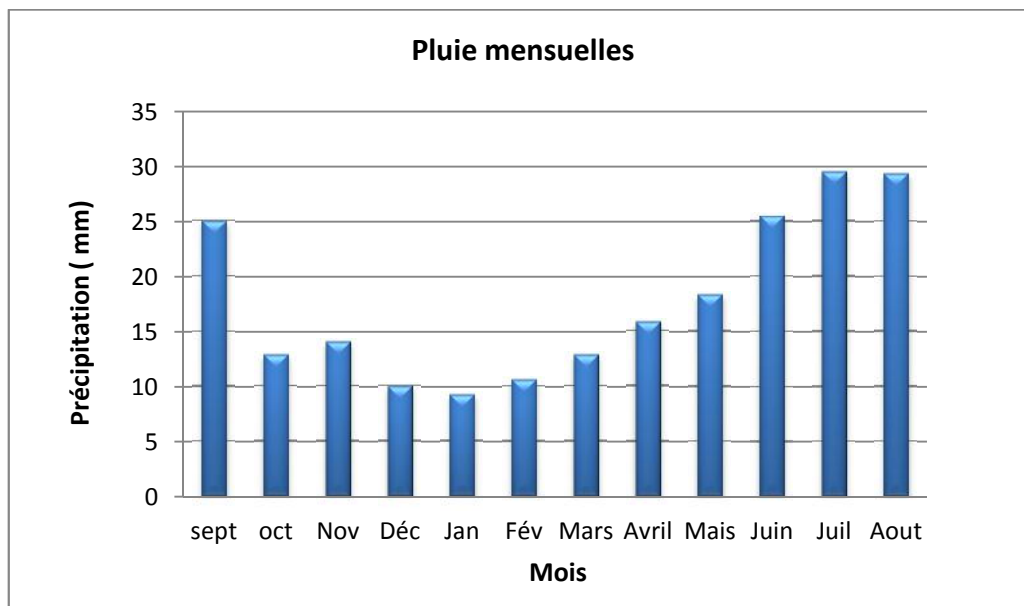
Pour l'exploitation des données de pluie, nous nous sommes référés à la Station Arib Abda qui présente à son actif une période d'observations de 31 ans avec des lacunes (1983, 1995, 1996, 2007).

**Tableau I.7 : Répartition mensuelle des précipitations.**

Mois	sept	oct	nov	dec	janv	fer	Mar	Avr	mai	juin	juil	aout	somme
P (mm)	16,23	34,99	69,48	79,31	71,76	71,01	56,60	44,00	27,44	5,45	1,64	4,74	482,66
P %	3,36	7,25	14,39	16,43	14,87	14,71	11,73	9,12	5,69	1,13	0,34	0,98	100

Source ANRH (2011)

D'après le tableau I.7, la pluie moyenne annuelle est de 482 mm.



**Figure I.4 :** précipitations moyennes mensuelles (station Arid Abda 1982-2011)

Le diagramme ci-dessus représente la répartition mensuelle des précipitations. La période la plus pluvieuse s'étale sur les mois de novembre, décembre, janvier, février et mars avec un maximum de 79.31mm. La période sèche correspond au mois du juin, juillet, Août avec un minimum de 1.64 mm.

### I.3.4-ÉVAPORATION

L'évaporation est le processus par lequel l'eau se transforme en vapeur d'eau et sous cette forme gazeuse entre dans l'atmosphère.

L'évaporation est déterminée à partir de mesures faites au niveau du barrage Ghrib (Ain Defla) moyennant le bac Colorado. Les résultats sont détaillés dans le tableau 05 :

**Tableau I.8: Répartition mensuelle de l'évaporation**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
E(m/m)	123	73	47	30	25	38	57	72	102	135	182	166	1056
E(%)	12	7	4	3	3	4	5	7	10	13	17	16	100

Source : Barrage Ghrib

### I.3.5- Humidité relative

L'humidité relative ou état hygrométrique de l'air est un élément du cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et la couverture végétale. Elle indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation. C'est la valeur de l'humidité relative qui comprend la sensation de l'humidité ou de sécheresse de l'air.

L'humidité de l'air est donnée par le tableau I.9 :

**Tableau I.9 : Humidité Relative moyenne de la zone d'étude**

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mais	Juin	Juil.	Août
Humidité relative moyenne (%)	62	64	73	82	77	72	68	62	62	57	49	50

Source (ANRH station Ain Defla)

D'après le tableau, l'humidité relative annuelle moyenne est de 64.9 %

### 1.3.6-Détermination des indices climatiques

Plusieurs indices ont été élaborés, généralement à partir de la pluviométrie et de la température pour synthétiser les caractéristiques climatiques et définir le type de climat.

#### 1.3.6.1-Quotient pluviométrique d'Emberger

Il est défini comme suit :

$$Q = \frac{3,43}{M - m} \times P$$

Avec ; Q : Quotient d'Emberger

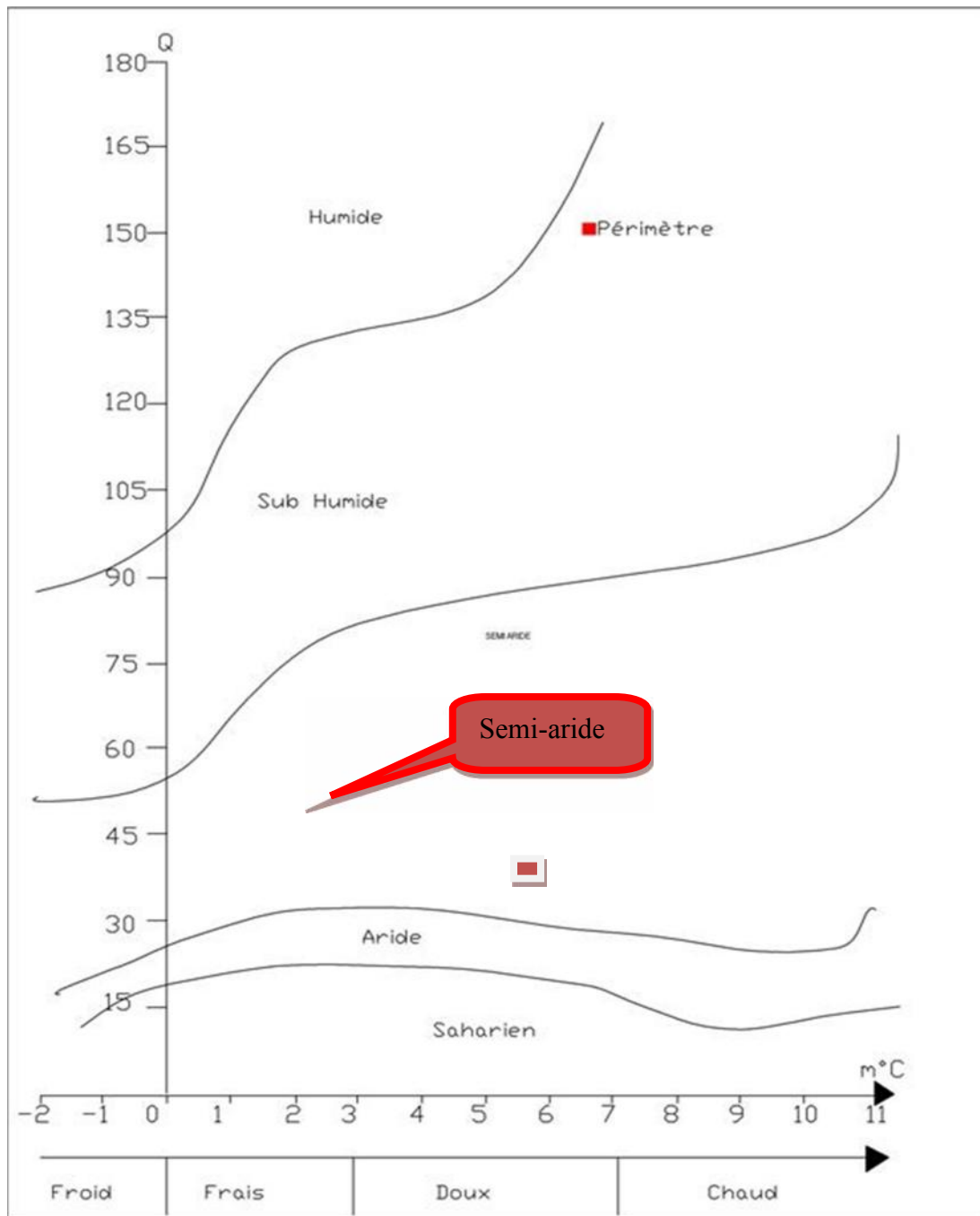
P : Moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en (°C)

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en (°C).

On a: P = 482.4mm M = 38°C m = 4 °C

A.N: Q =48.66



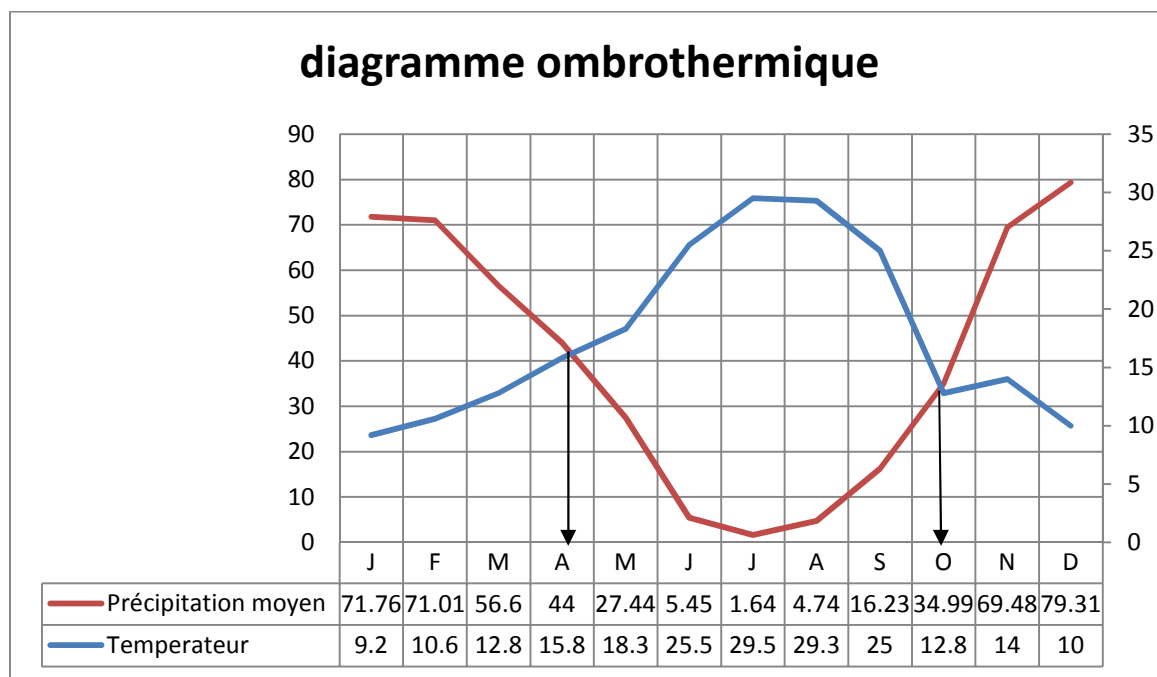
**Figure I.5 :** Indice d'Emberger pour le périmètre d'étude

D'après le diagramme, nous constatons que la zone d'étude se situe dans la zone **Semi-aride**.

### 1.3.6.2-Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme Ombrothermique de Gausсен permet de faire ressortir la période sèche. Dans ce diagramme, on considère un mois sec quand le total des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double de la température exprimée en °C ( $P \leq 2T$ ), c'est-à-dire quand la

courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures. La période s'étalant entre les abscisses des points de l'intersection des deux courbes correspond à la durée de la saison sèche.



**Figure I.6 :** Climagramme de Gausson pour la zone d'étude

*Interprétation* : d'après ce diagramme nous remarquons que la période sèche s'étale commence début de la fin du mois d'**Avril** jusqu'au milieu du mois de **Septembre**.



**I.4 Conclusion**

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

Nous avons présenté au terme de ce chapitre la zone d'étude afin de mieux connaître le périmètre. La zone d'étude, de par ses potentialités topographiques et agricoles offre de grandes opportunités pour la réalisation du périmètre d'irrigation de Boukali, qui pourra assurer un développement socio-économique local important pour la zone.

Le climat de la zone est semi aride avec une pluviométrie moyenne annuelle de 482.66 mm, ce qui justifie donc l'implantation d'un réseau d'irrigation pour intensifier les spéculations agricoles.

## ***Chapitre II : Etude Agro-Pédologique***

## Chapitre II : Etude Agro-pédologique

### II.1 Introduction

L'étude agro-pédologique a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydrodynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage.

L'étude agro-pédologique du périmètre de l'oued Boukali a été suivie les analyses faites sur le terrain, elle a pour but d'identifier les types de sols et définir les aménagements qui s'imposent pour une valorisation judicieuse.

### II.2 Classification des sols

Les types de sols rencontrés dans le périmètre sont les sols minéraux bruts (en particulier les lithosols), les sols peu évolués d'apports alluviaux issues de formations indifférenciées à tendance bruns calcaires, modales et à horizon de profondeur mal drainant et des sols peu évolués d'apports colluviales issues de formations indifférenciées modales. Les caractères spécifiques prédominants dans la zone d'étude et qui influent d'une manière restrictive l'aptitude des sols sont la profondeur, le calcaire, la structure et la texture ; auquel il faut ajouter les inondations fréquentes qui ont des conséquences néfastes et sur les sols et sur les aménagements.

-Les sols étudiés se répartissent en:

#### II.2.A – Classe des sols des minéraux bruts

Les sols les plus importants sont les sols minéraux bruts non climatiques, ces sols forment des franges dans les parties hautes du périmètre, ils résultent essentiellement de l'érosion intense qui se produit sur les pentes fortes (supérieur à 10%), mettant ainsi le transport des horizons superficiels qui deviennent moins épaisses et une de leur partie est en même temps compensée par des alluvions provenant des sols des crêtes.

La pédogenèse qui s'exerce dans les sols de ces formations est soit récente ou peu accentuée ce qui explique la formation des sols brun calcaires. L'évolution affecte surtout les horizons supérieurs à structure grumeleuse, et des horizons sous-jacents est très variable est généralement polyédrique ou se présente en éclats poreux. Leur valeur agricole est faible. Pour exemple, on cite les profils No B12 réalisé au Sud du périmètre qui présente les propriétés suivantes :

**1- Profil N° 12 :****• Classification :**

- **Classe : sols des minéraux bruts**
- **Sous classe : sols des minéraux bruts d'origine non climatique**
- **Groupe : lithosols**
- **Profil N° B12**
- **Situation : sud du périmètre**
- **Topographie : pente**
- **Pente : 12% vers le nord**
- **Géomorphologie : terrasse**
- **Occupation du sol : jachères**

- **Aptitudes culturales en irrigué :** ces sols sont favorables qu'à l'irrigation goutte à goutte, leurs aptitudes culturales sont : C2-C4-1-A2.
- **Travaux et aménagements obligatoires :** routage et lutte contre l'érosion.

**• Description :**

- 0 – 23 cm : couleur à l'état brun sombre ; texture argilo limoneuse, structure grumeleuse, enracinement abondant de céréales, mycéliums et nodules de calcaire, horizon poreux, peu compact, effervescence à l'H Cl Moyennement forte ;
- Plus de 23 cm : couleur à l'état brun gris claire; texture limono argileuse, structure grumeleuse, faible enracinement de céréales, horizon à accumulation calcaire, horizon poreux, plus compact que l'horizon superficielle avec la présence de gravier.

**II.2.B – Classe des sols peu évolués**

Ces sols se situent dans les parties hautes du périmètre, ils résultent essentiellement de l'érosion intense qui se produit sur les pentes fortes, mettant ainsi le transport des horizons superficiels qui deviennent moins épais et une de leur partie est en même temps compensée par des alluvions provenant des sols des crêtes.

La pédogenèse qui s'exerce dans les sols de ces formations est soit récente ou peu accentuée ce qui explique la formation des sols à tendance brun calcaires. L'évolution affecte surtout les horizons supérieurs à structure grumeleuse, et des horizons sous-jacents est très variable est généralement

polyédrique ou se présente en éclats poreux. Leur valeur agricole est moyenne. Un exemple est donné par le profil B13 dont les caractéristiques sont:

### **Profil N° B13**

- **Classification :**

- **Classe :** sols peu évolués
- **Sous classe :** sols peu évolués d'origine non climatique
- **Groupe :** sols peu évolués d'apport
- **Sous-groupe :** sols peu évolués d'apport alluvial
- **Famille :** sols issue de formations alluviales indifférenciées

**Série : Sols à tendance brun calcaire**

- **Description :**

- 0 – 28 cm : couleur à l'état sec jaune orange terne ; texture limoneuse, structure grumeleuse, enracinement abondant de céréales, nodules de calcaire, horizon poreux, peu compact, effervescence à l'HCl Moyennement forte ;
- Plus de 28 cm : couleur à l'état sec jaune orange terne; texture limono argileuse, structure polyédrique fine, faible enracinement de céréales, nodules de calcaire, horizon poreux, plus compact que l'horizon superficielle avec la présence de gravier, effervescence à l'H Cl est forte;
- **Aptitudes culturales en irrigué :** ces sols sont favorables qu'à l'irrigation goutte à goutte, leurs aptitudes culturales sont : C2-C4-1-A2.
- **Travaux et aménagements obligatoires :** routage lutte contre l'érosion au niveau des pentes fortes.

### **II.2.B.1- Série : les sols peu évolués modales**

Ils se localisent dans les deux rives de l'oued Boukali dans la partie Centre et Ouest du périmètre, de couleur généralement brunâtre, de structure polyhydrique moyenne à grossière, de texture limoneuse et devient plus fine dans les horizons profonds, présentant en période sèche des fentes de retrait en surface, avec présence de gravier et même de cailloux en profondeur.

Du point de vue chimique, ces sols sont pauvres en matière organique dont le taux est inférieur à 2% qui décroît en profondeur, le taux de calcaire actif est moyen.

**II.2.B.2- Série : les sols peu évolués à horizon profond mal drainant**

Ces sols se localisent sur le long de l'oued Boukali en pentes douces de 1 à 2 % de la zone d'étude; ils proviennent des colluvions des oueds de texture variable, marqués par un horizon de surface de texture limoneuse.

L'hydromorphie des horizons profonds se traduit par une faible marmorisation. Près de l'oued, il s'agit d'hydromorphie actuelle liée à la présence de nappe. Ces sols occupent les terrasses qui s'étendent le long des deux rives d'oued Boukali

**II.2.C Propriétés physico-chimiques des sols**

L'analyse physico-chimique des sols permet d'apprécier la qualité des sols et de déduire :

- La profondeur des sols : indispensable dans le choix des cultures ;
- texture des sols : intervient dans le choix des doses d'arrosages ;
- qualités chimiques du sol : pour un meilleur choix des cultures.

L'analyse physico-chimique est donnée pour certains profils et résumés comme suit :

Tableau II.1 Résultat analytique

FICHE ANALYTIQUEPROFIL N° :B12

Horizon		B121	B122
Profondeur		0-23	Plus de 23
GRANULOMETRIE			
	Sable(%)	17	14
	Limon(%)	38	48
	Argile(%)	45	38
MATIERE ORGANIQUE			
Matière organique %		1.1	0.9
C(mg/Kgdesol)		6.5	5.3
N(mg/Kgdesol)		0.5	0.4
C /N		14.0	12.0
SOLUTION DU SOL			
CATIONS	Ca <sup>++</sup> (méq/100g)	16.8	20.28
	Mg <sup>++</sup> ( méq/100g)	2.1	2.5
	Na <sup>+</sup> ( méq/100g)	0.7	0.7
	K <sup>+</sup> (méq/100g)	0.3	0.7
Anions	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (méq/100g)	35.2	38.2
	Cl <sup>-</sup> (méq/100g)	1.2	2.4
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ( méq/100g)	0.6	1.3
PH eau(1/5)		8.1	8.1
CE(1/5 en ms)		1.3	1.6
Salinité(g/L)		1.3	1.4
SDT(mg/l)		340	300
RESERVES MINERALES			
CaCO <sub>3</sub> total (%)		42.2	36.5
CaCO <sub>3</sub> actif (%)		15.4	13.8
P Total (mg P/Kgsol)		0.8	0.3
P 205 Assimilable (ppm)		50	20
K20 (mg/Kg sol)		0.6	0.2

Tableau II.2 Résultat analytique

FICHE ANALYTIQUEPROFIL N° :B13

Horizon		B131	B132
Profondeur		0-28	Plus de 28
GRANULOMETRIE			
	Sable(%)	40.4	36.22
	Limon(%)	40.6	40.12
	Argile(%)	19.00	23.66
MATIERE ORGANIQUE			
Matière organique %		0.7	0.4
C(mg/Kgdesol)		4.1	2.2
N(mg/Kgdesol)		0.3	0.2
C /N		13.0	10.9
SOLUTION DU SOL			
CATIONS	Ca <sup>++</sup> (méq/100g)	15.28	16.4
	Mg <sup>++</sup> ( méq/100g)	1.4	1.6
	Na <sup>++</sup> ( méq/100g)	0.6	0.69
	K <sup>+</sup> (méq/100g)	0.3	0.5
Anions	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (méq/100g)	34.9	36.7
	Cl <sup>-</sup> (méq/100g)	1.6	3.3
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ( méq/100g)	0.9	1.3
PH eau(1/5)		8	7.9
CE(1/5 en ms)		1.4	1.2
Salinité(g/L)		1.3	1.2
SDT(mg/l)		330	290
RESERVES MINERALES			
CaCO <sub>3</sub> total (%)		44.3	46.2
CaCO <sub>3</sub> actif (%)		14.6	15.7
P Total (mg P/Kgsol)		0.4	0.1
P 205 Assimilable (ppm)		30	10
K20 (mg/Kg sol)		0.3	0.1



### II.3 Détermination des aptitudes culturales des sols

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

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 a été établie en considérant que l'on dispose d'une eau d'irrigation de bonne qualité.

