



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Hydraulique*

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**Irrigation du périmètre de l'oued Sahel (secteur Chorfa) à partir du barrage de Tichi-Haf , wilaya de Bouira**

**Présenté par :**

M<sup>elle</sup> BENAOUZIA lydia

**Devant les membres du jury**

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M <sup>r</sup> : HACHEMI Abdelkader	Professeur	Président
M <sup>me</sup> : SAIL Nadhira	M.A.A	Examinatrice
M : DERNOUNI Mohamed	M.A.A	Examineur
M <sup>r</sup> : YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examineur
M <sup>r</sup> : TOUMI Samir	M.C.B	Promoteur

Session: Septembre 2020

# Dédicace

*Je tiens à dédier ce modeste travail pour **MON PERE** qui s'est déplacé avec moi plusieurs fois pour faire la collecte de données et qui sans lui je n'aurai jamais pu réaliser ma thèse.*

*J'espère ainsi honorer **MA MERE** et la féliciter pour son soutien moral.*

***A MON UNIQUE FRERE, Zidane***

***A MES CHERES SOEURS***

***A MA MEILLEURE AMIE , Safia***

***A MES BEAUX-FRERES et MES DEUX NEVEUS , Anis et  
Zaki***

***A tous les fonctionnaires de l'Office National de l'Irrigation et  
Drainage et ceux de la Direction des Services Agricoles de de la wilaya  
de Bouira qui m'ont beaucoup aidé .***

# REMERCIEMENTS

Ma reconnaissance va plus particulièrement à :

Mon promoteur M<sup>r</sup> SAMIR TOUMI pour sa contribution à l'élaboration de ce mémoire.

Monsieur BENKACI ALI TARIK pour avoir été un bon guide pour moi durant la réalisation de mon travail.

Madame AZIEZ OUAHIBA et monsieur ABDELHADI AMARI pour leurs orientations.

Je tiens à remercier aussi :

- Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail
- Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de mon mémoire.

## ملخص

في إطار برنامج نظام السقي لولاية البويرة قمنا بتهيئة شبكة القطاع المسقي الشرفاء الواقع بالمنطقة الفلاحية واد الساحل عن طريق مأخذ من القناة الرئيسية المارة ببقية القطاعات في المنطقة، مساحته تقدر بـ 420 هكتارا و من بينها 412 هكتارا مخصصة لزراعة "الحبوب، الخضروات والأشجار خاصة". هذه النباتات تم اختيارها اعتمادا على مميزات التربة و المناخ وأنظمة السقي المتاحة في المنطقة (التقطير والرش المحوري بالخصوص) و كذلك بالنظر الى كثرة الاملاح في مياه السقي المستخدمة، الشيء الذي يستلزم القيام بعملية الترشيح.

## **Résumé :**

Dans le cadre du programme d'irrigation de la Wilaya de Bouira , nous avons étudié le réseau du secteur irrigué CHORFA qui fait partie du périmètre d'irrigation d'Oued Sahel à partir d'un piquage de la conduite principale qui passe par le reste des secteurs du périmètre. Ce secteur s'étend sur une superficie de 420 ha dont 412ha cultivées en céréaliculture, maraichères et arboriculture spécialement .Le choix des cultures à mettre en place a été conditionné par les caractéristiques pédologiques, climatologiques et les modes d'irrigation existants, à savoir l'aspersion et le goutte à goutte. La salinité de l'eau d'irrigation, influence elle aussi sur le choix des cultures et nécessite un lessivage.