### II.4 Occupation des sols du périmètre

En effet, le milieu naturel se trouve confronté aux problèmes et contraintes liées globalement à la dégradation par le processus de l'érosion la mise en valeur des terres agricoles et les effets de sécheresse, ainsi que la dévalorisation des ressources naturelles, accentués par la gestion de l'eau et le choix des espèces à mettre en place. Les cultures pratiquées dans le périmètre d'étude sont :

- Les céréales : orge et blé.
- Les cultures fourragères et légumineuses
- Arboriculture rustique : olivier, amandier, figuier, abricotier, ...
- arboriculture fruitière irriguée : pommier, poirier, prunier, vigne.....
- Arbres forestiers en brises vent : arbres forestiers, eucalyptus, roseaux .....
- Cultures maraîchères : en petites parcelles de pomme de terre, pastèque, melon, tomate, aubergine, piment poivron choux, ail , oignon.....

En plus d'un élevage très réduit Elevage : bovin, ovin, caprin.

Concernant l'occupation du sol par les cultures citées précédemment, la céréaliculture reste la plus dominante ; en revanche, les rendements obtenus oscillent entre 20 et 40 Qx/Ha

### II.5 Aptitudes culturales du périmètre

Les différentes aptitudes culturales possibles en irriguée des sols du périmètre étudié :

#### II.5.A- Arboriculture

Ce sont en général, les cultures les plus exigeantes, il serait souhaitable dans un premier temps d'effectuer des essais sur champs pour les espèces non citées dans la carte des aptitudes culturales.

De façon générale, les sols présentent de bonnes aptitudes pour les espèces : olivier, amandier, figuier, abricotier. Certains sols présentent des aptitudes moyennes pour l'arboriculture fruitière irriguée tels que le pommier, poirier, prunier et la vigne.

### **II.5.B - Cultures industrielles**

Les cultures industrielles peuvent être introduites dans le périmètre étudié, en particulier la tomate industrielle et la betterave sucrière, dont les sols présentent de bonnes aptitudes culturales.

### **II.5.C - Cultures céréalières et fourragères**

Leur irrigation permet une augmentation très sensible de leurs rendements et les rend donc beaucoup moins aléatoires, car, en sec, elles dépendent que des précipitations qui sont mal réparties dans le temps et parfois insuffisantes.

Les cultures fourragères deviennent possibles en irrigué, à introduire dans la région, car elles permettent de développer l'élevage (vocation de la région) et leurs résidus végétaux constitueront des amendements qui contribueront à l'amélioration de la majorité des sols à texture fine et très fine et de structure défavorable.

Les sols présentent de bonnes aptitudes à moyennes pour les cultures suivantes :

La luzerne, le bersim, le Sorgho, le maïs, le blé et l'orge.

### **II.5.D - Cultures maraichères**

Cette liste concerne les cultures en extension ; la culture sous serres comme pratiquée dans la région peut avoir des aptitudes meilleures qui dépendent de la qualité du sol apporté et de la conduite de la spéculation. Les sols ne présentent aucune restrictions pour les cultures telles que : la tomate, la pomme de terre. La carotte, le navet, le chou fleur, les cucurbitacées, le piment, le poivron, l'ognon et l'ail.

### **II.5.E - Légumineuses**

Leur irrigation permet une augmentation de rendements, ces types de cultures en irrigué, à introduire dans le périmètre, car elles permettent l'enrichissement des sols en azote, améliorent la structure du sol et de développer l'élevage (vocation de la région) et leurs résidus végétaux constitueront des amendements qui contribueront à l'amélioration des sols à texture fine et de structure défavorable.

## **II.6 Travaux et aménagement des sols**

Ils sont recommandés ou obligatoires :

### **II.6.1 Assainissement des sols**

Il concerne surtout les sols inondés en saison pluviale, les travaux sont destinés à évacuer les excès d'eau qui s'accumulent en surface.

L'aménagement en ados permet d'activer le ressuyage des horizons de surface et facilitera l'exécution des travaux culturaux et l'amélioration des rendements des cultures de la saison.

### **II.6.2 Amélioration et enrichissement des sols**

Les sols de la zone étudiée sont pauvres en matière organique et d'autres éléments fertilisants ; des apports organiques et minéraux permettent d'enrichir chimiquement ces sols et d'améliorer leurs propriétés physiques (structure défavorable, mal aération).

### **II.6.3 Labours profonds et sous solage**

Dans le cas de sols à structure défavorable et compacte, ces travaux permettent un éclatement du sol en profondeur, d'améliorer la perméabilité du sol, de détruire les semelles de labour et de favoriser la création d'une structure favorable d'une manière à permettre un meilleur mouvement de l'eau et un bon enracinement, dans le cas d'une discontinuité texturale, ils permettent une homogénéisation de la texture,

## **II.7 Propriétés hydrodynamiques des sols**

Précédemment, les analyses des sols ont révélé la texture argilo-limoneuse des sols de notre périmètre. Pour une meilleure exploitation de l'irrigation, il est nécessaire de connaître les propriétés hydrodynamiques des sols, indispensables aux calculs des doses d'irrigation.

**Tableau II.3 : propriétés hydrodynamiques des sols**

Texture	Argileux-limoneux
Capacité au champ (%)	26%
Point de flétrissement (%)	17%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	7mm/h

## **II.8 Conclusion**

Ce chapitre a été consacré à l'analyse agro-pédologique de la zone d'étude. Les analyses physico-chimiques des sols ont mis en évidence des propriétés adéquates pour toute mise en valeur de ce périmètre.

Cette prospection pédologique, qui a porté sur une superficie d'environ 120, a fait ressortir différentes classes présentant de bonnes aptitudes culturales.

De façon générale les sols présentent de bonnes aptitudes culturales à diverses spéculations agricoles les plus cultivées dans la région, ce qui constitue un avantage agronomique.

***Chapitre III : Ressource en eau-  
Hydrologie***

---

## CHAPITRE III RESSOURCES EN EAU-HYDROLOGIE

### III.1 Introduction

Le projet d'aménagement hydro-agricole de la plaine de Boukali dans la Wilaya de Ain defla, s'articule autour de la création d'un périmètre irrigué à partir des eaux superficielles à partir de la retenue d'El Abadia.

Le but principal de ce chapitre est de déterminer les caractéristiques des eaux superficielles, et d'analyser l'étude hydrologique pour déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée nécessaire au dimensionnement du réseau d'irrigation.

### III.2 Caractéristiques du bassin versant de l'oued Boukali

Le bassin versant de l'oued Boukali fait partie du grand bassin versant du Ain Defla il est de forme allongé. La couverture végétale indique que ce bassin est moyennement boisé.

L'oued Boukali longe la route communale qui mène vers El Abadia. Son réseau hydrographique est constitué d'un cours d'eau principal, à savoir l'oued du même nom et de plusieurs oueds et chaabets qui se jettent dans ce dernier. Les principaux affluents sont :

Oued Bousemghane

Oued Tamnoun

Ses coordonnées au système Lambert sont :

X=411.3 KM

Y=335.7 KM

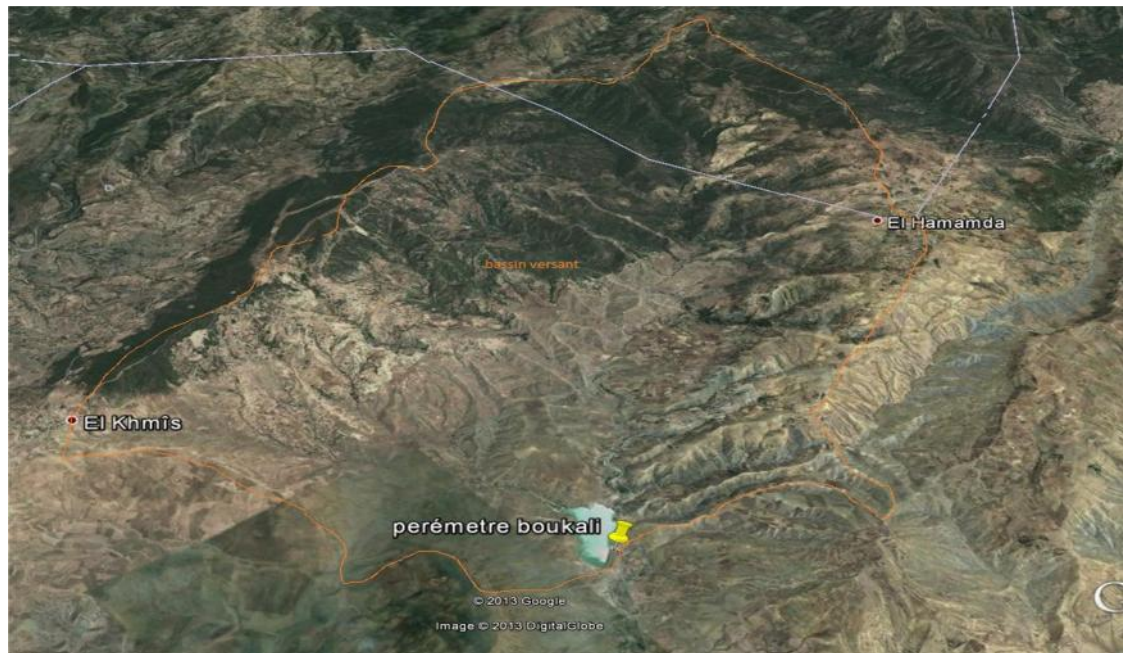
#### III.2.1. Situation hydrologique

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques hydrologiques principales du bassin versant de la crête jusqu'à l'exutoire ces caractéristiques sont :

Débit et volume maximale des crues

Apports liquides.

Apports solides.



**Figure III.1** : Carte Google du bassin versant de la retenue de Boukali

Les caractéristiques hydrologiques du bassin sont résumées comme suit :

**Tableau III.1** : Caractéristiques physiographiques du bassin versant

Désignation		Symbole	Unités	valeur
Superficie		S	Km <sup>2</sup>	57.8
Périmètre		P	Km	38
Longueur du thalweg		L	Km	17.1
Indice de compacité		K <sub>c</sub>		1.4
Altitudes	Maximale	H <sub>max</sub>	M	849
	Moyenne	H <sub>moy</sub>	M	462.94
	Médiane	H <sub>med</sub>	M	500
	Minimale	H <sub>min</sub>	m	197
Indice de pente moyenne		I <sub>m</sub>	m/Km	39.46
Densité de drainage		D <sub>d</sub>	Km /Km <sup>2</sup>	6.34
Débit moyen		Q <sub>0</sub>	L/S	70.08
Débits spécifique		Q <sub>s</sub>	L/S/Km <sup>2</sup>	1.21
Débit de crue		Q <sub>p100</sub>	M <sup>3</sup> /S	210.691

### III.2.2 Caractéristiques hydrauliques de la retenue de Boukali

Le futur périmètre d'irrigation sera irrigué à partir de la retenue collinaire construite sur l'oued Boukali, dont les caractéristiques sont énumérées dans le tableau suivant :

**Tableau III.2 : Les caractéristiques de la retenue :**

Dénomination	Unité	quantité
Hauteur de la digue	m	15.5
Volume mort	M.m <sup>3</sup>	0.29
Volume utile	M.m <sup>3</sup>	0.835
Volume au niveau normal de la retenue	M.m <sup>3</sup>	1.13
Cote de fond	m	100.5
Cote au niveau mort (NVM)	m	106
Cote au niveau normal de retenue	m	112.9
Cde plus hautes eaux (NPHE)	m	114.3
Cote de la crête	m	116
Largeur de déversoir	m	35
Hauteur de charge déversée	m	1.43
Débit évacué	m <sup>3</sup> /s	180.95
D. C de vidange	mm	500
D. C de la prise	mm	250

### III.2.3-Etude géologique

Le site de retenue du barrage collinaire sur l'oued Boukali a fait l'objet d'un premier rapport géologique préliminaire. Ce présent rapport successivement :

- De la géologie de la cuvette
- De la structure géologique au niveau de la digue.
- Des matériaux de construction de la digue et du déversoir.
- Des problèmes qui risquent éventuellement de se poser lors de la mise en eau.

#### III.2.3.1 Conditions géologiques

Les terrains en présence dans la région de l'oued Boukali sont essentiellement (voir carte géologique).

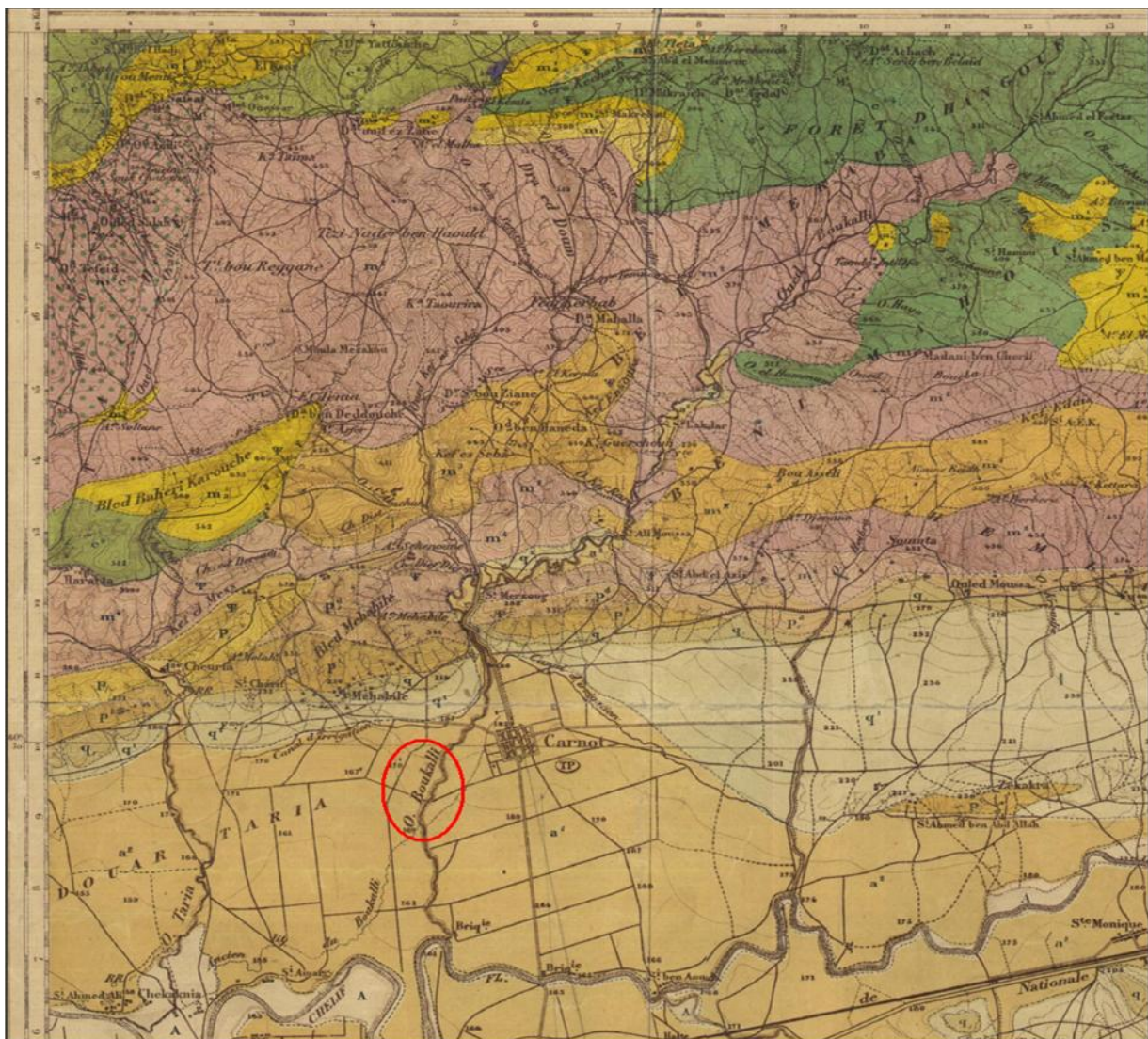


1-les terrains du crétacé supérieur, cénonanien(c 5-4) qui sont des formations géologiques appartenant à la série des nappes telliennes. Ces terrains sont essentiellement formes de schistes, de grès quartzites, et de conglomérats. Ces terrains ont subi plusieurs phases de plissement et de fracturation depuis leur mise en place.

2-les terrains du miocène qui sont discordants sur les premiers et qui sont représentés par des calcaires fossilifères, des poudingues gréseux, ainsi que des marnes bleues à cassures conchoïdales (miocène m1 à m4).

3-les terrains du pliocène essentiellement sableux et argileux.

4-les terrains quaternaires alluvionnaires, et colluvionnaires de toute sorte.



**Figure III.2:** carte géologique détaille de la zone d'El Abadia

### **III.2.4 Les ouvrage de stockage**

#### **III.2.4.1 Description des ouvrages de la retenue Boukali**

La retenue Boukali située à la commune de AL ABADIA contient une digue de type en terre de bon état et trois ouvrages annexes, l'évacuateur de crue, vidange des fond, prise d'eau.

#### **III.2.5 L'état des ouvrages d'annexes**

**III.2.5.1 L'évacuateur de crue :** le type d'évacuateur de crue latéral à entonnement latéral, d'après notre auscultation et comme la montre l'état de béton de ce d'évacuateur est bon.

**III.2.5.2 Vidange de fond :** contient deux conduites de vidange en charge et en acier de diamètre de 500 mm avec deux vannes qui ne sont pas de bon état.

**III.2.5.3 Prise d'eau :** la prise d'eau et combiné avec les conduites de vidange de type en charge représenté par une conduite en acier de diamètre 200 mm avec une vanne de mauvais état, par contre la chambre des vannes de la vidange et la prise d'eau est de bon état à l'exception de sa couverture.

### **III.2.6 Etude de la qualité de l'eau d'irrigation**

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro-agricole il faut que l'eau exploitée pour l'irrigation accomplisse certaines conditions qui garantissent le bon développement des plantes, et permet d'éviter les impacts négatifs sur la santé publique, l'environnement Et le système d'irrigation.

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

- 1- La concentration totale en sels dissous
- 2- Le rapport de Sodium par rapport aux autres conditions.
- 3- La présence de Bore et d'autres éléments toxiques

La qualité des eaux superficielles dépend directement de la qualité des rejets des affluents dans les bassins versants en conséquence le rendement des terres agricoles.

Dans la zone du projet, on note l'existence de deux agglomérations (el hamamda et el khmis) situées à environ 7 et 4.5 km respectivement de la retenue. leur impact sur la qualité est relativement négligeable.

### **III.2.7 Les limites admissibles**

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établie selon le diagramme De classification américaine des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la Conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

### III.2.7.1 La conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm

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

Électrique :

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

*Classe Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C Qualité des eaux.*

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

Remarque :

- C1 : convient pour toutes les cultures.
- C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
- C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage Boukali prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a

Une conductivité électrique moyenne  $CE = 0,7$  mmhos/cm

### III.2.7.2 LE S.A.R. : (Sodium Absorption Ration)

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer Alors une action défloculante. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la Concentration en ions  $Na^+$  et celle en ions  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$ .

La qualité des eaux pour l'irrigation est déterminée par la méthode de Sodium Absorption Ratio (S.A.R.). Cette méthode fait intervenir la salinité et le risque d'alcalinisation des eaux.

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

On utilise le SAR pour classer les risques liés au sodium dans les sources d'eau d'irrigation.

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

À l'aide du SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes.

La classification est basée principalement sur l'effet du sodium sur les conditions physiques du sol.

Classe S1 : SAR de 10 et moins bas taux de sodium

Classe S2 : SAR de 10,1 à 18 taux moyen de sodium

Classe S3 : SAR de 18,1 à 26 haut taux de sodium

Classe S4 : SAR au-dessus de 26,1 très haut taux de sodium

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

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

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

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

$$S.A.R. = \frac{71.7}{\sqrt{\frac{29.5 + 56.5}{2}}} = 10.93$$

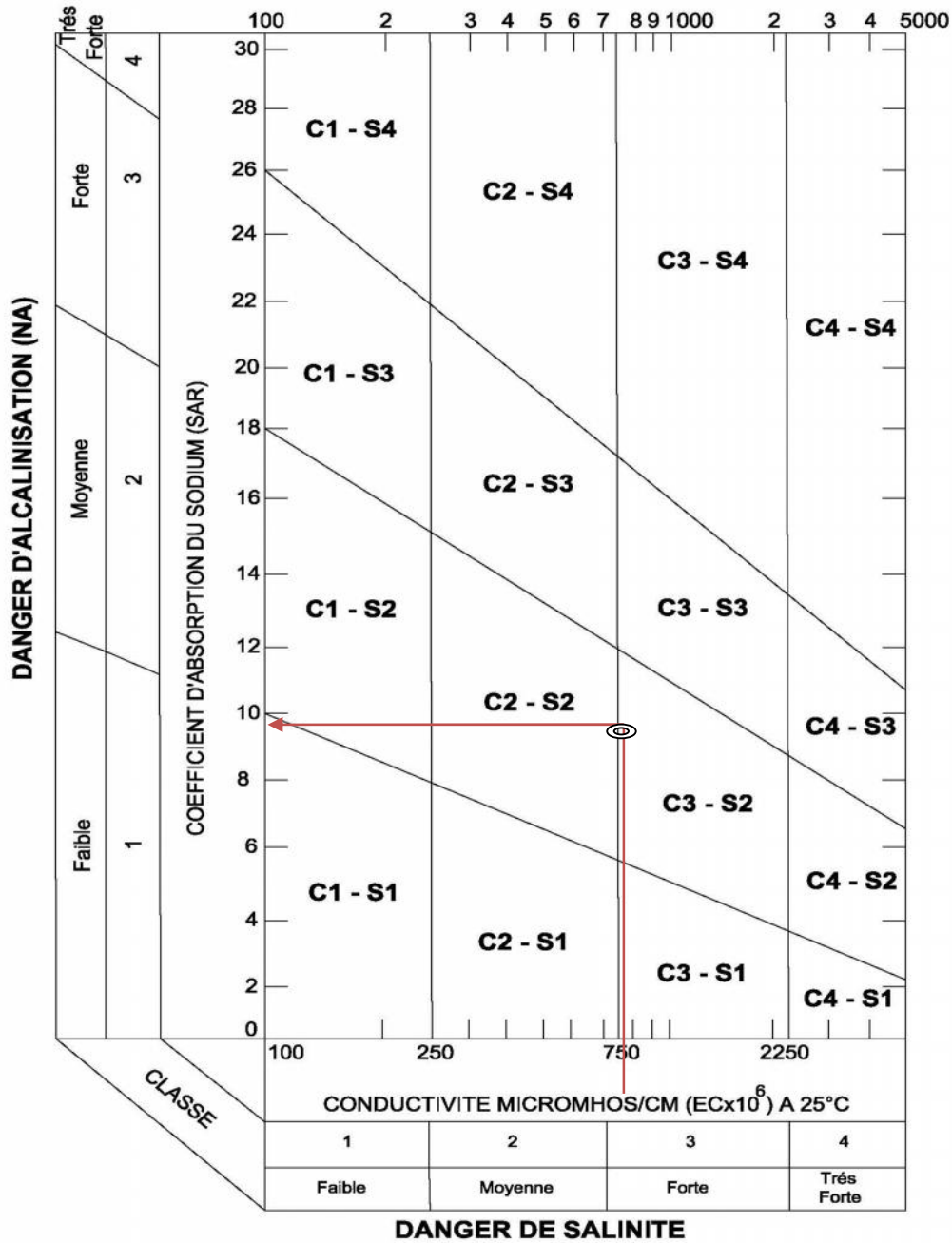


Figure III.3 : Classification des eaux d’irrigation d’après USSS(1954) des eaux d’irrigation Barrage Boukali.

D’après les résultats du calcul de la conductivité électrique CE et le rapport d’absorption du sodium SAR de l’eau d’irrigation de la retenue, on a constaté que la salinité < 1.5 mmhos/cm et le SAR (ÉGAL À 10.93), l’eau de la retenue de Boukali est dans la classe **C2S2**.

### III.2.8 Interprétation du bulletin d'analyse de l'eau de l'Oued Boukali El-Abadia

#### III.2.8.1 Les M E S

On appelle matières en suspension les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluants, micro-organismes,...) qui donnent un aspect trouble à l'eau, (turbidité) est s'oppose à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité elles constituent donc une **pollution solide** des eaux. La quantité de matière en suspension totale (MEST) se mesure par filtration d'un litre d'eau et pesage des résidus séchés. Le résultat est **de 43 mg/l**.

#### III.2.8.2 La température

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous indispensable à la vie aquatique : Plus la température de l'eau s'élève plus la quantité d'oxygène dissoute diminue. Une température trop élevée des eaux d'une rivière peut donc aboutir à des situations dramatiques de manque d'oxygène dissoute pouvant entraîner : la disparition de certaines espèces, la réduction de l'auto épuration, l'accumulation de dépôts nauséabonds (odeurs), la croissance accélérée des végétaux (dont les algues). La température dans notre cas est de **21,10°C**

**III.2.8.3 Le PH :** Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. L'eau des cours d'eau avoisine en général la neutralité représentée par un pH de 7. Le pH doit être compris entre 6 et 9 pour permettre la vie aquatique, en moyenne le pH de l'eau de la retenue est **de 7,95** .

#### III.2.8.4 La DBO5 (Demande Biologique en Oxygène)

Cette technique permet de mesurer en laboratoire sur 5 jours (à 20° dans l'obscurité), la quantité d'oxygène consommée par le processus naturel de décomposition de la matière organique décomposable présente dans un litre d'eau. Le résultat est de **20 mg/L**.

#### III.2.8.5 La DCO (Demande Chimique en Oxygène)

Contrairement à la DBO5, qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables, la DCO est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale) présents dans l'eau. Il existe des systèmes permettant d'effectuer des analyses sommaires rapides de la DCO. Le résultat est de **179 mg/L**.

### III.2.9 Conclusion

A travers ce chapitre nous avons défini les ressources en eaux disponibles dans la région de l'étude et différents types de classification de l'eau.

La qualité de l'eau est très importante en irrigation puisqu'elle participe au développement de la plante.

D'après les résultats d'analyse chimique, le calcul de la conductivité électrique CE et le rapport d'absorption du sodium SAR de l'eau d'irrigation de la retenue, on a constaté que la salinité  $< 1.5$  mmhos/cm d'après la classification des eaux en Algérie et un degré d'alcalinité  $S.A.R < 10$  donc on n'a pas un risque de toxicité sur le sol.

### III.3 Hydrologie

L'hydrologie est définie comme une science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre. Et l'ensemble des aspects liés aux au processus de maturation de n'importe quel ouvrage hydraulique.

L'objectif de l'étude hydrologique est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur: l'homogénéisation des séries pluviométriques, l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques et la détermination de l'année de calcul.

#### III.3.1 Etude des Précipitations

##### Données disponibles

La région à laquelle appartient le bassin versant dispose d'un nombre important de stations pluviométriques ayant des données sur des périodes relativement longues. La pluie varie avec l'altitude, pour cela, nous avons jugé adéquat d'utiliser cette dépendance pour l'estimation de la pluie moyenne du bassin versant.

Cette méthode a pour avantage d'utiliser l'ensemble de l'information disponible dans la région, pour cela, nous avons utilisé stations pluviométriques dont les caractéristiques sont reportées dans le tableau III.4 suivant :

**Tableau III.4 : Caractéristiques des stations pluviométriques**

N°	Nom de la station	code	Période d'observation	Nombre d'année complète	Altitude (m)	Pluie moyenne annuelle (mm)
01	EL ABADIA	012001	1973-2005	30	162	388.71

#### III.3.2- Répartition de la pluie moyenne annuelle

Afin de déterminer la répartition de la pluie moyenne dans l'année. Nous avons utilisé les relevés de pluie de la station d'El Abadia (code 012001) pour les raisons suivantes :

- ✓ cette station est proche de notre site d'étude
- ✓ son altitude (z=162 m) est presque égale à l'altitude moyenne de notre bassin versant

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique de Boukali est donnée dans le tableau N°5.ci-après :



**Tableau III.5: la répartition mensuelle des précipitations (mm)**

Années	sept	oct	nov	dec	Jan	fev	mar	avril	mai	juin	juil	aou	annuel
1974	50.7	58.5	36.4	42.5	56.8	25.94	47.53	43.43	43.2	24.1	1.41	4.5	435.01
1975	24	44.2	53.8	44.5	48.2	24.74	42.3	44.33	46.7	12.9	2.51	3.2	391.38
1976	26.2	75	52.9	49.3	55.9	47.84	48.63	33.63	30.2	36.2	2.11	3.5	461.41
1977	38	43.2	51.2	51.3	52.7	28.34	32.43	37.13	52.1	2.9	1.41	3.2	393.91
1978	36	44.6	47.6	36.2	32.4	53.84	26.43	46.33	39.6	10.6	1.41	3.8	378.81
1979	24.8	47.7	53.9	62.7	37.4	41.64	23.63	32.33	40.7	2.3	17.9	3.2	388.21
1980	25.2	57	64.1	41.6	62.5	34.94	23.03	31.23	38.5	9.1	4.01	2.2	393.41
1981	24.5	41.4	58.8	44.9	53.2	45.04	28.23	32.73	45.2	13.5	1.41	1.2	390.11
1982	24.2	40.4	46.3	45.7	41.3	46.24	27.53	29.53	38	17.2	1.41	1.7	359.51
1983	30.1	52	58.3	44	54.7	53.74	22.53	31.63	29.6	22.3	2.41	0	401.31
1984	34.8	48	59.5	50.2	49.1	56.14	14.63	25.23	41.5	6.4	1.41	4.5	391.41
1985	42.3	47.6	40.2	38.8	50.7	22.64	32.23	31.33	44	8.2	1.41	2.6	362.01
1986	32.9	48.8	47.7	63.2	35.9	40.14	38.53	37.33	31.1	12.6	7.61	0	395.81
1987	31.9	40.6	42.3	38.7	39.6	23.94	24.13	32.3	37.4	7.7	11.4	2.6	332.58
1988	25.6	42.4	49.7	46.7	49.3	30.54	26.73	35.13	32.2	8.9	1.41	5.5	354.11
1989	24.5	59.4	51.6	30.9	55.6	24.24	39.63	39.43	47.4	6.7	7.61	2.3	389.31
1990	30.6	48.3	46.3	35	36.7	32.64	23.53	47.93	42	9.9	1.41	0	354.31
1991	38.4	55.9	47.9	42.5	41.9	48.14	22.43	32.43	36.7	9.5	1.41	4	381.21
1992	36.2	53.3	57.7	52.7	48.3	29.64	29.93	39.53	32.6	10.2	1.41	3.5	395.01
1993	65	48.6	42.4	41.2	42.3	47.74	30.53	33.53	34	14.9	1.41	10.5	412.11
1994	29.5	55	55.2	35.1	53.2	27.84	20.43	46.13	61.6	6.9	4.61	0	395.51
1995	32.9	53.5	54.9	32.8	65.4	42.14	25.83	37.53	43.4	7.9	1.41	1.2	398.91
1996	39.5	44	54.8	53.2	29.2	27.14	12.63	38.03	29.3	3.6	3.71	8.4	343.51
1997	33.5	50.3	52.3	37	53.9	33.34	27.43	51.83	39.8	5.9	1.41	0	386.71
1998	31.2	48.7	47.3	38.8	45.7	28.74	33.63	42.03	43.7	7.7	1.41	1.6	370.51
1999	29.2	54.9	54.5	43.4	50.2	36.84	21.53	36.83	50.6	11.1	6.71	5.7	401.51
2000	24.2	49.5	46.3	47.8	48.4	37.14	29.93	33.43	46.2	8.8	5.61	3.2	380.51
2001	29.3	38.4	46.3	46.3	51.8	45.54	17.83	30.23	43.9	7.3	1.41	0	358.31
2002	28	48.3	49.7	50.2	43.7	37.84	18.83	35.63	48.1	6.2	2.51	1.6	370.61

Moyenne	31.44	47.98	49.00	42.91	46.20	35.82	27.09	35.60	39.64	10.38	3.38	2.79	<b>385.0</b>
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	--------------

D'après les résultats du tableau correspondant à la période 1974 –2002, On remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle.

### III.3.3 homogénéité de la série pluviométrique

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

- On divise la série complète en deux sous séries : **x** et **y**

Avec  $N_1$  et  $N_2$  : représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries

En considérant généralement  $N_2 > N_1$  ,  $N_2=18$  ,  $N_1=11$

- On constitue par la suite, la série **x** unions **y** après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. A ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.
- **D'après M<sup>r</sup> Wilcoxon**, la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec :

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

$$W_y = |Rang|_y$$

$W_y$  : Somme des rangs des sous séries.

$$W_{\min} = \left[ \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left( \frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right]$$

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min}]$$

Le tableau N°6 détaille le procédé du Test d'homogénéité pour la station boukali Code (012001)

**Tableau III.6 : Test de Wilcoxon**

Rang	Série D'origine	Série – Y	Série – X	TRRi	Y u X	Rang
1	435.01	435.01	395.01	461.41	Y	3
2	391.38	391.38	412.11	435.01	Y	1
3	461.41	461.41	395.51	412.11	X	

4	393.91	393.91	398.91	401.51	X	
5	378.81	378.81	343.51	401.31	Y	10
6	388.21	388.21	386.71	398.91	X	
7	393.41	393.41	370.51	395.81	Y	13
8	390.11	390.11	401.51	395.51	X	
9	359.51	359.51	380.51	395.01	X	
10	401.31	401.31	358.31	393.91	Y	4
11	391.41	391.41	370.61	393.41	Y	7
12	362.01	362.01		391.41	Y	11
13	395.81	395.81		391.38	Y	2
14	332.58	332.58		390.11	Y	8
15	354.11	354.11		389.31	Y	16
16	389.31	389.31		388.21	Y	6
17	354.31	354.31		386.71	X	
18	381.21	381.21		381.21	Y	18
19	395.01			380.51	X	
20	412.11			378.81	Y	5
21	395.51			370.61	X	
22	398.91			370.51	X	
23	343.51			362.01	Y	12
24	386.71			359.51	Y	9
25	370.51			358.31	X	
26	401.51			354.31	Y	17
27	380.51			354.11	Y	15
28	358.31			343.51	X	
29	370.61			332.58	Y	14
					Wy	171

D'après les calculs, nous avons :

$$W_y = 171$$

$$W_{\min} = 120.89$$

$$W_{\max} = 209.11$$

$$120.89 < W_y < 209.11$$

La condition de M<sup>r</sup> Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station Boukali est homogène.

### III.3.4 Ajustement des pluies annuelles à une loi de probabilité

#### Choix de la loi d'ajustement

Comme il existe plusieurs méthodes d'ajustement des séries pluviométriques, l'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de :

- la loi de probabilité ;
- la taille de l'échantillon ;
- et de certaines caractéristiques de l'échantillon ;

Toutefois, de nombreuses études comparatives, empiriques et théoriques, ont été menées afin de déterminer dans quelles circonstances une méthode d'estimation est la plus efficace pour une loi donnée.

Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes :

- ❖ **Loi normal ou loi de Gauss**
- ❖ **La loi de Galton (log-normale).**

#### III.3.4.1 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normal

Le procédé de calcul consiste à:

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).
- Variable réduite de gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$  .
- Calcul des caractéristiques empirique de loi ( $\bar{X}$  ;  $\delta$  ;  $C_v$ ;  $C_{S=0}$ ).
- Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$  .

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 réduit de Gauss.

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

$\delta$  : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN :

Les résultats obtenus figurent au tableau III-7et au Figure III-4

Nombre d'observations : 29					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/q					
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	446	9.48	427	465
50	0.98	439	8.67	422	456
20	0.95	428	7.53	413	443
10	0.9	419	6.61	406	432
5	0.8	407	5.68	396	418
2	0.5	384	4.79	375	394
1.25	0.2	363	5.68	352	374

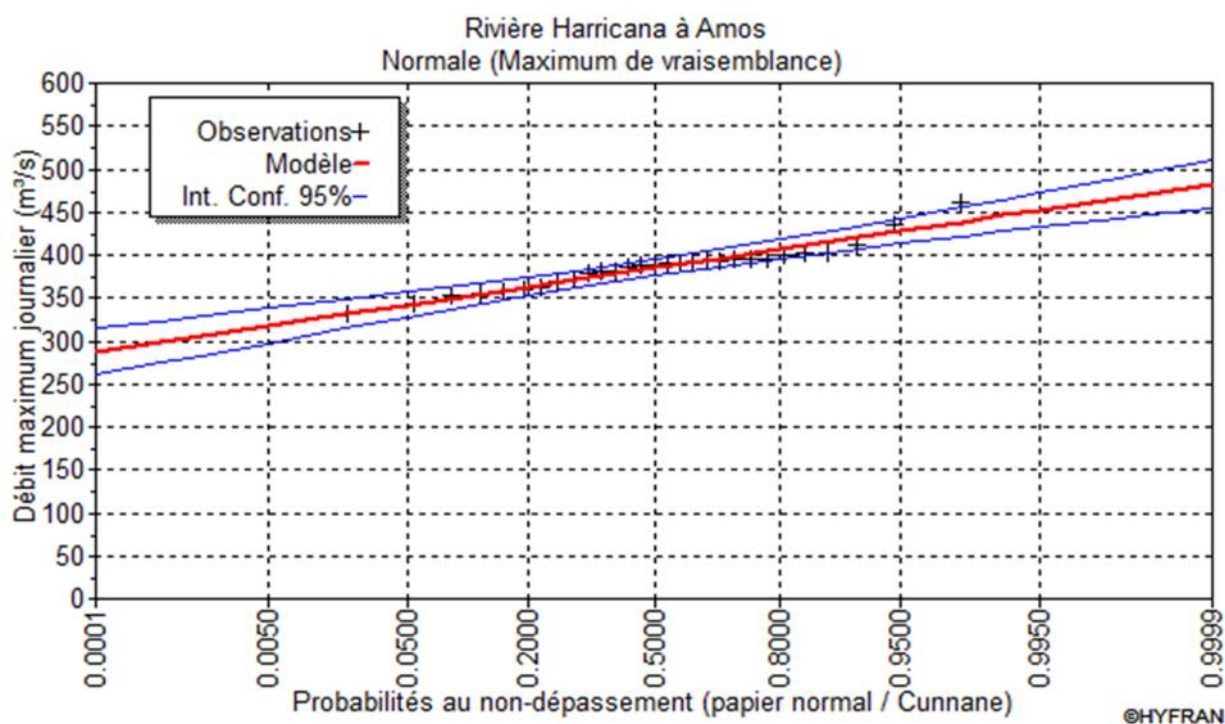


Figure III.4 : Ajustement des pluies à une loi normale

### III.3.4.1.1 Test de validité de l'ajustement à la loi choisie

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

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

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

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

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

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec :

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

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par  $\lambda$

D'après les résultats obtenus par le logiciel HYFRAN, nous avons:

$$\chi^2 = 7.93$$

$$\text{Probabilité } p = 0.0941$$

Nous pouvons accepter  $H_0$  au niveau de signification de 5%

### III.3.4.2 Loi log-normale ou loi de Galton

Cette méthode est comme suit :

Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\text{Avec :} \quad \text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(X)} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%} \dots \dots \dots (1)$$

Ln : symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien

Xp% : précipitation probable à p%.

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

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

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots \dots \dots (2)$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \dots \dots \dots (3)$$

Up%: variable réduite de Gauss.