## **Summary:**

As part of the irrigation program of the Wilaya of Bouira, we studied the network of the CHORFA irrigated sector which belongs to the irrigation perimeter of Oued Sahel, especially the branch of the main pipe which passes through the other sectors of the perimeter. Chorfa covers an area of 420ha including 412ha cultivated in cereals, market gardens and trees, mainly. The choice of crops to be grown was conditioned by the soil, climatological characteristics and existing irrigation methods, namely sprinkling and drip. The big quantity of salt present in irrigation water plays a role too in choosing crops and requires desalination.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>2</b>
<b>I.1.Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b>I.2. Situation géographique et administrative.....</b>	<b>2</b>
I.2.1 Présentation du périmètre d'étude.....	2
I.2.2 Choix du secteur à étudier.....	2
<b>I.3 Le relief.....</b>	<b>4</b>
<b>I.4 Etude géologique.....</b>	<b>4</b>
<b>I.5 Etude hydrogéologique.....</b>	<b>4</b>
<b>I.6 Etude climatologique.....</b>	<b>4</b>
I.6.1 Choix de la station de référence.....	5
I.6.2 Pluies mensuelles.....	5
I.6.3 Les températures.....	6
I.6.4 L'évaporation.....	7
I.6.5 L'humidité relative.....	8
I.6.6 Le vent.....	8
I.6.7 Le sirocco.....	9
I.6.8 Durée d'insolation.....	9
I.6.9 La grêle et la neige.....	10
I.6.10 Calcul des indices agrométéorologiques.....	10
I.6.10.1 Indice d'aridité de Demartone.....	10
I.6.10.2 Quotient embrothermique d'Emberger.....	12
I.6.10.3 Classification du climat selon l'indice de Bagnoul et Gausсен.....	13
<b>I.7.Conclusion.....</b>	<b>14</b>
<b>CHAPITRE II : RESSOURCES EN SOL ET RESSOURCES EN EAU.....</b>	<b>15</b>
<b>II.1.Introduction.....</b>	<b>15</b>
<b>II.2 Ressources en sol.....</b>	<b>15</b>
II.2.1 But de l'étude pédologique.....	15
II.2.2 Le levé pédologique.....	15
II.2.3 Description et classification des sols du périmètre.....	15
II.2.4 Le profil pédologique.....	16

II.4.1 Description morphologique des profils.....	16
II.2.5 Caractéristiques hydrodynamiques des sols.....	21
II.2.6 Les aptitudes culturales des sols.....	21
<b>II.3.Ressources en eau.....</b>	<b>22</b>
II.3.1Ressources en eau du périmètre.....	22
II.3.3. Présentation du sous bassin de Boussellam.....	23
II.3.3. Classification des eaux pour l’irrigation.....	25
II.3.3.1 Sodicité et alcalinisation.....	25
<b>II.4 Calcul de la pluie de projet.....</b>	<b>27</b>
II.4.1 Choix de la station pluviométrique.....	27
II.4.2 Répartition de la pluie moyenne annuelle.....	28
II.4.3 Test homogénéité de la série pluviométrique.....	28
III.4.4 Ajustement statistique des pluies.....	29
II.4.5 Détermination de l'année de calcul.....	33
<b>II.5.Conclusion.....</b>	<b>34</b>
<b>CHAPITRE III : BESOINS EN EAU DES CULTURES.....</b>	<b>35</b>
<b>III.1.Introduction.....</b>	<b>35</b>
<b>III.2Besoins en eau des cultures.....</b>	<b>35</b>
III.2.1 Calcul de l'évapotranspiration.....	35
III.2.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence.....	35
III.2.3 Calcul de l'évapotranspiration maximale.....	39
III.2.4 Les coefficients culturaux Kc.....	39
<b>III.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation.....</b>	<b>39</b>
III.3.1 Détermination de la pluie efficace.....	40
III.3.2 Choix des cultures.....	41
III.3.2.1. Cultures proposées .....	41
III.3.2.2. Identification des principaux types d'assolement.....	41
III.3.2.3. Avantages de la rotation des cultures.....	42
III.3.3 Cycle végétatif des cultures.....	43
<b>III.4. Calcul des besoins en eau des cultures.....</b>	<b>44</b>
<b>III.5. Calcul du débit spécifique.....</b>	<b>53</b>
<b>III.6. Evaluation du débit caractéristique.....</b>	<b>54</b>
<b>III.7. Estimation du volume d'eau d'irrigation.....</b>	<b>54</b>
<b>III.8.Conclusion.....</b>	<b>56</b>
<b>CHAPITRE IV : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION.....</b>	<b>57</b>
<b>IV.1 .Introduction .....</b>	<b>57</b>