On utilise le logiciel HYFRAN pour le calcul et les résultats obtenus dans le tableau III.7 suivantes :

**Tableau III.7 :** les résultats de l'ajustement à la loi log normale par logiciel Hyfran

Nombre d'observations : 29					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/q					
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	449	10.9	428	471
50	0.98	441	9.82	422	460
20	0.95	429	8.3	413	445
10	0.9	419	7.11	405	433
5	0.8	407	5.93	395	418
3	0.6667	395	5.17	385	406
2	0.5	384	4.79	375	394
1.25	0.2	363	5.3	353	373

Le résultat de l'ajustement montre dans le graphe ( fig III.5)

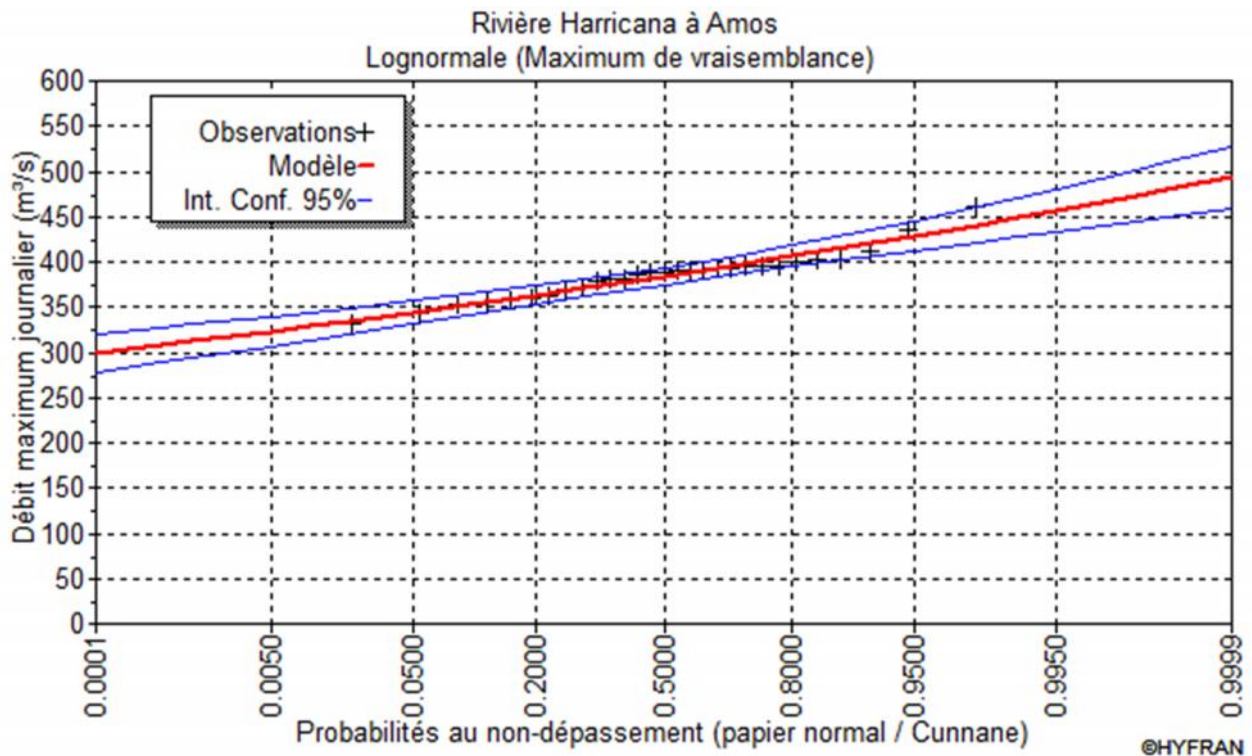


Figure III.5 : Ajustement des pluies à une loi log normale

#### III.3.4.2.1 Test de khi carré

D'après le logiciel HYFRAN ont obtenu les résultats suivant :

$$X^2 = 10.34$$

Probabilité  $p = 0.0350$

Nous pouvons accepter  $H_0$  au niveau de signification de 5% mais on l'accepte au niveau de signification de 1%

#### Conclusion

D'après le test de Khi carré et les figures N°.1 et N°2 on déduit que la loi normale présente un meilleur ajustement.



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

Puisque la loi de *Gauss* est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

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

$$P_{i, 80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}$$

Avec :

i : mois

On déduire les résultats suivants :

$$P_{\text{théo ann 80\%}} = 363 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{théo ann 50\%}} = 384 \text{ mm.}$$

Donc les valeurs de  $P_{i, \text{sec } 80\%}$  devient comme suit :

**Tableau III.9 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.**

mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	fev	mar	avril	mai	juin	juil	aout
$P_{i, \text{moy}}$ (mm)	31.44	47.9	49.0	42.9	46.2	35.8	27.1	35.6	39.6	10.4	3.38	2.8
$P_{i, 80\%}$ (mm)	29.64	45.24	46.20	40.45	43.56	33.78	25.54	33.57	37.38	9.79	3.18	2.63

**III.4 Conclusion**

Au cours de ce chapitre, nous avons étudié la problématique des ressources en eau de notre zone d'étude.

Pour ce qui est de l'alimentation en eau, le périmètre sera irrigué à partir de la retenue de Boukali. Pour ce qui est de la qualité de l'eau d'irrigation, les analyses physico-chimiques ont révélé qu'elle est bonne et apte à l'irrigation.

Quant à l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi normale. A partir de cette loi, nous avons déterminé les pluies mensuelles de l'année de calcul nécessaire au dimensionnement de notre périmètre.



## ***Chapitre IV : Besoin en eau des cultures***

## CHAPITRE IV : BESOINS EN EAU DES CULTURES

### IV.1 Introduction :

L'estimation des besoins en eau des cultures du périmètre est une étape indispensable dans tout projet d'aménagement hydro-agricole. Les besoins en eau des cultures seront définis sur la base d'informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que :

Les conditions climatiques, systèmes agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols.

### IV.2 Occupation des sols et choix des cultures à mettre en place

Pour mieux valoriser l'eau disponible, nous préconisons l'introduction de cultures maraîchères en irrigué à forte valeur, ajoutée et ce au détriment, des fourrages et des cultures en sec.

Tableau ci-dessous concerne la répartition des cultures selon les surfaces

*Tableau IV.1 : Répartition des superficies par type de culture*

<i>Cultures</i>	<i>Superficie</i>	<i>En Sec</i>	<i>En irrigué</i>
Arboriculture	29.11	15.22	10.89
Maraîchage sous serre	10	00	10
Maraîchage plein champ en irrigué	126.19	00	126.19
Fourrages en irrigué	126.19	00	126.19
Maraîchage plein champ en sec	21.75	21.75	00
Fourrages en sec (orge en vert et bersim)	104.45	104.45	00

### IV.3 Rotation et Assolement

L'assolement consiste en la rotation de cultures différentes sur une même parcelle de terre, de telle sorte que l'on évite qu'une même variété de plantes soit cultivée deux fois sur un même emplacement.

La pratique d'un assolement adéquat est une aide précieuse pour éviter l'épuisement rapide du sol.

### **IV.3.1 Choix des cultures à mettre en place**

Pour les affectations de sol, nous sommes référés aux études de la pédologie et l'étude agro-économique, à fin de pouvoir choisir un certain nombre de cultures à mettre en place. Ce choix a été fait sous une contrainte :

✓ Choisir le maximum de cultures (familles et espèces) qui correspondent le mieux aux réalités des exploitations agricoles

Dans ces conditions, le choix des cultures ne pourrait être que l'aboutissement d'un consensus qui nous a permis de ne pas tronquer l'information dans les affectations de sol en simplifiant outre mesure et en évitant une pléthore d'information qui aurait rendu les affectations du sol illisibles.

#### **IV.3.1.1 Les cultures maraîchères**

Les cultures maraîchages présentent la principale production du périmètre. Les cultures maraîchères retenues sont : tomate, oignon, carotte, laitue, ail, pastèque, melon, haricot, concombre, pois, priment, poivron et aubergine.

#### **IV.3.1.2 Les fourrages et les cultures céréalières**

Quatre espèces de fourrages ont été retenues dans la nomenclature des plantes que nous proposons : le bersim, la vesce avoine, le sorgho et la luzerne. Pour les cultures céréalières nous reteindrons une seule espèce, il s'agit de l'orge.

#### **IV.3.1.3 L'arboriculture**

Quatre espèces sont retenues : pêcher sur prunier, pommier sur doucin, figuier et les agrumes.

## **IV.4 Répartition des surfaces en fonction de l'assolement proposé**

### **IV.4.1 Les cultures sous serres**

L'assolement proposé est du type triennal avec occupation par des solanacées et légumineux.

Tableau IV.2: L'assolement triennal des cultures sous serres

SOLE I		SOLE II		SOLE III	
Culture	Superficie (ha)	Culture	Superficie (ha)	Culture	Superficie (ha)
Tomate	6	Concombre	2	Haricot vert	6.5
Piment/Poivron	4	Melon	8	Courgette	3.5
Total	10		10		10

#### IV.4.2 Les cultures de plein champ en irrigué

L'assolement proposé est du type quadriennal avec occupation par des 04 différentes familles.

Tableau IV.3: L'assolement quadriennal des cultures en plein champ en irriguées

<i>SOLE I</i>		<i>SOLE II</i>		<i>SOLE III</i>		<i>SOLE IV</i>	
Culture	Superficie (ha)	Culture	Superficie (ha)	Culture	Superficie (ha)	Culture	Superficie (ha)
Piment/Poivron	17.4	Petit pois	32.63	Carotte	32.6	Bersim	63.1
P.D.T (s)	43.5	Haricot	17.43	Navet	32.6	Luzerne	63.09
P.D.T a/s	43.5	Tomate	32.63	Fève	32.6		
Tomate a/s	21.7	Oignon	32.63	Ail	28.3		
TOTAL	126.19		126.19		126.19		126.19

*N/B* : (s) : saison a/s : arrière saison

#### IV.4.3 Les cultures de plein champ en sec

L'assolement proposé est du type biennal avec occupation du maraîchage et du fourrage.

Tableau IV.4: L'assolement biennal des cultures en plein champ en sec

<i>SOLE I</i>		<i>SOLE II</i>	
Culture	Superficie	Culture	Superficie
Pomme de terre (p)	11	Orge en vert	10,875
Fève verte (p)	5,375	Bersim en sec	10,875
Petit pois (p)	5,375		
TOTAL	21,75 Ha		21,75 Ha

*N/B* : (p) : primaire

#### IV.4.4 Arboriculture

La superficie consacrée à l'arboriculture étant de 29.11 ha, dont :

- Agrumes (en irrigué) : 10.89 Ha.
- Vigne de table (en sec) : 18.22 Ha.

#### IV.5 Besoin en eau du périmètre

##### IV.5.1 Besoins en eau des cultures

C'est la quantité d'eau totale utilisée par cette culture (par une plante au cours de son cycle végétatif). Cette quantité comprend aussi les apports naturels (pluie, réserve du sol).

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de telle sorte que le taux d'évapotranspiration (mm/j) représente les conditions climatiques locales.

##### IV.5.2 L'évapotranspiration

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

- Utilisés par les plantes (eau de constitution, eau de végétation).
- Evaporés par la surface du sol, par la transformation de l'état de l'eau en vapeur (phénomène d'évaporation).

##### IV.5.2.1 L'évapotranspiration potentielle (ETP)

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



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

#### IV.5.2.1.1 Calcul de l'évapotranspiration potentielle (E T P)

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle se fait à partir des données climatiques disponibles. Pour cela, nous utiliserons les méthodes empiriques.

- a- Formule de Thornthwaite (1948)
- b- Formule de Penman
- c- Formule de Blaney- Criddle (1959)
- d- Formule de Turc (1960)
- e- Formule de Bouchet (1971)

##### IV.5.2.1.1.A Estimation de l'ET<sub>0</sub> par la formule de Penman modifiée (formule de Monteith)

- La formule de M<sup>r</sup> Penman et Monteith modifiée se présentant comme suit:

$$ET_0 = C \times [ w \times R_n + (1 - w) \times F(u) \times (e_a - e_d) ]$$

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

w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

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

F(u) : fonction liée au vent.

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

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

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

Pour le calcul des besoins en eau des cultures, nous avons utilisé le logiciel CROPWAT. Pour l'exploitation du logiciel, nous avons introduit les informations mensuelles de la station météorologique suivantes :

- Température : Les températures moyennes mensuelles sont données en degré Celsius.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.

-Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Les résultats don le tableau IV.5 suivant :

Tableau IV.5 : Evapotranspiration de référence ET0 de Penman et Monteith

MOIS	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm/jour
Janvier	4.4	14	77	3.1	10.1	13.4	1.54
Février	6.2	15	72	3.2	11	17.2	2.21
Mars	7.9	17.8	68	3.1	11.9	22	3.23
Avril	10	21.8	62	3	13.1	26.9	4.61
Mai	11	25.7	62	2.9	14	30	5.58
Juin	19	32	57	2.7	14.5	31.3	7.04
Juillet	23	36	49	2.9	14.3	30.6	8.21
Août	20.6	38	50	2.9	13.5	28	8
Septembr e	19 10.6	31 15	62 64	2.8 3.2	12.4 11.3	23.6 18.5	5.75 2.94
Octobre	10	18	73	3.5	10.3	14.2	2.2
Novembr e	5	15	82	3.5	9.8	12.3	1.42
Décembre							
moyenne	12.2	23.3	65	3.1	12.2	22.3	4.39

## IV.6 Calcul des besoins en eau des cultures (l'ETM)

### IV.6.1 L'évaporation maximale de culture (ETM)

La formule appliquée est la suivante :

$$ETM = Kc \times ET0 \quad (\text{mm /jour})$$

Avec :

$K_c$  : coefficient cultural &  $E_{t0}$  : évapotranspiration de référence, c'est l'ETP calculé par la méthode Penman.

Les valeurs des  $K_c$  utilisées dans le tableau suivant sont tirées du bulletin d'irrigation drainage de la FAO N° 24. Le ministère des ressources en eau a établi un document intitulé "plan national de l'eau secteur de développement agricole et irrigation" pour différents bassins versants. Ce document fait référence au même bulletin pour les coefficients culturaux utilisés.

Nous présenterons dans le tableau N°6 ci-après les coefficients culturaux ( $K_c$ ) des spéculations à envisager dans le périmètre :

**Tableau IV.6 : Coefficients culturaux ( $K_c$ ) des principales cultures**

culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
OLIVIER	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75
P.Terre	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	1.15	0.9	0.75	0
tomate	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	1.1	1.1	0.6	0
blé	0	0	0.4	0.7	1	1.05	1.05	0.7	0.2	0	0	0
MAIS	0	0	0	0	0	0	0.7	0.85	1.2	1.2	1.2	1

#### IV.6.2 Calcul des besoins eau d'irrigation

Ils sont évalués comme suit :

$$\text{Besoins Nets} = \text{ETP} \times K_c - (\text{Peff} + \text{RFU})$$

Où :

ETP = évapotranspiration

$K_c$  = coefficient cultural

P.eff = Pluies efficaces

RFU est la réserve en eau facilement utilisable par la plante

#### IV.6.3 Calcul de la pluie efficace

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des pluies disponibles aux plantes après élimination des pertes par percolation et évapotranspiration. C'est la pluie effectivement retenue dans la zone racinaire.

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits. Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode proposée et recommandée par la FAO adoptée pour notre projet.

$$P_{eff} = P_{moy} . C \quad \text{Pour : } P_{moy} < 70 \text{ mm/mois}$$

$$P_{eff} = 0,8 \times P_{moy} - 25 \quad \text{Pour : } P_{moy} > 70 \text{ mm/mois}$$

Cette formule a été développée à partir de données de zones arides et semi- arides.

Avec :

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

Tableau IV.7 : représente les valeurs e pluie efficace

Mois	Jan	fév.	Mar	avril	Mai	juin	juil	aout	sept	Oct	nov	dec
pluie												
eff	35.96	28.61	21.18	27.38	30.44	8.35	2.81	2.08	24.92	36.85	38.14	32.92

#### IV.6.4 Calcul de La réserve facilement utilisable(RFU)

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement.

Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement, on nomme Réserve Facilement Utilisable (RFU).la quantité d'eau égale à 1 /3ou 2/3 de la RU (SOLTNER, 1986) ;

La R.F.U. varie et dépend essentiellement de :

- L'humidité du sol ;
- La densité apparente ;
- La profondeur du sol exploré par les racines de la plante ;
- Le pourcentage de terre fine, la texture et la structure du sol.
- $R.F.U = (H_r - H_{pf}) * d_a * P * Y$
- Ou –  $H_r$  : humidité au point de rétention.
- $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement.
- $D_a$  est la, densité apparente du sol

$Y$  = degré de tarissement admis des cultures.

#### IV.6.5 Calcul des besoins net $B_{net}$

Il est exprimé par mm/jour et est égal à ETM suivant le modèle, la méthode d'irrigation et la zone.

#### IV.6.6 Calcul des besoins brut $B_{brut}$

C'est le volume d'eau d'irrigation exprimé en mm/j, nécessaire en pratique (compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

La formule employée est :

$$B_{brut} = B_{net} \times R_p$$

Avec :

$R_p$  : le rendement de l'irrigation à la parcelle.

$$R_p = E \times \frac{C_u}{100}$$

$E$  : coefficient qui exprime l'efficacité de l'arrosage dépend de la texture du sol.

$C_u$  : coefficient d'uniformité .

L'efficacité d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficacité d'un réseau d'irrigation qui dépend de l'efficacité du réseau, du transport et de l'uniformité de distribution.

Dans notre cas, on a considéré une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus Égalé à 0,75.

**Tableau IV.8** : Besoin en eau d'irrigation des cultures du périmètre de l'oued Boukali

OLIVIER													
	Sept	Oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	MAX
KC	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	
ET0	123	88	56.0	42.0	46	60	89	111	145	170	197	170	
ETM	86.1	57.2	36.4	27.3	29.9	39	57.85	72.15	108.75	127.5	147.75	127.5	
Pluie (mm)	31.44	47.98	49.00	42.91	46.20	35.82	27.09	35.60	39.64	10.38	3.38	2.79	
Peff	25.15	38.39	39.20	34.33	36.96	28.66	21.67	28.48	31.71	8.31	2.70	2.23	
Peff-ETM	-60.95	-18.81	2.80	7.03	7.06	-10.34	-36.18	-43.67	-77.04	-119.19	-145.05	-125.27	
RFU-max	95.04	95.04	95.04	95.04	95.04	95.04	95.04	95.04	95.04	95.04	95.04	95.04	
RFU	0	0	0	47.52	47.52	47.52	47.52	0	0	0	0	0	
Besoin-net (mm)	60.95	18.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.67	77.04	119.19	145.05	125.27	145.05
Besoin- brute	81.26	25.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.22	102.71	158.92	193.40	167.02	
Besoin- brut (m3)	812.64	250.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	582.22	1027.14	1589.24	1933.99	1670.24	7866.31
Deb-spe- l/s/ha	0.31	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.40	0.61	0.75	0.64	0.746

Tomate													
	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	MAX
KC	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	1.1	1.1	0.6	0	
ET0	123	88	56.0	42.0	46	60	89	111	145	170	197	170	
ETM	0	0	0	0	0	0	44.5	77.7	159.5	187	118.2	0	
Pluie (mm)	31.44	47.98	49.00	42.91	46.20	35.82	27.09	35.60	39.64	10.38	3.38	2.79	
Peff	25.15	38.39	39.20	34.33	36.96	28.66	21.67	28.48	31.71	8.31	2.70	2.23	
Peff- ETM_p,d	0.00	0.00	0.00	0.00	36.96	28.66	-22.83	-49.22	-127.79	-178.69	-115.50	2.23	
H (M)	0	0	0	0	0	0	200	700	1000	1000.0	0.0	0	
RFU_BLE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	55.4	79.2	79.2	0.0	0.0	
RFU_Réell e	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Besoin-net (mm)	0	0	0	0	0	0	12.83	49.22	127.79	178.69	115.50	0	178.69
Besoin- brute (mm)	0	0	0	0	0	0	17.11	65.62	170.38	238.26	153.99	0	
Besoin-brut (m3)	0	0	0	0	0	0	171.06	656.22	1703.80	2382.58	1539.99	0	6453.65
Deb-spe- l/s/ha	0	0	0	0	0	0	0.07	0.25	0.66	0.92	0.59	0	0.9192

Blé													
	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	MAX
KC	0	0	0.4	0.7	1	1.05	1.05	0.7	0.2	0	0	0	
ET0	123	88	56.0	42.0	46	60	89	111	145	170	197	170	
ETM/ble	0	0	22.4	29.4	46	63	93.45	77.7	29	0	0	0	
Pluie (mm)	31.44	47.98	49.00	42.91	46.20	35.82	27.09	35.60	39.64	10.38	3.38	2.79	
Peff	25.15	38.39	39.20	34.33	36.96	28.66	21.67	28.48	31.71	8.31	2.70	2.23	
Peff-ETM- blé	25.15	38.39	16.80	4.93	-9.04	-34.34	-71.78	-49.22	2.71	8.31	2.70	2.23	
HZ-prof-blé (M)	0	0	200	300	500	700	700	700	700	700.0			
RFU-Blé	0.00	0.00	16.08	24.12	40.20	56.28	56.28	56.28	56.28	56.28	0.00	0.00	
RFU-Mois	0.00	0.00	0.00	12.06	12.06	20.10	28.14	0.00	56.28	56.28	56.28	0.00	
Besoin-net (mm)	0	0	0	0	0	14.24	43.64	49.22	0.00	0.00	0	0	49.22
Besoin- brute (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.99	58.19	65.62	0.0	0.00	0.00	0.00	
Besoin-brut (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	189.90	581.86	656.22	0.0	0.00	0.0	0.0	1427.98
Deb-spe s/ha	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.073	0.224	0.253	0.0	0.0	0.0	0.0	0.253



P.terre													
	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	MAX
KC	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	1.15	0.9	0.75	0	
ET0													
ETM/ble	0	0	0	0	0	0	44.5	77.7	166.75	153	147.75	0	
Pluie (mm)	31.44	47.98	49.00	42.91	46.20	35.82	27.09	35.60	39.64	10.38	3.38	2.79	
Peff	25.15	38.39	39.20	34.33	36.96	28.66	21.67	28.48	31.71	8.31	2.70	2.23	
Peff-ETM_p,d	25.15	38.39	39.20	34.33	36.96	28.66	-22.83	-49.22	-135.04	-144.69	-145.05	2.23	
H (M)	0	0	0	0	0	200	400	600	600	0.0	0.0	0	
RFU_BLE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	31.7	47.5	47.5	0.0	0.0	0.0	
RFU_REELLE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Besoin-net (mm)	0	0	0	0	0	0.00	6.99	49.22	135.04	144.69	145.05	0	145.05
Besoin-brute (mm)	0	0	0	0	0	0.00	9.32	65.62	180.05	192.92	193.40	0	
Besoin-brut (m3)	0	0	0	0	0	0.00	93.19	656.2 2	1800.47	1929.2 4	1933.99	0	6413.11
Deb-spe-l/s/ha	0	0	0	0	0	0.00	0.04	0.25	0.69	0.74	0.75	0	0.7461

<b>Mais</b>													
	Sept	Oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	MAX
KC	0	0	0	0	0	0	0.7	0.85	1.2	1.2	1.2	1	
ET0	0	0	0	0	0	0	62.3	94.35	174	204	236.4	170	
ETM	31.44	47.98	49.00	42.91	46.20	35.82	27.09	35.60	39.64	10.38	3.38	2.79	
Pluie (mm)	25.15	38.39	39.20	34.33	36.96	28.66	21.67	28.48	31.71	8.31	2.70	2.23	
Peff	0.00	0.00	0.00	0.00	36.96	28.66	-40.63	-65.87	-142.29	-195.69	-231.40	-167.77	
Peff-ETM	0	0	0	0	0	0	500	1000	1500	1500.0	1500.0	1500	
RFU-max	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.6	79.2	118.8	118.8	118.8	118.8	
RFU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Besoin-net (mm)	0	0	0	0	0	0	40.63	65.87	142.29	195.69	231.40	167.77	231.4
Besoin- brute	0	0	0	0	0	0	54.17	87.82	189.71	260.92	308.53	223.69	
Besoin- brut (m3)	0	0	0	0	0	0	541.7 3	878.22	1897.14	2609.24	3085.33	2236.91	11248.56 71
Deb-spe- l/s/ha	0	0	0	0	0	0	0.21	0.34	0.73	1.01	1.19	0.86	1.19

### IV.7 Calcul des débits Spécifiques

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale .La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 20 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K} \quad (\text{l/s/ha})$$

- **B<sub>m</sub>** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m<sup>3</sup>/ha ;
- **T** : Temps d'irrigation par jour ;
- **t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour ; égale à 30 J
- **K** : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75

On choisit le max des besoins pour calculer le débit spécifique :

Tableau IV.9 : donnée les résultats de besoins net (mm) de la culture

culture	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Olivier	60.95	18.8	0	0	0	0	0	0	43.6	77.0	119.2	145.05
p. terre	0	0	0	0	0	0	6.99	49.22	135.04	144.69	145.05	0
tomate	0	0	0	0	0	0	12.83	49.22	127.79	178.69	115.50	0
Blé	0	0	0	0	0	14.24	43.64	49.22	0.00	0.00	0	0
MAIS	0	0	0	0	0	0	40.63	65.87	142.29	195.69	231.40	167.77
Somme	60.95	18.81	0.00	0.00	0.00	14.24	104.09	257.18	482.14	638.27	637	293.04

Nous avons :

Besoin max mensuel = 638.27 mm

$Q_{sp} = (\text{besoin max} * 10 * 1000) / (3600 * \text{Nbre de jour} * \text{Nbre heure} * \text{efficience})$

$$Q_{sp} = 3.94 \text{ (l/s /ha)}$$

Ce débit est important, ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement du réseau.

Pour y remédier, on choisit le débit spécifique de la culture la plus exigeante, qui dans notre cas, est celui du maïs, il est égal à :

$$Q_s \text{ maïs} = 1.19 \text{ (l/s /ha)}$$

#### IV.8 Débit caractéristique

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

$$\text{Surface totale} = 120.00 \text{ ha}$$

$$Q \text{ caractéristique} = \mathbf{142.8 \text{ l/s}}$$

#### IV.9 Débit de réseau

$$Q \text{ de réseau} = Q \text{ car} * 3600 / 1000$$

$$Q \text{ de réseau} = 515 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### IV.10 Comparaison entre volume nécessaire et volume régularisé

##### IV.10.1 Volume nécessaire

Tableau IV.10 : représente les valeurs de besoin brut

Culture	Olivier	p. terre	Tomate	Blé	Mais	Beoins totaux
besoin (m <sup>3</sup> )	235989.28	64131.1289	64536.4622	57119.0756	337457.013	759232.96

Le nécessaire pour le périmètre est de 759232.96 m<sup>3</sup>. Ce volume est régularisé par la retenue qui dispose d'un volume utile de 835 000 m<sup>3</sup>.

**IV.11 Conclusion**

L'étude qui a été faite au niveau de notre région dans le but de déterminer la formule exacte pour l'estimation de l'évapotranspiration; la connaissance des apports, des pertes d'eau et les besoins en eau des plantes, nous ont permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour les cultures que nous avons proposés précédemment.

## *Chapitre V : Etude L'adduction*

---

## HAPITRE V : ETUDE DU SYSTÈME D'ADDUCTION

### V.1 Introduction

Le présent chapitre a pour but de détailler le système d'adduction du périmètre d'El Abadia, qui sera irrigué à partir de la retenue de Boukali.

Le calcul hydraulique a pour but de dimensionner les conduites en déterminant leurs diamètres tout en respectant les vitesses minimales admissibles et en minimisant les pertes de charge.

### V.2 Variantes d'aménagement du périmètre de Boukali

#### V.2 .A Schéma d'adduction-distribution

Dans notre projet, on présente la variante retenue qui nous semble la plus plausible pour le cas de notre périmètre, et cela vu la situation topographique et foncière du terrain.

Le réseau d'irrigation du périmètre Boukali est de type ramifié. Il a l'architecture suivante :

Le périmètre d'irrigation est situé juste en aval de la retenue collinaire de Boukali. A partir de la chambre des vannes, une conduite principale passe en premier lieu en rive gauche de l'oued Boukali, puis traverse l'oued et alimente l'ensemble du périmètre, jusqu'à un point situé en aval, où la conduite est scindée en deux conduites permettant d'alimenter les parcelles de part et d'autre les rives de l'oued.

Variantes proposées :

**Variante 1** : Etant donné, que le périmètre est situé en aval de la retenue collinaire, et présente une charge importante, la variante retenue est celle du réseau gravitaire sans pompage et donc sans réservoir.

### V.3 Découpage des îlots d'irrigation

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au module.

- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.
- Encaisser les suppressions accidentelles.

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

### **V.3.1 Taille des îlots d'irrigation**

La taille de l'îlot est déterminée en fonction du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

## **V.4 Modalités de desserte de l'eau**

### **V.4.1 Distribution d'eau à la demande**

Dans ce mode chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit à toute heure du jour ou de la nuit.

### **V.4.2 Distribution au tour d'arrosage**

Elle est inspirée du mode de desserte spécifique des réseaux d'irrigation de surface avec réseau collectif constitué de canaux à ciel ouvert dont le débit transité par chaque tertiaire correspond au module d'irrigation.

### **V.4.3 Tour d'arrosage à la borne**

Chacune des bornes représentant le tertiaire dans le réseau de surface, reçoit un débit correspondant au débit fictif continu ce qui constitue alors le module d'irrigation qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne.



Dans notre étude, le réseau a été dimensionné pour une irrigation à la demande, les débits des bornes, des canalisations seront donc calculés en fonction de ce type de demande.

### V.5 Calcul des débits des bornes

$$q_c = q_s * S$$

$q_c$  = Débit caractéristique (l/s)

$q_s$  = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie (ha)

#### V.5.1 Données de base du dimensionnement

Le débit spécifique est évalué **1.19 l/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à **120.00 ha**

### V.6 Choix du diamètre de la borne

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

**Tableau V.1** : Choix de diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	D= 65mm
$8 < Q < 20$ l/s	D= 100mm
$20 < Q < 25$ l/s	D= 150mm
$Q > 25$ l/s	D= 200mm

**Tableau V.2** : Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne

N° d'Ilots	N° de la borne	surface desservi en Ha	debit en m3/s	diamètre de la borne	Nombre de sortie en DN65
1	B1	3,86	0,0011	65	2
2	B2	4,79	0,0014	65	2
3	B3	5,04	0,0014	65	2
4	B4	4,53	0,0013	65	2
5	B5	6,48	0,0018	65	2
6	B6	6,61	0,0019	65	2
7	B7	5,03	0,0014	65	2
8	B8	8,07	0,0023	65	2
9	B9	9,91	0,0028	65	2
10	B10	6,58	0,0019	65	2
11	B11	6	0,0017	65	2
12	B12	6,1	0,0017	65	2
13	B13	5,96	0,0017	65	2
14	B14	3,77	0,0011	65	2
15	B15	7,65	0,0022	65	2
16	B16	6,89	0,0019	65	2
17	B17	5,47	0,0015	65	2
18	B18	6,43	0,0018	65	2
19	B19	7,43	0,0021	65	2

20	B20	4,58	0,0013	65	2
21	B21	5,85	0,001654	65	2
22	B22	5,7	0,001612	65	2
23	B23	4,61	0,001304	65	2
24	B24	5,66	0,001601	65	2
25	B25	6,1	0,001725	65	2
26	B26	5,24	0,001482	65	2
27	B27	5,08	0,001437	65	2
28	B28	5,35	0,001513	65	2
29	B29	4,59	0,001298	65	2
30	B30	1,81	0,000512	65	2
31	B31	2,3	0,00065	65	2
32	B32	3,85	0,001089	65	2

Donc on aura :

- 32 borne d'irrigation avec diamètre d'entrée de 65mm a deux sortie DN65.

### V.7 Tracé du réseau de distribution

Pour le choix du tracé du réseau de distribution, il est impératif de s'assurer de certaines considérations, qu'on résume en :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;

- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses, ainsi que la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procéderons à la liaison, le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau.

## **V.8 Matériaux de construction des canalisations**

### **V.8.1 Choix du matériau des conduites**

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique.

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint.

### **V.8.2 Avantages des canalisations en PEHD**

- Ils supportent des pressions élevées ;
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);
- Ils offrent une bonne flexibilité ;
- Disponible sur le marché.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en PEHD pour les conduites dont le diamètre est inférieur à 400 mm, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 500 mm.

## **V.9 Dimensionnement des canalisations**

Le dimensionnement optimal est une des problématiques auxquelles doit résoudre l'ingénieur. Dans un souci technico-économique, les dimensions des conduites doit répondre aux normes hydrauliques :

### **V.9.1 Vitesse admissible**

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

### **V.9.2 Calcul des diamètres**

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000$$

Avec :

- **Q** : débit, exprimé en m<sup>3</sup>/s ;
- **D**: diamètre exprimé en mm.
- **V** : vitesse économique de l'ordre de 1.25 m/s

### V.9.3 Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, elle est donnée par l'expression suivante :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C$$

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

$Q$  : débit en m<sup>3</sup>/s

$D$  : diamètre de la conduite considérée

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

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

$$J = L \times Q^M / D^N$$

**Tableau V.3** : Les paramètres des pertes de charge

(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

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité  $K=0,1\text{mm}$ , avec les paramètres suivants :  $L=1.2$ ,  $M=1.89$ ,  $N= 5.19$ .

Les résultats de calculs sont donnés dans le tableau N°4 suivant :

Tableau V.4 : Caractéristiques hydrauliques de la conduite principale

Tronçon	Diamètre intérieur calculé (mm) ( V=1,05 m/s)	Diamètre commercial Dext (mm)	Diamètre intérieur Dint (mm)	Vitesse d'écoulement réelle (m/s)	Surface desservi en Ha	Débit en m3/s	Longueur (m)	Perte de charge linéaire (m)	Perte de charges singulières (m)	Perte de charge totale (m)
N1-N2	247	250	220	1,31	177,23	0,0501	102	0,58	0,09	0,66
N2-N3	244	250	220	1,29	173,37	0,0490	200	1,09	0,16	1,25
N3-N4	241	250	220	1,25	168,58	0,0477	196	1,02	0,15	1,17
N4-N5	234	250	220	1,18	159,01	0,0450	227	1,06	0,16	1,22
N5-N6	229	250	220	1,13	152,53	0,0431	193	0,84	0,13	0,96
N6-N7	224	200	176	1,69	145,92	0,0413	749	8,74	1,31	10,05
N7-N8	220	200	176	1,63	140,89	0,0398	276	3,03	0,45	3,48
N8-N9	213	200	176	1,54	132,82	0,0376	309	3,05	0,46	3,51
N9-N10	205	200	176	1,43	122,91	0,0348	229	1,97	0,30	2,27
N10-N11	164	200	176	0,91	78,32	0,0221	110	0,43	0,06	0,49
N11-N12	157	160	141	1,30	71,74	0,0203	205	1,98	0,30	2,28
N12-N13	150	160	141	1,19	65,74	0,0186	188	1,56	0,23	1,79
N13-N14	143	160	141	1,08	59,64	0,0169	132	0,92	0,14	1,06
N14-N15	138	160	141	1,01	55,87	0,0158	126	0,78	0,12	0,90
N15-N16	120	160	141	0,77	42,26	0,0120	207	0,79	0,12	0,91
N16-N17	110	125	110	1,05	35,37	0,0100	95	0,85	0,13	0,98

---

N17-N18	93	110	97	0,97	25,32	0,0072	192	1,78	0,27	2,04
N18-N19	67	75	64	1,15	13,04	0,0037	159	3,33	0,50	3,83
N10-N20	124	125	110	1,32	44,59	0,0126	279	3,77	0,57	4,34
N20-N21	117	125	110	1,19	39,98	0,0113	107	1,19	0,18	1,37
N21-N22	100	110	97	1,12	29,08	0,0082	269	3,18	0,48	3,65
N22-N23	78	75	64	1,58	17,9	0,0051	289	10,57	1,59	12,15
N23-N24	66	63	54	1,57	12,55	0,0035	305	13,68	2,05	15,73
N24-N25	52	63	54	1,00	7,96	0,0023	788	15,86	2,38	18,24
N25-N26	36	63	54	0,48	3,85	0,0011	220	1,23	0,18	1,42



Tableau V.5 : Caractéristiques hydrauliques des conduites secondaires

Tronçon	Diamètre intérieur calculé (mm) ( $V=1,05$ m/s)	Diamètre commercial Dext (mm)	Diamètre intérieur Dint (mm)	Vitesse d'écoulement réelle (m/s)	Surface desservi en Ha	Débit en m <sup>3</sup> /s	Longueur (m)	Perte de charge linéaire (m)	Perte de charges singulières (m)	Perte de charge totale (m)
N2-B1	36	63	53,6	0,48	3,86	0,0011	67	0,38	0,06	0,43
N3-B2	41	63	53,6	0,60	4,79	0,0014	65	0,54	0,08	0,62
N4-B3	42	63	53,6	0,63	5,04	0,0014	80	0,72	0,11	0,83
N4-B4	39	63	53,6	0,57	4,53	0,0013	185	1,38	0,21	1,59
N5-B5	47	63	53,6	0,81	6,48	0,0018	5	0,07	0,01	0,08
N6-B6	48	63	53,6	0,83	6,61	0,0019	50	0,73	0,11	0,83
N7-B7	42	63	53,6	0,63	5,03	0,0014	5	0,04	0,01	0,05
N8-B8	53	63	53,6	1,01	8,07	0,0023	5	0,10	0,02	0,12
N9-B9	58	63	53,6	1,24	9,91	0,0028	5	0,15	0,02	0,17
N11-B10	48	63	53,6	0,83	6,58	0,0019	85	1,22	0,18	1,41
N12-B11	45	63	53,6	0,75	6	0,0017	41	0,50	0,08	0,58
N13-B12	46	63	53,6	0,76	6,1	0,0017	112	1,41	0,21	1,62
N14-B13	36	63	53,6	0,47	3,77	0,0011	162	0,88	0,13	1,01
N15-B14	45	63	53,6	0,75	5,96	0,0017	173	2,09	0,31	2,41
N15-B15	51	63	53,6	0,96	7,65	0,0022	101	1,90	0,28	2,18

N16-B16	49	63	53,6	0,86	6,89	0,0019	188	2,93	0,44	3,37
N17-B17	40	63	53,6	0,57	4,58	0,0013	120	0,91	0,14	1,05
N17-B18	43	63	53,6	0,69	5,47	0,0015	112	1,16	0,17	1,34
N18-B19	45	63	53,6	0,73	5,85	0,0017	170	1,99	0,30	2,29
N18-B20	47	63	53,6	0,81	6,43	0,0018	67	0,93	0,14	1,07
N19-B21	44	63	53,6	0,71	5,7	0,0016	111	1,24	0,19	1,43
N19-B22	50	63	53,6	0,92	7,34	0,0021	116	2,02	0,30	2,33
N20-B23	40	63	53,6	0,58	4,61	0,0013	99	0,76	0,11	0,88
N21-B24	44	63	53,6	0,71	5,66	0,0016	83	0,92	0,14	1,05
N21-B25	42	63	53,6	0,66	5,24	0,0015	105	1,01	0,15	1,16
N22-B26	42	63	53,6	0,64	5,08	0,0014	108	0,99	0,15	1,13
N22-B27	46	63	53,6	0,76	6,1	0,0017	54	0,68	0,10	0,78
N23-B28	43	63	53,6	0,67	5,35	0,0015	36	0,36	0,05	0,41
N24-B29	40	63	53,6	0,58	4,59	0,0013	5	0,04	0,01	0,04
N25-B30	25	63	53,6	0,23	1,81	0,0005	17	0,03	0,00	0,03
N25-B31	28	63	53,6	0,29	2,3	0,0007	42	0,10	0,01	0,11
N26-B32	36	63	53,6	0,48	3,85	0,0011	22	0,12	0,02	0,14

Le tableau V.6 suivant donne les longueurs des conduites par diamètres :

Diamètre en mm	63	75	110	125	160	200	250
Longueur en m	4121	448	461	481	858	110	2481

### V.10 Simulation du réseau par le logiciel EPANET

Après approche du diamètre des canalisations par un calcul hydraulique, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse et les pertes de charge au niveau de la conduite principale et dans chaque partie du réseau de distribution.

Les pertes de charge ont été estimées selon la formule de Darcy Weisbach :

$$J = \frac{\lambda V^2}{D2g}$$

Où V est la vitesse moyenne (m/s) et  $\lambda$  est le coefficient de perte de charge.

Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Les résultats des calculs sont présentés dans la Figure ci-dessous :

**Tableau V.7** : les pressions du chaque nœud aux réseaux distribution

ID Nœud	Altitude (m)	Demande LPS	Charge (m)	Pression (m)
Nœud n2	257	0	274.61	17.61
Nœud n10	230	0	260.29	30.29
Nœud n16	223.5	0	256.12	32.62
Nœud b16	238	1.9	254.58	16.58
Nœud b1	263	1.1	274.61	11.61
Nœud b2	253	1.4	273.58	20.58
Nœud n3	255	0	273.87	18.87
Nœud b6	260	1.9	271.93	11.93
Nœud n6	247	0	271.94	24.94
Nœud b7	250	1.4	265.88	15.88
Nœud n7	255	0	265.94	10.94
Nœud b10	245	1.9	259.34	14.34
Nœud n11	230	0	260.02	30.02
Nœud b11	243	1.7	258.37	15.37
Nœud b12	246.5	1.7	256.95	10.45
Nœud n13	240	0	257.67	17.67

Nœud b14	238	1.1	256.11	18.11
Nœud n15	230	0	256.61	26.61
Nœud b13	220	1.7	256.02	36.02
Nœud b15	217	2.2	255.55	38.55
Nœud n17	224.5	0	255.57	31.07
Nœud b18	241	1.8	254.76	13.76
Nœud b17	213	1.5	254.96	41.96
Nœud b19	208	2.1	252.94	44.94
Nœud n18	224	0	254.58	30.58
Nœud b21	209	1.65	251.95	42.95
Nœud b22	230	1.61	251.96	21.96
Nœud b28	225	1.51	248.71	23.71
Nœud b26	230	1.48	254.06	24.06
Nœud n22	222	0	255.01	33.01
Nœud b27	219	1.44	254.75	35.75
Nœud b25	235	1.73	256.26	21.26
Nœud n21	227	0	256.96	29.96
Nœud b24	225	1.6	256.48	31.48
Nœud b23	240	1.3	257.36	17.36
Nœud n20	230	0	257.75	27.75
Nœud b20	230	1.3	254.32	24.32
Nœud n24	220	0	240.95	20.95
Nœud n25	202.5	0	232.28	29.78
Nœud n26	197.5	0	231.64	34.14
Nœud b32	196	1.09	231.58	35.58
Nœud b30	201.5	0.51	232.27	30.77
Nœud b31	208	0.65	232.23	24.23
Nœud n04	255	0	273.19	18.19
Nœud b5	249	1.8	272.49	23.49
Nœud b8	242	2.3	263.73	21.73
Nœud b9	245	2.8	261.63	16.63
Nœud n12	235	0	258.7	23.7
Nœud n14	240	0	257.07	17.07
Nœud n19	217	0	252.64	35.64
Nœud n23	220	0	248.9	28.9
Nœud b3	258	1.4	272.83	14.83
Nœud b4	258.5	1.3	272.46	13.96
Nœud b29	210	1.3	240.45	30.45
Réservoir 1	260	-50.18	275	15