<b>IV.2</b>	<b>Alimentation en eau du périmètre.....</b>	<b>57</b>
<b>IV.3</b>	<b>Organisation et structure du périmètre.....</b>	<b>57</b>
IV.3.1	Ilots et bornes d'irrigation.....	57
IV.3.2	Rôle des bornes d'irrigation.....	58
IV.3.3	Calcul hydraulique aux bornes.....	58
IV.3.3	Choix du type et du diamètre des bornes.....	58
<b>IV.4</b>	<b>Description de l'aménagement du périmètre.....</b>	<b>63</b>
IV.4.1	Choix de la variante d'aménagement.....	63
IV.4.1.1	La variante 1 .....	63
IV.4.1.2	La variante 2 .....	63
IV.4.1.3	Choix de la variante .....	64
<b>IV.5</b>	<b>Etude du système de pompage principal.....</b>	<b>65</b>
IV.5.1	Les pompes.....	65
IV.5.2	Calculs hydrauliques du système d'adduction.....	66
IV.5.3	Détermination de la hauteur d'élévation calculée.....	66
IV.5.3.1	Hauteur manométrique totale .....	66
IV.5.3.2	Calcul des pertes de charge totales .....	67
IV.5.3.3	Calcul du diamètre économique .....	68
IV.5.3.4	Choix des pompes.....	71
IV.5.3.5	Protection contre la cavitation.....	73
IV.5.3.6	Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin) .....	74
<b>IV.6</b>	<b>Etude du système d'adduction-distribution.....</b>	<b>74</b>
IV.6.1	Dimensionnement du réseau de distribution.....	75
IV.6.1.1	Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire...75	75
IV.6.1.2	Vitesses admissibles.....	75
IV.6.1.3	Choix du matériau des conduites.....	75
IV.6.1.4	Calcul des diamètres.....	76
IV.6.1.5	Estimation des pertes de charge.....	77
<b>IV.7</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>83</b>
<b>CHAPITRE V :LES TECHNIQUES D'IRRIGATIONS.....</b>		<b>84</b>
<b>V.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>84</b>
<b>V.2</b>	<b>Critères de choix des techniques d'irrigation.....</b>	<b>84</b>
<b>V.3</b>	<b>Différents modes d'arrosages.....</b>	<b>84</b>
<b>V.3.1</b>	<b>Irrigation gravitaire.....</b>	<b>84</b>
V.3.1.1	L'irrigation par ruissellement.....	85
V.3.1.2	L'arrosage par infiltration (à la raie).....	85
V.3.1.3	L'arrosage par submersion.....	85
V.3.1.4	Bénéfices et méfaits de l'irrigation gravitaire.....	86
<b>V.3.2</b>	<b>L'irrigation par aspersion.....</b>	<b>86</b>
V.3.2.1	Bénéfices et méfaits s de l'irrigation par aspersion.....	86

VI.3.2.2. Différentes installations à la parcelle.....	87
VI.3.2.3. Couverture totale et couverture intégrale.....	87
V.3.3 Irrigation localisée .....	88
V.3.3.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée.....	88
<b>V.4. Choix des techniques d'arrosage.....</b>	<b>89</b>
<b>V.5. Conclusion.....</b>	<b>90</b>

## **CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE.....91**

<b>VI.1. Introduction.....</b>	<b>91</b>
<b>VI.2. Dimensionnement d'un système d'irrigation goutte à goutte.....</b>	<b>91</b>
VI.2.1 Les besoins en eau de la parcelle d'Oliviers.....	91
VI.2.1.1. Influence du taux de couverture du sol.....	91
VI.2.1.2. Dose nette pratique.....	92
VI.2.1.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr).....	93
VI.2.1.4. Calcul de la dose (brute) .....	93
VI.2.1.5. Durée d'arrosage .....	93
VI.2.1.6. Durée d'arrosage effective.....	93
VI.2.1.7. Nombre de poste.....	93
VI.2.1.8. Surface du poste.....	94
VI.2.2. Calculs hydrauliques.....	94
VI.2.3. Dimensionnement des canalisations du réseau.....	94
VI.2.3.1. Pour les rampes.....	95
VI.2.3.2. Pour le porte rampes.....	96
VI.2.3.3. Calcul des diamètres de la conduite tertiaire.....	96
<b>VI.3. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion.....</b>	<b>97</b>
VI.3.1. Dose pratique (RFU).....	98
VI.3.2. Le diamètre de l'ajutage .....	98
VI.3.3. Calcul de la portée du jet (L).....	98
VI.3.4. Ecartements entre les rampes et arroseurs.....	98
VI.3.5. Vérification de la pluviométrie ( $P < K$ ) .....	99
VI.3.5.1. Débit de l'asperseur .....	99
VI.3.5.2. Vérification de la pluviométrie de l'asperseur .....	99
VI.3.6. Paramètres d'arrosage.....	99
VI.3.6.1. Calcul du tour d'eau .....	99
VI.3.6.2. Nombre d'irrigation par mois .....	99
VI.3.6.3. Calcul de la dose réelle .....	99
VI.3.6.4. Calcul de la dose brute .....	99
VI.3.6.5. Temps d'arrosage.....	100
VI.3.6.6. Calcul de l'unité d'arrosage .....	100
VI.3.6.7. Calcul du débit d'équipement .....	100
VI.3.6.8. Calcul du volume fourni par un asperseur par mois .....	100
VI.3.6.9. Calcul du volume à épandre en un mois sur toute la parcelle.....	100
VI.3.6.10. Nombre d'asperseur requis.....	100

<b>VI.4.Calculs hydrauliques.....</b>	<b>100</b>
VI.4.2.Dimensionnement hydraulique des rampes .....	100
VI.4.2.1.La longueur de la rampe .....	100
VI.4.2.2.Nombre d'asperseurs/rampe .....	101
VI.4.2.3.Nombre de rampes.....	101
VI.4.3.Dimensionnement de la rampe.....	101
VI.4.3.1.Le débit de la rampe .....	101
VI.4.3.2.Nombre de position des rampes.....	101
VI.4.3.3.Calcul du Diamètre de la rampe.....	101
VI.4.4.Dimensionnement du porte rampe.....	102
VI.4.4.1.Longueur du porte Rampe .....	102
VI.4.4.2.Débit du porte rampe .....	102
VI.4.4.3.Calcul du Diamètre du porte rampe .....	102
VI.4.5.Calcul des pertes de charge.....	102
VI.4.5.1.les pertes de charge de la rampe .....	103
VI.4.5.2.les pertes de charge du porte rampe .....	103
VI.4.6.Calcul de la pression en tête du réseau.....	103
<b>IV.5.Conclusion:.....</b>	<b>104</b>
<b>CHAPITRE VII : ETUDE TECHICO-ECONOMIQUE.....</b>	<b>105</b>
<b>VII.1 . Introduction.....</b>	<b>105</b>
<b>VII.2. Exécution des travaux de pose des canalisations.....</b>	<b>105</b>
VII.2.1.Exécution des tranchées .....	105
VII.2.2.Pose du lit de sable .....	105
VII.2.3.Mise en place des canalisations .....	105
VII.2.4.Assemblage des conduites en PEHD.....	106
VII.2.5. Contrôle du compactage des tranchées .....	107
<b>VII.3.Choix des engins du chantier.....</b>	<b>107</b>
<b>VII.4.Appareillage d'équipement du réseau.....</b>	<b>108</b>
<b>VII.5.Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....</b>	<b>110</b>
<b>VII.6. Frais des travaux sur réseau d'irrigation.....</b>	<b>112</b>
VII.6.1. Calcul des volumes de remblai et de déblai .....	112
<b>VII.3. Conclusion .....</b>	<b>117</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>118</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>119</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>120</b>