**Tableau V.8** : Simulation du réseau de distribution (EPANET)

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (lps)	Vitesse (m/s)	Pert.de Charge (m/km)
Tuyau n16-b16	192.3	63	1.9	0.61	8.01
Tuyau n15-b15	100	63	2.2	0.71	10.55
Tuyau n16-n17	94.58	125	9.97	0.81	5.82
Tuyau n24-n25	787.9	63	2.25	0.72	11.01
Tuyau n26-b32	21.09	63	1.09	0.35	2.86
Tuyau n2-n3	199.9	250	49.08	1	3.67
Tuyau n3-n4	195.9	250	47.68	0.97	3.48
Tuyau n4-b5	226.2	250	44.98	0.92	3.11
Tuyau b5-n6	192.5	250	43.18	0.88	2.88
Tuyau n6-n7	735.8	200	41.28	1.31	8.15
Tuyau n7-b8	288.9	200	39.88	1.27	7.63
Tuyau b8-b9	308.6	200	37.58	1.2	6.81
Tuyau b9-n10	228.4	200	34.78	1.11	5.87
Tuyau n10-n11	109.1	200	22.17	0.71	2.49
Tuyau n11-n12	204.8	160	20.27	1.01	6.46
Tuyau n12-n13	187.9	160	18.57	0.92	5.47
Tuyau n13-n14	131.5	160	16.87	0.84	4.55
Tuyau n14-n15	125.2	160	15.17	0.75	3.72
Tuyau n15-n16	206.3	160	11.87	0.59	2.34
Tuyau n17-n18	191.3	110	6.67	0.7	5.17
Tuyau n18-n19	210.9	75	3.27	0.74	9.23
Tuyau n21-n22	269.1	110	7.98	0.84	7.27
Tuyau n22-n23	288.2	75	5.06	1.15	21.21
Tuyau n23-n24	304.2	63	3.55	1.14	26.1
Tuyau n25-n26	222.2	63	1.09	0.35	2.86
Tuyau n4-b3	79.86	63	1.4	0.45	4.54
Tuyau n24-b29	128.9	63	1.3	0.42	3.95
Tuyau n2-b2	67	200	1.1	0.04	0.01
Tuyau n25-b31	42	63	0.65	0.21	1.12
Tuyau n14-b13	162	63	1.7	0.55	6.51
Tuyau n19-b21	110.4	63	1.65	0.53	6.18
Tuyau 10	35.15	63	1.51	0.49	5.24
Tuyau n10-n20	279	125	12.61	1.03	9.1
Tuyau n20-n21	107	125	11.31	0.92	7.39
Tuyau n1-n2	102	250	50.18	1.02	3.83
Tuyau n25-b30	17	63	0.51	0.16	0.73
Tuyau 1	64	63	1.4	0.45	4.54
Tuyau n4-b4	185	63	1.3	0.42	3.96
Tuyau n6-b6	100	200	1.9	0.06	0.03
Tuyau n7-b7	13	63	1.4	0.45	4.54
Tuyau n11-b10	85	63	1.9	0.61	8.01
Tuyau n12-b11	50	63	1.7	0.55	6.51
Tuyau n13-b12	111	63	1.7	0.55	6.51
Tuyau n15-b14	172	63	1.1	0.35	2.91

---

Tuyau n17-b18	112	63	1.8	0.58	7.24
Tuyau n17-b17	119	63	1.5	0.48	5.16
Tuyau n18-b20	67	63	1.3	0.42	3.96
Tuyau n18-b19	170	63	2.1	0.67	9.66
Tuyau n19-b22	115	63	1.61	0.52	5.89
Tuyau n20-b23	99	63	1.3	0.42	3.98
Tuyau n21-b25	105.5	63	1.73	0.55	6.69
Tuyau n21-b24	83	63	1.6	0.51	5.82
Tuyau n22-b27	54	63	1.44	0.46	4.76
Tuyau n22-b26	187	63	1.48	0.48	5.04

### **Discussion des résultats**

D'après les tableaux des pressions obtenus par calculs et par simulation, on remarque que les pressions des bornes sont relativement similaires, la différence est due au choix de la méthode de calcul des pertes de charge. Pour les deux méthodes de calcul, nous avons obtenu des pressions satisfaisantes, généralement supérieures à trois (3) bars, ce qui est suffisant pour la projection d'un réseau d'irrigation que ce soit par aspersion ou par goutte à goutte.

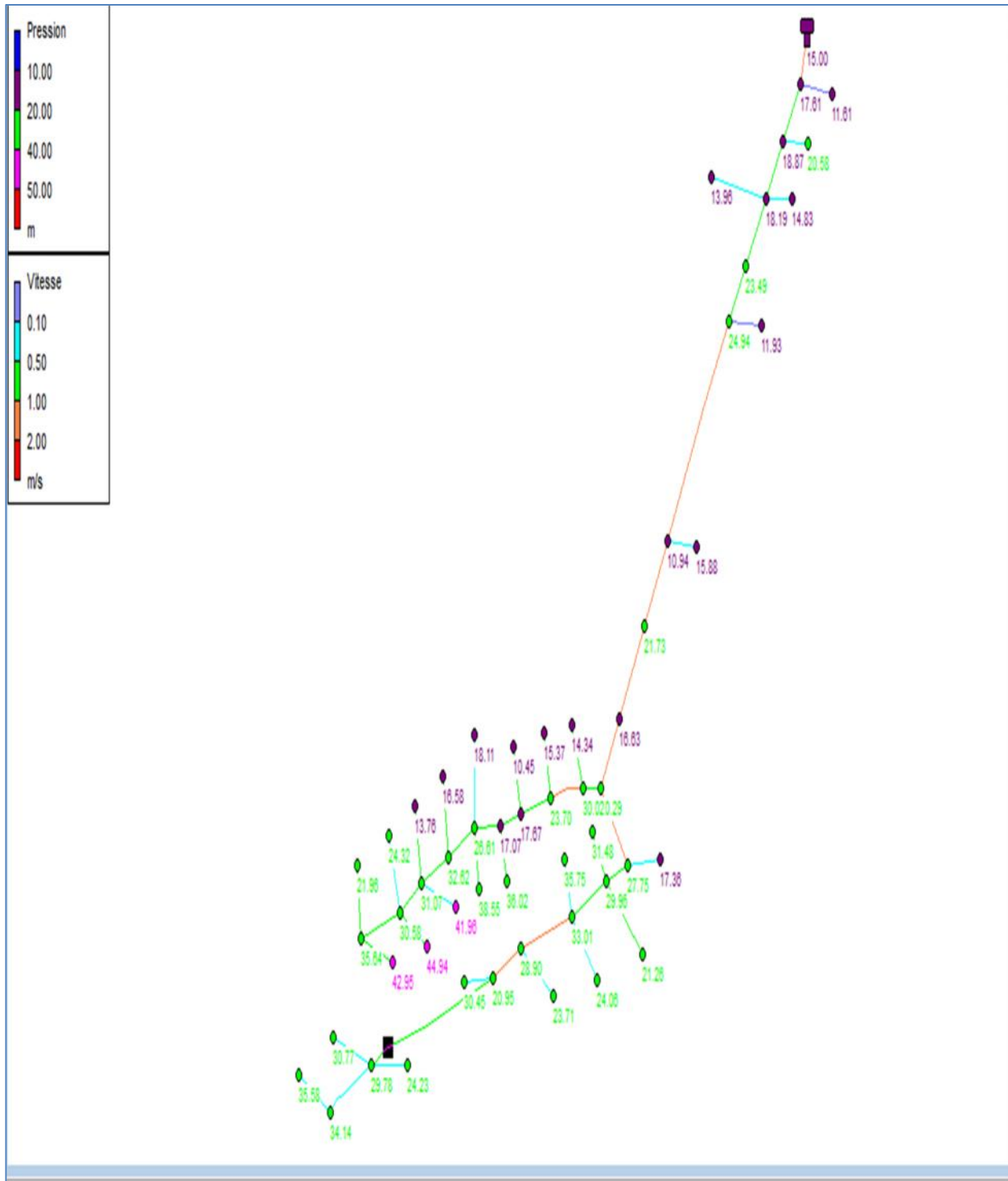


Figure V.1 : Réseau de distribution simulé par EPANET

### **V.11 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé les calculs hydrauliques concernant le système d'adduction du périmètre de Boukali.

Pour la variante retenue dans le projet, nous avons projeté un système d'adduction sans réservoir ni pompage, puisque la retenue est située juste en amont du périmètre qui reste constamment alimenté par cette retenue.

Pour le réseau de distribution, nous avons estimé les diamètres des canalisations en différents points du réseau, en se basant sur deux types de matériaux, la fonte pour les gros diamètres et le PEHD pour les faibles diamètres, et ceci dans le souci d'une réalisation plus économique du système d'adduction de notre périmètre.



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

## Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

### VI .1 Introduction

Pour illustrer les conclusions sur l'étude des performances des exploitations agricoles dans la zone de Boukali, nous nous sommes intéressés à l'utilisation des techniques d'irrigation ainsi que sur la possibilité de moderniser l'irrigation dans ce périmètre.

### VI .2 Différentes techniques d'arrosages

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

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

#### VI .2.1 Irrigation gravitaire

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la distribution de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol, voir figure III-2.



**Figure VI.1** : Irrigation par rigole.

La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité)

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion et infiltration (Tiercelin, 1998).

#### **VI.2.1.1 Arrosage par ruissellement (par planches ou par calant)**

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

#### **VI.2.1.2 Arrosage par infiltration (à la raie)**

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

#### **VI.2.1.3 Arrosage par submersion**

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

#### **VI.2.1.4 Avantages de l'irrigation par gravité**

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

### VI.2.1.5 Inconvénients de l'irrigation par gravité

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

### VI.2.2 Irrigation localisée

Elle consiste à apporter sur une partie du sol seulement (les zones utilisés par la plante au voisinage des racines) par petites doses fréquentes (système goutte à goutte, mini diffuseur) véhiculé par un faible débit (figure 2)



**Figure VI.2:** Parcelle équipée d'un système d'irrigation goutte à goutte.

L'irrigation localisée est actuellement fortement encouragée par les gouvernements des pays du Maghreb par le biais de subventions conséquentes. Mais en raison d'une mauvaise maîtrise de cette technique relativement sophistiquée, les gaspillages d'eau sont très fréquents.

Cette technique demeure toutefois la technique d'irrigation la plus efficace bien adaptée aux cultures à faible enracinement, nécessitant des apports fréquents. Comme le maraîchage, ou des cultures à faible densité de plantation et à forte valeur ajoutée telle que les cultures fruitières.

### VI.2.2.1 Caractéristiques du goutte à goutte

L'installation à la parcelle est entièrement fixe, n'arrose qu'une fraction du sol donc on limite la surface mouillée, de ce fait on limite les pertes par évaporation, on utilise de faibles débits (2 à 12 l/h) avec une faible pression (souvent 1 bar), on met en œuvre des équipements légers, les transferts d'eau sont faciles, donc l'alimentation hydrique des plantes plus régulières, il s'en suit une meilleure efficacité de l'eau d'irrigation. Elle convient bien à l'irrigation fertilisante.

Chaque parcelle doit être équipée d'un réseau composé d'une unité de tête qui est l'élément essentiel de tout réseau d'irrigation localisée. L'installation de tête a pour but de fournir de l'eau propre, éventuellement enrichie et traitée chimiquement, sous une pression régulée, et de la distribuer successivement vers tous les secteurs à irriguer (figure 3).

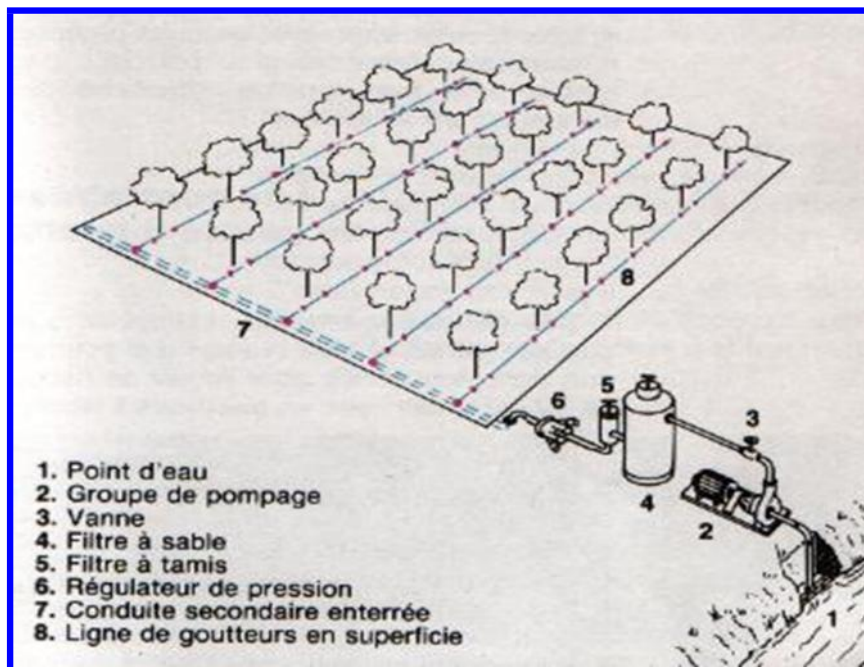


Figure VI.3 : Composantes d'un système d'irrigation localisée.

### VI.2.2.2 Avantages de l'irrigation localisée

Les avantages de cette technique sont :

-L'économie de l'eau importante qui peut atteindre plus de 50% par rapport à l'irrigation à la raie, car les pertes par évaporation sont très faibles, d'autre part la ligne de goutteurs étant en général placée au voisinage immédiat des cultures (au voisinage des racines) ;

- Contrôle précis des quantités d'eau apportées ;
- Pression de fonctionnement très faible ;

- La localisation de l'eau limite le développement des adventices (mauvaises herbes).
- Réduction du tassement du sol et maintien d'une structure favorable.
- Possibilité d'utilisation dans les zones où les autres techniques sont difficiles à appliquer.
- Possibilité d'arrosage sous paillage plastique (fraisier).

### **VI.2.2.3 Inconvénients de l'irrigation localisée**

Des inconvénients majeurs existent et font que cette technique est très peu utilisée dans les pays en voie de développement.

- Coût relativement élevé en investissements, mais rentable à moyen terme.
- Fragilité, voire la mauvaise qualité de certains matériels (vieillessement du plastique, attaque de rongeurs) et les problèmes d'entretien.
- Leur emploi réservé aux cultures pérennes et maraîchères.

### **VI.2.3 L'irrigation par aspersion**

Parmi les techniques d'irrigation utilisées en Algérie, l'irrigation par aspersion est largement répandue dans plusieurs régions du pays. Grâce aux efforts consentis en matière de mobilisation des ressources en eau et aux projets d'aménagements hydro agricoles, l'irrigation par aspersion ne cesse de se développer surtout avec les encouragements financiers pour économiser l'eau d'irrigation. Actuellement, la superficie équipée avec des systèmes d'aspersion est de l'ordre de 132 376 ha, ce qui représente environ 20 % de la superficie totale irrigable. L'irrigation par aspersion est un système d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie artificielle sur le sol, grâce à l'utilisation d'appareil (dits asperseurs) alimentés en eau sous pression (figures 4 et 5).



Figure VI.4 : Irrigation par aspersion

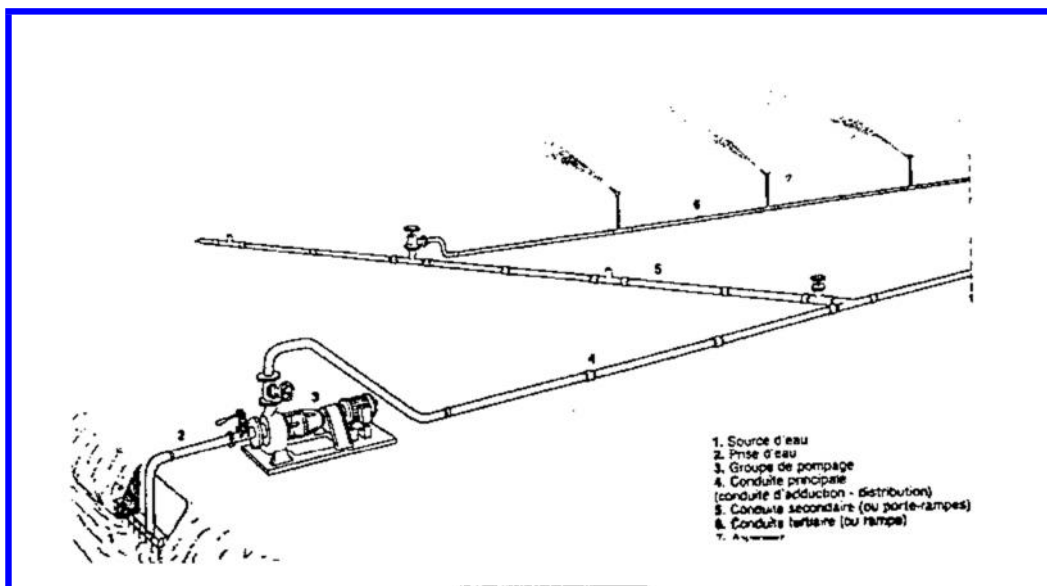


Figure VI.5 : Partie essentielle d'une installation en aspersion.

### VI.2.3.1 Caractéristiques de l'irrigation par aspersion

Cette technique ne nécessite pas de nivellement de la surface irriguée et assure l'aération du sol (oxygénation de l'eau). Elle exige une adaptation de la qualité microbiologique de l'eau, elle est pratiquée sur des parcelles à topographie irrégulière.

Ce mode d'irrigation permet un dosage précis des apports d'eau, donc une économie de l'eau.

### VI.2.3.2 Avantage de l'aspersion

- Elle s'adapte à n'importe quel type de terrain (accidenté, pente nulle .....etc.), elle ne nécessite pas de préparation du sol (planage), donc elle facilite l'exploitation du sol, permet d'irriguer des surfaces importantes, demande peu de mise en œuvre.
- Elle peut être employée quelque soit la nature du sol même si ce dernier sera très perméable.
- Elle permet une oxygénation de l'eau.
- Elle représente 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 anti-gel et fertilisante.

### VI.2.3.3 Les inconvénients de l'aspersion

- Elle nécessite au départ pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement (frais du matériel), mais cet inconvénient n'est pas toujours évident puisque les frais peuvent être compensés par les frais du travail du sol et la rapidité d'arrosage.

- Néanmoins l'aspersion régulière favorise l'apparition de problèmes phytosanitaires en créant un milieu propice aux champignons, insectes et autres maladies. Elle provoque le développement des mauvaises herbes, et favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont fines.

- Elle provoque le tassement progressif du sol, dans les cas les plus dangereux elle peut contribuer à l'érosion du sol. L'aspersion ne s'adapte pas bien à des sols ayant une vitesse d'infiltration inférieure à 3 mm /h.

Dans le cas d'eau chargée, des problèmes peuvent se poser par suite de l'abrasion très rapide des buses d'aspersion.

Les asperseurs sont peu susceptibles de colmatage, néanmoins un minimum de précautions doit être pris avec la buse de petit diamètre.



### VI.3 Choix des techniques d'irrigation

Le choix d'une technique d'irrigation repose sur un ensemble de critères et de contraintes:

- Topographie (pente du terrain, relief, géométrie de la parcelle);
- Ressource en eau (quantité, qualité, débit dont on dispose);
- Nature des cultures;
- Nature du sol (perméabilité);
- Facteurs sociologiques et culturels;
- Facteurs économiques;
- Rentabilité de l'opération. (Hlavec ,1992).

L'évaluation des performances de l'irrigation par aspersion a fait l'objet de plusieurs travaux qui ont abouti aux coefficients développés par Christiansen, caractérisant statistiquement le degré d'uniformité de distribution de l'eau.

Notre étude est effectuée sur le périmètre de Boukali occupé par les cultures (Céréalicultures ; Cultures fourragères ; Maraichages ; Vitucultures).

D'après ce dernier, nous avons opté pour la technique d'irrigation par aspersion de 80% de la surface totale irriguée. Grâce aux efforts consentis en matière de mobilisation des ressources en eau et aux projets d'aménagements hydro - agricoles, l'irrigation par aspersion ne cesse de se développer surtout avec les encouragements financiers destinés à permettre des économies en eau d'irrigation.

**VI.4 Conclusion**

L'irrigation est grande consommatrice d'eau. Elle est nécessaire pour compenser les pertes des plantes et du sol.

Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités correctement calculées et nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées.

Pour le cas de notre étude, nous nous sommes basés sur les techniques d'irrigation modernes telles que l'aspersion et le goutte à goutte qui seront utilisées dans notre périmètre.

***Chapitre VII : Dimensionnement à la  
parcelle***

---

## CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU

### VII.1 INTRODUCTION

L'étude théorique de l'irrigation des parcelles permet de donner une approche théorique concernant la conduite de l'irrigation à la parcelle (à l'aide des calculs de la dose, fréquence, durée d'arrosage) accomplis par le dimensionnement de chaque réseau (pour les deux techniques), on arrivera à la fin à une comparaison technique de résultats théoriques et celle pratiques (obtenue sur terrain).

### VII.2 L'IRRIGATION PAR ASPERSION

L'irrigation par aspersion est un système d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie artificielle sur le sol, grâce à l'utilisation d'appareil (dit asperseurs) alimentés en eau sous pression, Ce mode d'irrigation permet un dosage précis des apports d'eau, donc une économie d'eau.

#### VII.2.1 Caractéristiques de l'aspersion

Cette technique ne nécessite pas de nivellement de la surface irriguée et assure l'aération du sol (oxygénation de l'eau). Elle exige une adaptation de la qualité microbiologique de l'eau, elle est pratiquée sur des parcelles à topographie irrégulière.

#### VII.2.2 Réseaux de l'aspersion

Les réseaux d'irrigation par aspersion, sont plutôt ramifiés que maillés car moins coûteux, les réseaux maillés sont adaptés en AEP pour pallier aux coupures d'eau, alors en irrigation on peut tolérer jusqu'à 48 heures au maximum.