## Liste des annexes

**Annexe N1** : table de  $\chi^2$  théorique

**Annexe N2** : coefficients culturaux

**Annexe N3** : caractéristiques de la pompe choisie

**Annexe N4** : gamme de diamètre disponible sur le marché algérien pour les tuyaux en pehd

**Annexe N5** : Caractéristiques de l'aspersion circulaire.

## Listes des figures

### CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

<b>Figure 1:</b> Situation géographique du secteur d'étude Chorfa dans la wilaya de Bouira.....	3
<b>Figure 2:</b> graphe de la répartition des températures moyennes mensuelles (Station de Bouira).....	7
<b>Figure 3:</b> Diagramme bioclimatique d'emberger.....	12
<b>Figure 4:</b> Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	13

### CHAPITRE II : RESSOURCES EN SOL ET RESSOURCES EN EAU

<b>Figure 1:</b> Vue globale du barrage de Tichi Haf .....	23
<b>Figure 2:</b> Carte du réseau hydrographique du bassin versant de Boussellam.....	24
<b>Figure 3:</b> Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	28
<b>Figure 4:</b> Ajustement des pluies annuelles par la loi normale.....	32
<b>Figure 5:</b> Ajustement des pluies annuelles par la loi log-normale.....	33

### CHAPITRE IV : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

<b>Figure 1:</b> schéma explicatif de la variante 2.....	64
<b>Figure 2:</b> Graphe du bilan en fonction du diamètre.....	71

### CHAPITRE V : TECHNIQUES D'IRRIGATION

<b>Figure 1:</b> Systèmes d'irrigation (AQUAG à Marrakech).....	85
---	----

### CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PAECELLE

<b>Figure 1:</b> Dispositif d'installation des goutteurs sur la rampe.....	92
<b>Figure 2:</b> Dispositif d'installation des asperseurs sur la rampe.....	101

## Liste des planches

**Planche n° 01** : schéma de l'adduction et réseau de distribution du secteur à projeter.

**Planche n° 02** : Plan de situation du secteur à projeter.

**Planche n° 03** : profil en long de la branche principale de distribution.

**Planche n° 04**: réseau d'irrigation goutte à goutte de la parcelle 56.

**Planche n° 05**: Plan du réseau de distribution.

# Liste des tableaux

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

Tableau I.1 : Caractéristiques géographiques des stations étudiées. ....	5
Tableau I.2 : les pluies moyennes mensuelles à la station de M'chedallah (1994-2013).....	5
Tableau I.3 : Répartition des températures moyennes interannuelles (station de Bouira)...	6
Tableau I.4 : L'évaporation moyenne mensuelle à la station de Bouira.....	8
Tableau I.5 : Humidité relative à la station de Bouira.....	8
Tableau I.6 : Vitesse du vent moyenne mensuelle.....	9
Tableau I.7 : Nombre de jours moyens de sirocco à la station de Bouira.....	9
Tableau I.8 : Durée moyenne mensuelle de l'insolation à la station de Bouira.....	10
Tableau I.9 : Nombre moyen de jours de gelée par mois à la station de Bouira.....	10
Tableau I.10 : Classification du climat selon de Martonne.....	11

## Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

Tableau.II.1 : Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1.....	17
Tableau II.2 : Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2.....	19
Tableau II.3 : Propriétés hydrodynamiques des sols.....	21
Tableau II.4 : Caractéristiques de la retenue du barrage de Tichi Haf.....	24
Tableau II.5 : Caractéristiques chimique de l'eau du barrage de Tichi Haf.....	24
Tableau II.6 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	25
Tableau II.7 : Classification des eaux en fonction de SAR.....	26
Tableau II.8 : Caractéristiques principales de la station pluviométrique.....	28
Tableau II.9 : Répartition mensuelle des précipitations (mm).....	28
Tableau II.10 : Caractéristiques de la série pluviométrique.....	29
Tableau II.11 : Test d'homogénéité de la série pluviométrique.....	30
Tableau II.12 : Résultat de l'ajustement.....	33
Tableau II.13 : Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche ( $f_{req} = 80\%$ ).....	34

## Chapitre III : Besoins en eau des cultures

Tableau III.1 : Résultats du calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.....	38
Tableau III.2 : Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm.....	40
Tableau III.3 : Occupation de sol en fonction des cultures.....	41
Tableau III.4 : Les assolements proposés.....	42
Tableau III.5 : Cycle végétatif des cultures.....	43
Tableau III.6 : Calcul des besoins en eau du Blé dur.....	44
Tableau III.7 : Calcul des besoins en eau de l'oignon vert.....	45
Tableau III.8 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (as) .....	46
Tableau III.9 : Calcul des besoins en eau du chou .....	47
Tableau III.10 : Calcul des besoins en eau du l'orge en vert .....	48

<b>Tableau III.11</b> : Calcul des besoins en eau de la betterave.....	49
<b>Tableau III.12</b> : Calcul des besoins en eau du pommier.....	50
<b>Tableau III.13</b> : Calcul des besoins en eau de l'olivier.....	51
<b>Tableau III.14</b> : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.....	52
<b>Tableau III.15</b> : Récapitulatif des besoins pour l'assolement II.....	53
<b>Tableau III.28</b> : volume d'eau d'irrigation.....	55

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

<b>Tableau IV. 1</b> : Type de bornes en fonction des débits des ilots.....	58
<b>Tableau IV.2</b> : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.....	59
<b>Tableau IV.3</b> : Calcul des pertes de charge.....	68
<b>Tableau IV.4</b> : Calcul des frais d'exploitation.....	69
<b>Tableau IV.5</b> : Calcul des frais d'amortissement.....	70
<b>Tableau IV.6</b> : Calcul du bilan.....	70
<b>Tableau IV.7</b> : Choix de Nombre de pompes de secours.....	71
<b>Tableau IV.8</b> : Variantes pour le choix du nombre de pompes.....	72
<b>Tableau IV.9</b> : pression atmosphérique en fonction de la cote.....	73
<b>Tableau IV.10</b> : Pression de vapeur en fonction de la température.....	73
<b>Tableau IV.11</b> : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.....	77
<b>Tableau. IV.12</b> : Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	79

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

<b>Tableau V.1</b> : Analyse multicritères du choix des techniques d'arrosage.....	89
--	----

## **Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle**

<b>Tableau VI.1</b> : Récapitulatif des calculs hydrauliques.....	97
<b>Tableau VI.2</b> : Résultat de calcul pratique d'aspersion.....;;	103

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

<b>Tableau VII.1</b> : Les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leur rôle....	107
<b>Tableau VII.2</b> : Diamètres des ventouses en fonction du diamètres des conduites.....	108
<b>Tableau VII.3</b> : Diamètres des buses de soupapes en fonction du diamètre des conduites .....	109
<b>Tableau VII.4</b> : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution....	110
<b>Tableau VII.5</b> : Cout des équipements de protection du réseau de distribution.....	111
<b>Tableau VII.6</b> : Calcul des différents volumes.....	113
<b>Tableau VII.7</b> : Coût des travaux de terrassement.....	117

## INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie est l'un des pays du tiers monde qui disposent de la diversité des terres agricoles mais qui sont soit abandonnées ou mal exploitées.

Néanmoins, divers projets d'aménagement hydro-agricole ont été lancés récemment ou sont en fin de réalisation dans le pays, afin de bénéficier au mieux des potentiels agricoles.

Parmi les projets se trouvant actuellement à la dernière phase de réalisation, on trouve celui de l'aménagement hydro-agricole du périmètre d'El Asnam et de la Vallée d'Oued Sahel à la Wilaya de Bouira, comprenant des terres irriguées auparavant, gravitairement à partir d'Oued Sahel lui-même et de ses affluents.