Le sens de circulation de l'eau dans la conduite est donc toujours le même, ce qui nous permet de choisir l'amont (tête de réseau) et l'aval.

##### VII.2.2.1 Structure d'un réseau d'aspersion

Le réseau d'irrigation par aspersion est un réseau de distribution d'eau caractérisée par une structure de canalisations sous pression, enterrée alimentant un ensemble de bornes d'irrigation sur les quelles se greffent les installations mobiles d'irrigation par aspersion, la fonction d'un réseau d'irrigation est principalement agro économique.

### VII.2.2.1.A borne d'irrigation

Les réseaux mobiles sont branchés sur des bornes d'irrigation piquées sur les conduites de distribution, une borne peut être munie d'une prise voir plus.

### VII.2.2.1.B La tuyauterie

#### 1) Canalisation principale

Elle est généralement enterrée pour des diamètres de plus de 100 mm et peut être constituée de métaux différents : fonte, acier, béton (pour les gros diamètres) ou les matières plastiques (PVC, PE), de nos jours les conduites en fonte et en PVC sont les plus utilisées.

#### 2) Les porte-rampes

Ils sont en général superficiels et mobiles, ils sont installés souvent pour la durée de la campagne d'irrigation, ils sont en matières différents (acier galvanisé, en alliage léger, en PE et PVC), ils sont équipés de rampes, les diamètres les plus utilisés:

Aluminium, et alliage, 2", 3", 3"1/2, 4", 5", 6" .

Acier galvanisé, 50mm, 70mm, 85mm.

#### 3) Les rampes

Ce sont des tuyaux légers qui portent les asperseurs, (ils sont superficiels, de PVC, PE, Aluminium). L'assemblage des conduites réalisées par des emboîtements auto étanches, emboîtement à vis et des raccords ou joint brisés.

### VII.2.2.1.C les accessoires

#### 1) Coude et tés

Ils permettent de donner la forme géométrique voulue à l'installation des rampes ou le diamètre, 76/98, 76/102, 102/76, 76/50.

#### 2) Vanne et robinet vannes (hydrant)

Elle permet la mise en eau et la coupure du réseau, ou asperseur.

#### 3) les tuyaux allongés

Ils servent à élever les asperseurs dans le cas de l'arrosage des cultures hautes (maïs).

#### 4) les stabilisateurs et trépieds

Ils permettent d'éviter la rotation des canalisations et de tenir droit les arroseurs.

#### 4) les bouchons et les éléments d'assemblage ;

Ils servent à obstruer l'extrémité des canalisations, les éléments d'assemblages, assurent le raccordement des conduites usinées.

Raccords rapides il existe de nombreux systèmes permettant en montage ou démontage presque instantané, ces raccords doivent de plus assuré une bonne étanchéité et un accrochage sur les éléments les uns aux autres.

#### **VII.2.2.1.D La pompe**

On utilise en général les pompes centrifuges (fonctionnement facile et moins encombrant). Le choix de la pompe dépend du débit à assurer et la hauteur manométrique de fonctionnement.

#### **VII.2.3 Les appareils d'aspersion**

Leur rôle est de répartir l'eau d'irrigation sur le sol sous forme de pluies, le plus uniformément possible. La transformation du jet en goutte peut s'obtenir de différentes façons :

- Jet libre ou la dispersion s'obtient simplement par effet aérodynamique, sur la veine liquide.
- Jet éclaté en permanence : le jet se heurte à un obstacle fixé qui le fait éclater.
- Jet éclaté par intermittence : un obstacle mobile provoque l'éclatement périodique du jet.

##### **VII.2.3.1 les arroseurs à bras oscillants 1 ou 2 jet**

Cet appareil, souvent appelé simplement asperseur est de type variable ou le plus fréquent employé étant un appareil d'encombrement réduit et fixé sur les canalisations mobiles ou monté sur un support lui-même relié par un tuyau souple à la canalisation, ces appareils peuvent fonctionner en basse et moyenne pression. L'eau arrive à travers une buse dont le diamètre varie de 4 à 7 mm pour un asperseur mono buse, avec possibilité d'augmenter le nombre de buses (à deux buses). La pluviométrie horaire d'aspersion varie de 3 à 15 mm/h parfois jusqu'à 20 mm/h, la portée de l'asperseur varie de 10 à 20 m la pression varie de 2 à 4 bars.

Les asperseurs arrosent généralement une aire circulaire dite station, ces stations doivent se recouper pour que l'arrosage soit régulier. Les arroseurs à deux buses assurent une meilleure répartition de l'eau mais à égalité de débit et de pression leur portée est plus faible que celle du même arroseur équipé d'une seule buse.

### VII.2.3.2 Les canons

Appareil à jet unique fonctionnent à des pressions suffisamment élevées (7 à 30 bars) ce qui accroît la dépense d'énergie.

Le diamètre de l'ajutage varie de 9 à 16 mm, et de 25 à 30 mm et de portée de 20 à 25m, et de 60 à 80m, les débits varient de 3 à 20 l/s.

La répartition automatique de l'eau est assurée par la rotation de ce dernier autour de son axe vertical, elle peut effectuer un tour complet soit par oscillation et provoquer la réaction du jet soit par une turbine.

Le canon est utilisé sur un système mobile ou fixé, Il permet d'être associé à un enrouleur, on distingue : 10 à 30 m<sup>3</sup>/h, et 60 à 270 m<sup>3</sup>/h.

### VII.2.3.3 Les pivots fixés ou déplaçables

C'est un appareil d'irrigation automatique arrosant un cercle ou une portion de cercle, de façon à se déplacer et arroser de grands champs à partir d'une pompe ou d'un puits, ils est relativement coûteux, mais les frais de main d'œuvre durant la saison sont faible, il convient aux grands champs relativement plats.

### VII.2.3.4 L'enrouleur

C'est le matériel d'irrigation par aspersion le plus utilisé en France.

L'enrouleur se compose essentiellement :

- D'un asperseur, canon d'arrosage le plus souvent monté sur un support à roue, parfois un traîneau.
- D'un flexible d'alimentation de l'asperseur en PE de diamètre et longueur variable.
- d'une bobine d'enroulement du flexible, fixé ou montée sur treuille.
- d'un moteur hydraulique (piston, turbine) assurant la rotation de la bobine d'enroulement.

### VII.2.3.5 Rampe fixée

Elles sont constituées de ligne de tuyaux percées de trous de faible diamètre (ordre du mm), la mise en pression du tuyau provoque la formation de petits jets très fins, les orifices sont distribué sur plusieurs génératrices à fin de varier l'angle de tir, la portée, pour répartir convenablement l'eau sur la bande du sol.

### **VII.2.3.6 Rampes perforées oscillantes**

Dans ces rampes, les orifices sont distribués sur la même génératrice, le balayage de la bande à arroser s'effectue par l'oscillation de la rampe autour de son axe, cette oscillation fait varier l'angle de tir, le jet donc la portée.

### **VII.2.4 Différentes installations a la parcelle**

Sur le plan très général, deux solutions, extrêmes peuvent être envisagées :

-l'installation totalement fixée, et l'installation totalement mobile.

Dans l'installation fixée, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont déplacés de façon, permanente, ce qui limite une main d'œuvre, mais occasionne des investissements, très élevés.

Dans les installations totalement mobiles, tout le matériel peut être déplacé d'un endroit, à un autre, ce qui réduit fortement les frais d'installations.

#### **VII.2.4.1 Couverture totale (quadrillage total)**

Ce dispositif découle du précédent, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toutes les tuyauteries, celles-ci restent en place durant toute la saison d'arrosage. Alors seuls les asperseurs se déplaceront, ici chaque rampe comporte un asperseur et forme une rampe fictive, ce qui permet de réduire le diamètre de la rampe. Les seules interventions intéressantes dans le déplacement des arroseurs après l'application de la dose d'arrosage à un poste considéré.

#### **VII.2.4.2 Couverture intégrale**

La parcelle à arroser est entièrement couverte par des tuyaux et des arroseurs à poste fixé, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

Pour les petits arroseurs il peut arriver que les asperseurs travaillent en même temps.

### **VII.2.5 Dispositifs d'installation**

Pour avoir une bonne répartition de l'eau acquise par le recoupement du jet obtenue, on peut jouer sur la géométrie des installations, qui est de trois types :

#### **VII.2.5.1 Dispositif en carré (asperseur au sommet des carrés)**

Les asperseurs sont disposés, simultanément ou par poste successifs aux sommets d'un quadrillage régulier dont la longueur du côté dépend du pourcentage de recoupement choisi.



Il est admis que si R est la portée du jet, on fixe l'asperseur à  $R \sqrt{2}$ . Les espacements les plus couramment rencontrés sont : 6x6, 12x12, 18x18, 24x24.

### VII.2.5.2 Le dispositif en triangle

Le dispositif théorique le meilleur est celui du triangle équilatéral, dans ce cas si l'espacement entre asperseur sur une même rampe est E, la distance entre deux rampes  $R \sqrt{2}$ .

### VII.2.5.3 Dispositif en rectangle

Il s'agit-là d'un dispositif assez irrationnel en soit en raison de la variabilité systématique de la pluviométrie entraînés par une distribution équilibrée des arroseurs. Dans un tel dispositif, l'espacement des appareils sur la rampe est inférieur à celui entre rampe.

De tels systèmes sont quelque fait employés dans des régions à vents dominants, les rampes étant disposés perpendiculairement à la direction du vent, l'effet du vent sur le jet rétablissant une certaine uniformité de la répartition de l'eau.

Les dispositifs les plus courantes sont du type  $L=1,3$  à  $1,5 E$  avec L : espacement entre rampe et E: espacement entre asperseur sur la rampe.

### VII.2.6 Les conditions d'arrosage

Elles dépendent de plusieurs facteurs :

- type de structure et perméabilité du sol (pluviométrie horaire, topographie).
  - forme et dimensions des parcelles de l'exploitation.
  - La géométrie d'implantation et les conditions et fréquence du vent, les besoins en eau, la fréquence et qualité d'arrosage (pluviométrie, uniformité).
  - Le type de cultures (herbacées, en ligne, arbustive, ..).
  - Le type d'irrigation choisi, le prix de l'énergie.
  - La disponibilité en main d'œuvre de l'exploitation.
  - Le prix des matériels, le rendement et le rapport de cultures,
- Les conditions d'installation (système fixé et mobile).  
La pression et la quantité d'eau disponible et  
Certaines conditions particulières (fertilisations, antigel).

### VII.2.7 Performances des asperseurs

Le débit, la portée et la surface arrosée, la pluviométrie horaire, la granulométrie du jet.

**A) Débit** en (m<sup>3</sup>/h) selon le type d'appareil, il varie de 0,1 à 200 m<sup>3</sup>/h. Pour une même buse, le débit d'asperseur augmente avec la pression ou la portée commence à augmenter puis diminue avec la pression.

**B) la portée du jet** (distance de l'appareil au point du rayon arrosé). Elle peut être exprimée quel que soit la forme du diamètre d'arroseur où le diamètre varie de 1 à 50 mm.

La portée R permet de définir la surface circulaire arrosée S par l'appareil, pour les petits asperseurs le jet varie de 6m à 20 m.

#### C) Pluviométrie horaire

Elle est exprimée comme suit :

$$\text{Où } p = \left( \frac{1000 * Q}{S} \right)$$

P : pluviométrie horaire (mm/h)

Q : débit d'appareil (m<sup>3</sup>/h).

S : surface circulaire couverte par l'appareil en m<sup>2</sup>.

P : peut varier de quelques mm/h à plusieurs dizaines de mm/h suivant les appareils (elle varie souvent de 2 à 15 mm/h).

La vitesse d'arrosage (pluviométrie horaire) dépend essentiellement de la nature du sol, de la couverture végétale, et de la topographie.

Tableau VII.1 vitesses d'infiltration pour chaque type de sol.

Nature de sol	Vitesse d'arrosage mm/h
Sable	50
Limon sableux	25
Limons	15
Argiles	5

#### VII.2.7.1 Choix de l'arroseur

Dépend des plusieurs facteurs.

##### Débit d'asperseur

$$Q = \frac{D * I}{T * 1000}$$

Où :

D : la dose en mm,

I : surface de l'implantation (du quadrillage) (m<sup>2</sup>)

T : temps par position covenant le mieux à l'irrigation, la durée d'arrosage.

Q : le débit par arroseur en (m<sup>3</sup>/h.).

Durée d'arrosage

$$T_A = \frac{D}{P}$$

Où

D : dose d'arrosage

P : pluviométrie horaire en mm/h

T<sub>A</sub> : temps d'arrosage.

Q ; débit de l'asperseur

a : écartement des asperseur sur la rampe

b : espacement entre les rampes

### VII.2.7.2 L'uniformité d'arrosage

L'uniformité d'arrosage ne peut être assurée que moyennant le recouvrement des cercles (station) arrosés par les asperseurs voisins.

Pour un type d'appareil, équipé d'une buse déterminée et fonctionnant à une pression bien définie, on caractérise l'uniformité par la détermination d'un coefficient d'uniformité. Ce coefficient est calculé pour diverses implantation, de l'appareil par exemple (18 x18, 18x 24, 24x24), (en carre, rectangle, triangle) ou encore diverse largeurs de la bande arrosés.

Quand les cercles arrosés se recourent la pluviométrie résultante est en chaque élément de surface égale à la somme des pluviométries apportées par les asperseurs qui couvre cet élément.

Selon Christiansen

$$C_U = 100 * \left( 1 - \frac{\sum (h_m - h_i)}{n * n_m} \right)$$

h<sub>i</sub> : pluviométrie enregistré sur une petit élément Si.

h<sub>m</sub> : précipitation moyenne des h<sub>i</sub>.

h<sub>m</sub> = (∑h<sub>i</sub>)/n.

## VII.2.8 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION

### Données générales

**-Choix de la culture** : étant donné les cultures mises en places et très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation de la pomme de terre par aspersion. En effet, la pomme de terre est cultivée d'une manière très extensive, l'irrigation par aspersion peut contribuer à augmenter les rendements de cette culture dans la wilaya de Ain Defla

**-Choix de l'ilot** : l'ilot choisi pour l'arrosage par aspersion est l'ilot N°2 d'une superficie de 4.79 ha, et choisi la sous-parcelle située dans la rive gauche. Cet ilot dispose d'une pression aux bornes de 5 bars.

**-Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.

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

**Besoins en de pointes** : 166.75 mm

**Perméabilité du sol** : le sol est de type limoneux-argileux avec une perméabilité estimée de :  $K = 7 \text{ mm/h}$ .

**Dose pratique** : RFU : elle est calculée comme suit :

$$\text{RFU} = Y (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \cdot \text{Da} \cdot Z$$

Y : degré de tarissement : égal à 2/3 ;

Da : densité apparente : égale à 1.1

Z : profondeur d'enracinement mm (70 cm pour le blé)

Hcc : humidité à la capacité au champ (26%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (17%).

$$\text{RFU} = 46.43$$

### VII.2.8.1 Dimensionnement théorique

#### VII.2.8.1.1 Le diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol  $K = 7 \text{ mm/h}$ .

On pose  $p \leq k$  tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation 29 :

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04}$$

$$\text{D'où : } d = \frac{7 \cdot 1,04}{1,5} = 4,85 \text{ m}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT , le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

### VII.2.8.1.2 La portée du jet (L)

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

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25}$$

Ou  $d$  : diamètre de la buse (mm)

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

$$L = 3 \cdot 4,80^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 15,38 \text{ m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue (voir annexe I), pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression minimale de 3 bars (fixé au niveau de l borne) la portée calculée est de 15,4m.

### VII.2.8.1.3 Ecartements entre les rampes et arroseurs

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

$E_l$  :entre les lignes d'arrosage : 1,3 (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

$E_a$  :entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h). Notre zone d'étude présente des vitesses pour des de vents faibles de l'ordre de 2,45 m/s = 8.6 Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1,30 \cdot 15,4 = 19,99m$$

$$E_a = 0,8 \cdot 15,4 = 12,31m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements.

$E_l=18$ m,  $E_a=12$ m.

### VII.2.8.1.4 Débit de l'asperseur

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,80 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0.0004 m^3 / s$$

Avec : q débit de l'asperseur (m<sup>3</sup>/s).

#### VII.2.8.1.5 Vérification de la pluviométrie de la buse

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

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a}$$

$$D'où p = \frac{1,5}{18 \cdot 12} = 6.95 mm/h$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie  $P \leq K = 7 mm/h$ .

Le temps T pour donner une dose par un asperseur sans dépasser la capacité d'infiltration se calcule d'après la relation suivante :

$$T = \frac{dose}{p}$$

tel que:

#### VII.2.8.1.6 La dose d'irrigation

$$Dose = RFU / 0.75$$

$$Dose = 46.43 / 0.75 = 61.90 \text{ mm}$$

$$P = 7 \text{ mm/h d'où}$$

$$T = \frac{61.91}{7} = 8.84 \text{ heures}$$

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un 18 h

#### VII.2.8.1.7 Nombre d'irrigation par mois

Le nombre d'irrigation par mois se calcule comme suit :

$$\text{Nbre d'irrigation par mois} = \frac{\text{besoins nets}}{\text{Dose - nette}} = 166.75 / 46.43 = 3.95$$

Dans ce cas, on irrigue 4 fois par mois, c'est à dire chaque semaine.

**VII.2.8.1.8 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois**

$V = \text{nbre de position par jour} * \text{nbre d'irrigation par mois} * \text{Dose} * E_a * E_l$

$$V = (2 * 25 * 61.90 * 12 * 18) / 1000 = 668.61 \text{ m}^3$$

**VII.2.8.1.9 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle**

$V_t = \text{besoins mensuelle en eau} * \text{surface}$

$$V_t = 166.75 / 1000 * 220 * 130 = 4769.0 \text{ m}^3$$

**VII.2.8.1.10 Nombre d'asperseur fonctionnant simultanément**

$$N_{\text{asp}} = V_t / V_{\text{asp}} = 4769 / 668.61 = 7.13 = 8 \text{ asperseurs}$$

**VII.2.8.1.11 Nombre de position des rampes**

$$N_r = \frac{L_r}{E_l} = \frac{220}{18} \approx 12$$

$L_r$ : longueur du terrain = 220 m,

$E$  : espacement entre les rampe = 18m.

Le nombre de poste égale à 12 postes.

**VII.2.8.2 Dimensionnement hydraulique des rampes**

Calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée généralement par une formule de type Manning :

$$j = a \frac{Q^b}{D^c}$$

Avec :  $j$  : perte de charge unitaire en m/m

$Q$  : débit en m<sup>3</sup>/s.

$D$  : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

$$a = 10.294 \text{ n}^2 ; \quad b = 2 ; \quad c = 5.333$$

Soit une rampe équipée de  $m$  asperseurs, implantés à un écartement  $E$ , avec un asperseur disposé à une distance  $E$  du début de la rampe.

L'estimation des pertes de charge totale dans la rampe peut être estimée par deux méthodes :

**VII.2.8.2.A La méthode itérative**

$$\Delta H = \left[ \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire  $j$  provoquée par le débit  $Q$  entrant dans la rampe de diamètre  $D$ .

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe  $L_f$ , par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire  $j$  pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = j \cdot L_f$$

Soit  $F_c$  le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui s'écrira :

$$F_c = \frac{1}{m^{b+1}} \sum_{i=1}^m i^b$$

Cette équation peut être remplacée par une bonne approximation qui s'écrit

$$F_c = \frac{1}{b+1} + \frac{1}{2 \cdot m} + \frac{\sqrt{b-1}}{6 \cdot m^2}$$

Dans notre cas le premier asperseur d'une rampe va être disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement  $E$ . le rapport  $L_f/L_r$  vaudra

$$F_m = \frac{F_c - \frac{1}{2 \cdot m}}{1 - \frac{1}{2 \cdot m}}$$

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

**VII.2.8.2.B La méthode basée sur les vitesses dans la rampe****Longueur de la rampe**

$$L = \text{longueur de terrain} / 2 - Ea/2 = 130/2 - 12/2 = 59 \text{ m.}$$

**Nombre d'asperseur par rampe**

$$N_{\text{asp} / \text{rampe}} = \text{longueur de la rampe} / Ea = (59 / 12) + 1 = 6 \text{ asperseurs.}$$

**Nombre de rampes qui travaillent en même temps**

$$N_{r_w} = N_{\text{ach}} / (\text{nbr asp} / \text{rampe}) = 8/6 = 2 \text{ rampes}$$

On travaille avec deux (2) rampes.



-Calcul du débit de rampe = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe.

Le débit de la rampe =  $1,50 \times 6 = 9.0 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Donc le débit d'installation égale à  $9 \times 2 = 18.01 \text{ m}^3/\text{h}$  (5.0/s).

### Nombre de position de la rampe

N position = (largeur de terrain / El)\*2 = 12 positions

El : espacement entre les rampes

### Diamètre de la rampe

-Diamètre de la rampe :  $D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi.V}}$

Avec  $V$  : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

Ou :  $V \leq V_{ADM}$  ;  $V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$

On suppose que  $V = 1.25 \text{ m/s}$  et on calcule  $D_R$

$$D_R = \sqrt{\frac{4.2.5.10^{-3}}{\pi.1.25}} = 0,05048 \text{ m} = 50.48 \text{ mm},$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants : 50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

Le diamètre normalisé ( $D_R = 75 \text{ mm}$ ).

La nouvelle vitesse sera

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 2.5 * 10^{-3}}{\pi * (75 * 10^{-3})^2} = 2.5 \text{ m/s} \text{ Ce qui est conforme.}$$

### VII.2.8.3 Dimensionnement du Porte-rampe

La longueur de la conduite d'approche est calculée par :

$$L_r = 220 - 18/2 = 211 \text{ m}$$

$Q_{rampe} = Q_{asp} * n_{asp}/rampe * N_{rampe}$   $Q = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$

Ou :  $V \leq V_{ADM}$  ;  $V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$

On suppose que  $V = 1.5 \text{ m/s}$  et on calcule  $D_R$

$$D_R = \sqrt{\frac{4.5.10^{-3}}{\pi.1.25}} = 0,071 \text{ m} = 71 \text{ mm},$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_R = 75 \text{ mm}$ ).

Cependant, les pertes de charges dépassent les normes de Christiansen ( $H_t > 6.6$  m).

On prend donc un diamètre normalisé du porte rampe de 110 mm.

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 5.25m et 0.67 m pour le porte rampe.

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 5. * 10^{-3}}{\pi * (110 * 10^{-3})^2} = 0.63 \text{ m/s}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant

Tableau VII.2 : Résultat de calcul pratique d'aspersion

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	211	59
Diamètre (mm)	110	75
Débit (m <sup>3</sup> /h)	18.0	9.0
Vitesse réelle (m/s)	0.63	0.56
Perte de charge totale (m)	1.43	0.93

$\Delta H_t = 1.43 + 0.93 = 2.36$  m de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

#### VII.2.8.4 Calcul de la pression à la tête de la parcelle

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H2 : perte de charge totale de la rampe

H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H = 30 + 2.36 + 0 = 32.4 \text{ 0m.}$$

P=3,3 bar, ce qui est suffisant et disponible pour la borne d'irrigation de notre ilot.

### VII.3 L'IRRIGATION LOCALISEE

La micro-irrigation, nom donnée à l'irrigation localisée sur le plan international consiste à apporter sur une partie du sol seulement (les zone utilisée par la plante au voisinage des racines) par petits doses fréquentes (système goutte à goutte, min diffuseur, véhiculé par un faible débit.

#### VII.3.1 Caractéristiques de goutte à goutte

L'installation à la parcelle est entièrement fixée, n'arrose qu'une fraction du sol donc on limite la surface mouillée, de ce fait on limite les pertes par évaporation, on utilise de faibles débits (2 à 12 l/h ) avec une faible pression souvent 1 bar.

#### VII.3.1 Données générales

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle de l'ilot N°23 alimenté par la borne N°23 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.0 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 4.6 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

#### Culture maraichères: Tomate

- Espacement entre arbres : 1 m
- Espacements entre rangs : 1 m

#### Caractéristiques du goutteur

- Débit nominal : 2l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 1 m
- Le nombre de goutteurs par plant : 1
- Besoins en eau (ETM) maximaux : 187 (Mois de Juin)

#### VII.3.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

##### VII.3.2.1 Influence du taux de couverture du sol

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

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

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

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s)$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% , donc :

$K_r = 0.71$  selon Keller et Karmeli

$K_r = 0.80$  selon Freeman et Garzoli

On prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

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

$$B_{ji} = 6.23 \cdot 0.8 = 4.99 \text{ mm/j}$$

### VII.3.2.2 Dose nette pratique

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

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

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

Tel que :  $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ (26%)

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (17%)

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

$Z$  : profondeur d'enracinement en (1000 mm)

$P$  : Pourcentage du sol humidifié

$$\text{RFU} = 66 \text{ mm}$$

$$P\% = \frac{n \cdot \text{Spd} \cdot \text{Sh}}{\text{Sa} \cdot \text{Sr}}$$

$P$  : Volume du sol humidifié

$N$  : Nombre de point de distribution par arbre

$S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même plant (1m).

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée (0.5 m)

$S_r$  : Ecartement entre rangs (1m)

$S_a$  : espacement des arbres sur les rangs

$$P = 50\%$$

Donc :

$$D_p = 33 \text{ mm}$$

### VII.3.2.3 Calcul de la dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_p}{Cu * eff} = \frac{33}{0.9 * 0.9} = 40.70 \text{ mm /mois}$$

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

$Eff$  : efficience du réseau d'irrigation  $Eff=90\%$

### VII.3.2.4 Fréquence des arrosages

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{Dose \ nette}{B_{jl}} = \frac{33}{4.99} = 6.61$$

Donc on prend  $Fr = 7$  jours.

Donc on irrigue chaque semaine.

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$D_r = 7 * 4.99 = 34.90 \text{ mm}$$

Et la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_r}{Cu * eff} = \frac{34.90}{0.9 * 0.9} = 43.10 \text{ mm}$$

### VII.3.2.5 Durée d'arrosage par mois

$$= \frac{D_n * S_a * S_r}{n * qg} = \frac{43.10 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot 2} = 21.55 \text{ heures/mois}$$

### VII.3.2.6 Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{durée \ d'arrosage}{Fr} = \frac{21.55}{7} = 3 \text{ heures/jour}$$

### VII.3.2.7 Nombre de poste

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{3} = 6 \text{ postes}$$

### VII.3.2.8 Surface du poste

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{3.77}{6} = 0.5 \text{ ha}$$

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

## VII.3.3 Calculs hydrauliques

### VII.3.3.1 Conditions hydrauliques de base

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

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

La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$  avec  $x=0.5$  (caractéristique du goutteur)

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

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

$H(n)$  pression nominal

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

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

### VII.3.3.2 Le débit

$$Q_r = Q_g \cdot N_r$$

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

Avec:

.  $Q_r$  : Débit de rampe

.  $Q_g$ : Débit du goutteur

.  $N_g/r$  : Nombre des goutteurs par rampe.  $N_r$  : Nombre des rampes

$Q_{pr}$ : Débit de porte rampe

La longueur de la rampe: 106 m

La longueur de la porte rampe: 170m

La longueur de la conduite secondaire : 30m

**VII.3.3.3 Le nombre d'arbres par rampe**

$N_{\text{arbres}} = L_r/E_r = 106/1 = 106$  plants

**VII.3.3.4 Nombre des goutteurs par rampe:**

$N = N_{\text{plants}} * n = 106 * 1 = 106$  goutteurs

**VII.3.3.5 Le nombre des rampes**

$N_r = L_{pr}/E_r = 170/1 = 170$  rampes

**VII.3.3.6 Débit de la rampe**

$Q_r = N_g * Q_g$

$Q_r = 2 * 106 = 212$  l/h

**VII.3.3.7 Débit de la porte rampe**

$Q_{pr} = Q_r * N_r = 212 * 170 = 36040$  l/h

**VII.3.3.8 Nombre de porte rampe**

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

**VII.3.3.9 Débit de la conduite secondaire**

$Q_{csI} = Q_{pr} * N_{pr} = 36040 * 1 = 36040$  l/h

**VII.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.

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

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

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

Avec :

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

### VII.3.4.1 Calcul de la rampe

#### VII.3.4.1.1 Débit de la rampe

Le débit d'une rampe est donné par la relation:  $Q_R = N_G \cdot Q_G$

#### VII.3.4.1.2 Le diamètre

$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$  On suppose que :  $V = 1$  m/s.

#### VII.3.4.1.3 la Vitesse

$V = 4 \cdot Q / \pi \cdot D_r^2$ .

#### VII.3.4.1.4 La perte de charge

$$J = \left( \frac{8}{2.75} \cdot 10^{-4} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \right) \cdot L$$

Telle que : J : Perte de charge totale (m)

D : Diamètre de la rampe (m)

Q : Débit de la rampe (m<sup>3</sup>/s)

L : Longueur de la rampe. (m)

Le résultat représenté dans le tableau suivant :

- Tableau VII.3 : Résultats de dimensionnement de la rampe

Culture	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m) P. charge linéaire	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse ( m/s)	ΔHcal (m)
Tomate	106	1	212	1.2	12.79	16	0.293	<b>0.15</b>

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).

### VII.3.4.2 Calcul du porte-rampe

#### VII.3.4.2.1 Débit du porte-rampe

Le débit d'un porte- rampe est calculé par la relation

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R.$$

#### VII.3.4.2.2 Le diamètre :

$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$  On suppose que :  $V = 1$  m/s.

Le résultat représenté dans le tableau suivant :



Tableau VII.4 : Résultats de dimensionnement de la port-rampe

Culture	L <sub>pr</sub> (m)	Nr	Q <sub>pr</sub> (l/h)	h <sub>pr</sub> (m)	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>n</sub> (mm)	Vitesse (m/s)	h <sub>cal</sub> (m)
tomate	170	170	36040	0.6	108.4	110	0.60	0.354

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (h<sub>pr</sub> max).

### VIII.3.4.3 Vérification des pertes de charges

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

La perte de charge unitaire

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75}$$

La perte de charge le long de la conduite en (m)

$$j = \frac{L}{2.75} \cdot i$$

Ou :

L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

D'après les deux tableaux (tableau VII.3 et tableau VII.2) précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

### VII.3.4.4 Calcul des diamètres des conduites secondaires

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.25 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

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

V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VII.5 : Résultats des calculs des diamètres des conduites secondaires

Culture	L(m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V supposée (m/s)	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>n</sub> (mm)	V <sub>cal</sub> (m/s)	h <sub>cal</sub> (m)
Tomate	30	0.0038	1.25	101	110	1.275	0.005

**VII.4 CONCLUSION**

Dans ce chapitre, il est question de l'étude du dimensionnement à la parcelle, deux systèmes ont été étudiés l'aspersion et le goutte à goutte.

Pour ce qui est du réseau d'irrigation par aspersion, deux contraintes doivent être prises en compte : la perméabilité du sol et la vitesse du vent.

Pour l'irrigation localisée (goutte à goutte), le dimensionnement prend en considération des facteurs agronomiques et hydrauliques. Dans notre thèse, nous avons étudié l'irrigation goutte à goutte d'une parcelle de tomates.

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

---

## Chapitre VIII : Organisation du chantier

### VIII.1 Introduction

L'organisation de chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moindres nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter, ces travaux sont les opérations concourantes à la construction, la réparation, l'entretien ou la démolition d'un édifice (construction, bâtisse) de nature hydraulique ou du génie civil.

Les terrassements forment la partie principale d'un grand nombre de travaux. Notamment la construction de voies de communication, des travaux des ports, en plus l'exécution des ouvrages d'art et des bâtiments.

Actuellement, les tendances principales du développement des machines de construction et de terrassement sont le changement de la transmission hydraulique et l'augmentation de la puissance ou de la capacité des machines, et leur mécanique est plus en plus complexe.

Avant d'aller sur chantier et commencer la réalisation de travaux il faut toujours commencer par une étude donnant les meilleurs outils de travail (engins) la stratégie des travaux et leur organisation et cherche constamment la meilleure façon la plus économique d'utilisation des moyens fournis

### VIII.2 Les actions reçues par les conduites:

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique
- Le poids propre de l'eau véhiculée
- Le tassement différentiel du terrain
- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres

### VIII.3 Exécution des travaux

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe)
- Emplacement des jalons des piquets
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Remblai des tranchées

### VIII.4 Choix des engins de terrassement

Il est important de choisir pour chaque type de travaux, l'engin et le matériel, les mieux adaptés, de manière à obtenir un meilleur rendement. Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins suivants :

#### VIII.4.1 Bulldozer

Grâce à sa puissance qui est caractérisée par celle du tracteur et qui varie de 25 à 400 ch, ainsi que par la longueur de sa lame qui varie de 1,8 à 6m le bulldozer permet de préparer les terrains à excaver, et d'éliminer les obstacles.



Figure VIII.1 : Le Bulldozer

#### VIII.4.2 Pelle équipée en rétro

On opte pour un excavateur à godet de 0,5m<sup>3</sup>, pelle équipée en rétro, vu ses avantages adaptés à la coupe transversale de la tranchée et qui se présente par les opérations suivantes

- Peut excaver dans la direction de la machine

- Creuser au-dessous de la surface d'appui
- Creuser à une profondeur importante
- Creuser rapidement et avec précision les tranchées à talus verticaux



**Figure VIII.2: Pelle équipée en rétro**

### VIII.4.3 Les chargeurs

Ce sont des tracteurs sur lesquels montent à l'avant deux bras articulés, actionnés par des vérins et portent un godet.

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.



**Figure VIII.3 : Le Chargeur**

## VIII.5 Calcul des volumes de terrassement

### VIII.5.1 Décapage de la couche de terre végétale ou goudron

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décapier est :

$$V = B.h.L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m)

h : hauteur de la couche (h=0.1m)

L : longueur totale des tranchées (m)

### VIII.5.2 calcul de la largeur de tranchée

La largeur du fond de tranchée est obtenue par la formule :

$$b = (L * 2) + \emptyset$$

Où :

b : Largeur de la tranchée (m);

$\emptyset$  : Diamètre de la conduite (m).

L : la distance entre la conduite et le fruit de talus =0.5m

### VIII.5.3-calcul de la profondeur de tranchée

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

La profondeur de la tranchée est :

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- Profondeur de la tranchée « H »
- Largeur de la tranchée « b »

$$H = e + \emptyset + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

$\emptyset$  : diamètre de la conduite. (m)

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

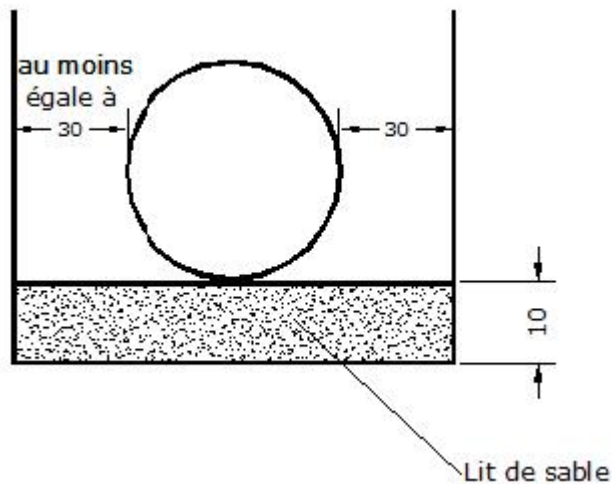


Figure VIII.4 : Schéma d'une tranchée

### VIII.6 la conduite principale

#### VIII.6.1 Calcul du volume de déblai

D'après la figure IX-1 la surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = b * H$$

$$b = 0.3 * (N-1) + (0.5 * 2) + (\emptyset * N) \quad N = \text{nombre de conduite} = 1$$

$$\text{Donc } b = 1 + \emptyset$$

$$\text{Et } H = 1 + \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau VIII.1

**Tableau VIII.1:** calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	largueur d'une tranchée b :(m)	Hauteur de La tranchée(m)	Volume de déblai (m <sup>3</sup> )
250	2478.2	1	1.2	4491.7375

#### VIII.6.2 Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 10 cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante :

$$V = e * b * L$$



**Tableau VIII.2** : Calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m <sup>3</sup> )
0.12	2478.2	1	297.384

**VIII.6.3 Calcul du volume de remblai**

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai qu'occupent la conduite et le lit de sable :

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

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

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

$V_s$  : Volume du sable

$V$  : Volume occuper par la conduite (m<sup>3</sup>) ;  $V = L * \frac{\pi * \theta^2}{4}$

$L$  : Longueur de la conduite

$\theta$  : Diamètre de la conduite.

Donc les volumes des travaux pour la conduite sont tablés dans le tableau N°3.

**Tableau VIII.3** : Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Déblai (m <sup>3</sup> )	Conduite (m <sup>3</sup> )	Sable (m <sup>3</sup> )	Remblai (m <sup>3</sup> )
250	4491.74	121.85	297.38	4090.77

**VIII.7 Devis estimatif pour le terrassement****Tableau VIII.4** : Factures pro-forma terrassement de la conduite principale

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
déblai en terrain	m <sup>3</sup>	4491.74	<b>300</b>	1347522
lit de sable	m <sup>3</sup>	297.38	<b>800</b>	237904
remblaiement de la tranchée	m <sup>3</sup>	4090.77	<b>200</b>	818154
<b>Total</b>				<b>2403580</b>

**VIII.8 Conclusion**

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet.

La planification des travaux est nécessaire pour une bonne exécution des travaux de réalisation du projet.

## ***Conclusion générale***

## CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif de notre travail est l'introduction d'une technique d'arrosage performante dans la plaine de Boukali dans la wilaya de Ain Defla, dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride et l'analyse du sol nous a permis de conclure sur des aptitudes culturales très variées, telles que les cultures maraichères, arboricoles et céréalières. Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques et agro pédologiques.

La détermination des besoins en eau d'irrigation nous a permis de quantifier le débit du réseau du périmètre de Boukali et d'estimer les volumes en eau nécessaires.

Suivant les parcelles et les débits alloués à chacune, nous avons opté pour l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte.

D'autre part, on peut dire que ces techniques d'arrosages sont plus adaptées dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie nationale.

La mise en œuvre de ces systèmes d'irrigation modernes permettent de mieux valoriser les ressources en eau et en sol, et permettent une augmentation importante des rendements des cultures qui est un défi majeur de l'agriculture en Algérie.

## *Références bibliographiques*

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] **L.S.BAHBOUH, 2003** : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3<sup>ème</sup> Année ENSH, Blida ;
- [2] **TOUAIBIA B.** (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).
- [3] **BULLTIN DE FAO N° 36**, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33
- [4] **BULLTIN DE FAO N° 24** Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C\* E F)
- [5] **BENHACENE GUESROUAOU**, Irrigation agricole notions générales Régime d'irrigation (1986). p 16
- [6] **CLEMENT.R et GALAND.A**, Irrigation par aspersion et réseaux collectifs de distribution sous pressions (ED.EYROLLES, paris, 1979).p62
- [7] **Tiercelin Jean Robert**, Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998).p19
- [8] **DANIEL VESCHAMBRE et PIERRE VAYSSE, 1980** : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;
- [9] **Ollier, Ch, Poirée, M, 1983**. Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages, Paris. 500P;
- [10] **MESSAHEL MEKKI, 1988** : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger ;
- [11] **CEMAGREF**, Guide pratique de l'irrigation 1992.
- theses
- [12] **NAIT MOHAND Abde latif 2013** : *Elaboration d'un code de calcul pour le dimensionnement des réseaux d'irrigation par aspersion en couverture mobile. ENSH 2013.*

[13] **Moussaoui R. 2013 : dimensionnement d'un réseau d'irrigation par système goutte à goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.**

[14] **Merabet Younes 2012 : Etude d'un périmètre irrigué à partir d'une retenue collinaire d'oued Kherba Commune Rebaia (W. Medea). 2012.**

# ***ANNEXES***



# Annexe 1

7

## VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL $K_c$ EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0.45	0.50	0.70	0.90	1.05	1.15	1.25	1.25	1.15	1.10
Coton	0.20	0.30	0.40	0.60	0.90	1.00	1.00	0.90	0.700	0.60
Haricots	0.50	0.65	0.80	1.00	1.10	1.15	1.10	0.95	.80	0.70
* Mais Grains	0.45	0.55	0.65	0.80	1.00	1.08	1.08	1.02	0.95	0.85
Mais Fourrage	0.45	0.50	0.60	0.70	0.90	1.02	1.10	1.10	1.05	0.95
Maraichage	0.35	0.50	0.65	0.75	0.80	0.82	0.80	0.75	0.65	0.50
Melons	0.45	0.55	0.60	0.70	0.80	0.82	0.80	0.75	0.72	0.70
Pomme de terre	0.35	0.45	0.60	0.85	1.10	1.25	1.35	1.35	1.35	1.25
Sorgho grain	0.30	0.50	0.70	0.50	1.10	1.05	0.95	0.80	0.70	0.60
Tomates	0.45	0.45	0.55	0.65	0.85	1.00	1.02	0.95	0.85	0.75

## Annexe 2

### VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS ( Hemisphere Nord )											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.73	0.85	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec couchers	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.70	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.60	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.85	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.85	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20



## Annexe 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

## Annexe 4

### 5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

**DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (f) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p. Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ET<sub>cult</sub> = 5-6 mm/jour**

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (f) de l'eau utilisable <sup>1</sup>	Réserve d'eau facilement utilisable (p. Sa) mm/m <sup>3</sup>		
			T. fin	T. moyennes	T. grossières
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot <sup>2</sup>	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Triflè	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Carao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Courcoubes	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Daté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers café.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales <sup>2</sup>	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céré. d'hiver <sup>2</sup>	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laine	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs <sup>2</sup>	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-onilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Oliver	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poisson	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Porcine de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave sucr.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Cane à sucre <sup>2</sup>	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournefort <sup>2</sup>	0.6-1.5	0.45	90	60	30
Potato douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
lard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Bla	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau de sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

<sup>1</sup> Quand ET<sub>cul</sub> < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET<sub>cul</sub> > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 ds/m).


<sup>2</sup> Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Smart et Hagan (1972), Sahar et Goods (1967), Rijssen (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

## Annexe 5

### Annexe 5



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

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

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

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)