Bien entendu, la wilaya de Bouira est connue pour ses terres fertiles pouvant donner lieu à diverses cultures. L'une de ces terres fera l'objet de notre étude. Considérée comme un secteur qui n'a pas encore été mis en service, CHORFA est la région sur laquelle on se focalisera dans la vallée d'Oued Sahel, car on veut essayer de remédier au problème de la salinité de l'eau d'irrigation utilisée pour ce périmètre et ainsi apporter les doses de lessivage nécessaires et choisir les plantes les plus résistantes à la salinité afin que le projet soit rentable.

Notre travail consiste en une étude de dimensionnement des équipements pour l'irrigation du secteur après avoir analysé les conditions naturelles s'y trouvant sur place et les différentes ressources en sol et en eau. Par la suite, on essaiera de choisir les différentes cultures adaptées à ces conditions et aussi les modes d'irrigations à utiliser. Ainsi, on souhaite assurer le meilleur rendement possible avec le moindre coût.



# Chapitre I

## **Présentation de la zone d'étude**

---

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

### **I.1.Introduction :**

Avant de lancer un quelconque projet il faut faire une analyse des conditions naturelles du site où l'étude sera réalisé. En irrigation, on s'intéresse au climat de la région, à sa situation géographique et aux conditions géologiques du périmètre à irriguer. On essaiera de regrouper le maximum d'informations possibles, au cours de ce chapitre.

### **I.2. Situation géographique et administrative:**

#### **I.2.1.Présentation du périmètre d'étude:**

La vallée du Sahel est un vaste couloir à fond plat situé entre le Djurdjura et les Bibans dans le cours supérieur et entre la haute et la basse Kabylie dans le cours inférieur. Elle pénètre dans le bassin du côté Ouest sous le nom du plateau de Bouira, faisant suite à la plaine des Aribis. Vers l'Est, la vallée rétrécit, tourne au Nord-Ouest et disparaît presque près de Sidi Aïch. De nouveau, elle s'élargit graduellement jusqu'au golf de Bejaïa.

La vallée est limitée au Nord par les premiers contreforts du Djurdjura, au Sud par la route Nationale N°5 (Alger-Constantine), à l'Est par l'Oued Tikseriden. L'altitude de la vallée varie de 390 m environ à l'Ouest à 130m à l'extrémité Est du projet. Les torrents issus du Djurdjura se jetant dans l'Oued Sahel, forment des cônes de déjection peu favorables à la pratique de l'agriculture et présentent des risques de dépôts de cailloux sur les parcelles avoisinantes.

La vallée couvre une superficie de 3822ha dont 3074ha de surface agricole.

#### **I.2.2.Choix du secteur à étudier:**

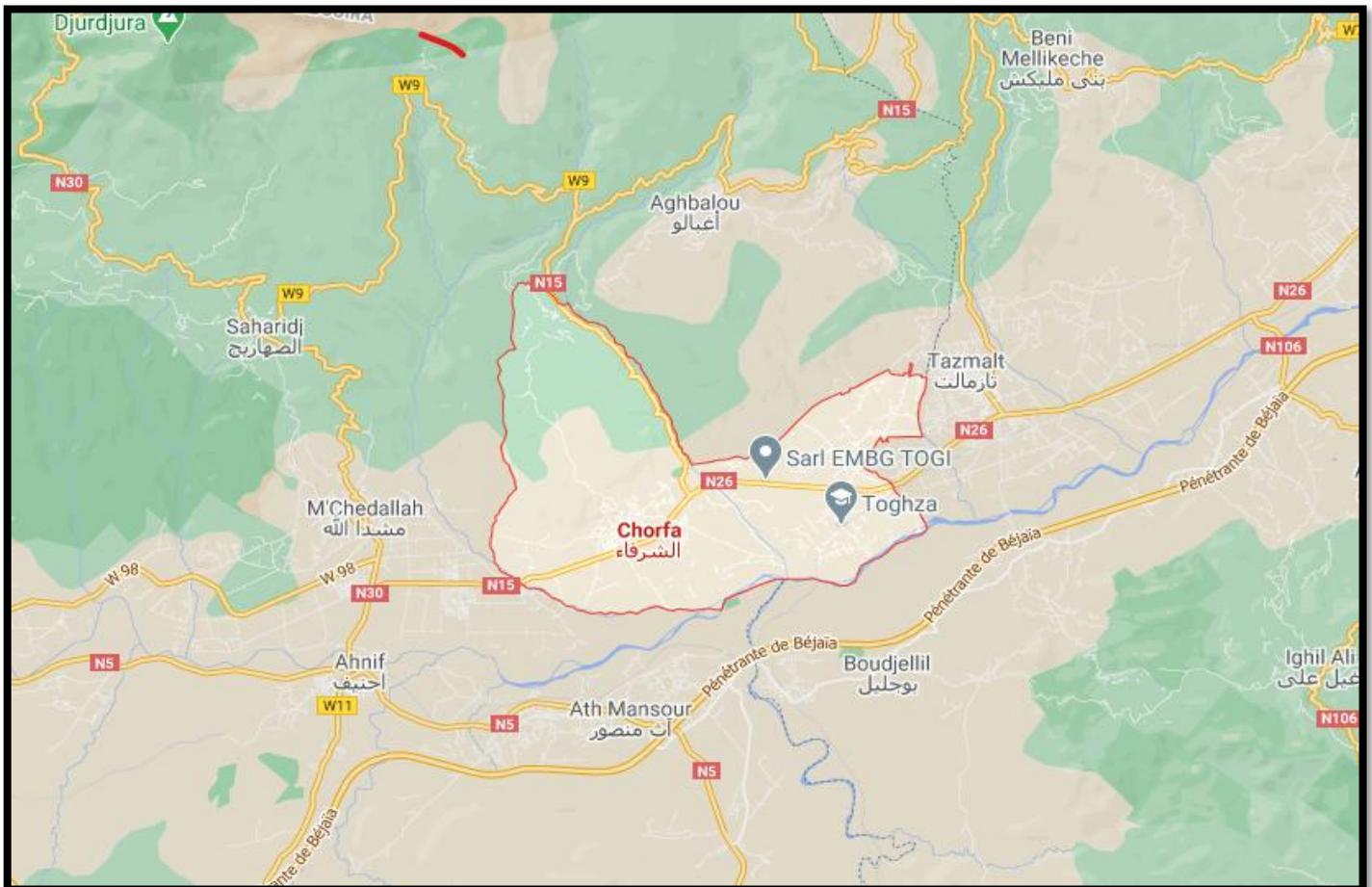
Notre choix s'est porté sur le secteur Chorfa. Il se situe en amont de la vallée d'Oued Sahel, à 50 km à l'Est de Bouira. Il est limité naturellement par trois rivières : à l'Ouest la rivière Ouakour, à l'Est la rivière de Chorfa et au Sud par la rivière Amaregh. Ces trois rivières donnent naissance à l'Oued Sahel. Ce secteur, a une superficie géographique de 450ha et agricole de 420ha dont 412 ha irriguée.

La commune de Chorfa est attachée administrativement à la Daïra de M'chedallah. Il y a quatre communes qui la délimitent :

- Au Nord on trouve la commune d'Aghbalou et Saharidj.
- Au Sud, la commune d'Ath Mansour et Boudjellil.
- A l'Est, la commune de Tazmalt.
- A l'Ouest, la commune de M'chedallah.

La commune de Chorfa possède les coordonnées UTM suivantes :

36° 21' 42" Nord et 4° 19' 51" Est



**Figure I.1** : situation géographique de la commune Chorfa dans la wilaya de BOUIRA

(source: [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com))

**I.3.Le relief:**

Le relief est caractérisé par une configuration à caractère hétérogène:

- La zone des piémonts rattachée à la chaîne Blidéenne.
- La chaîne du Djurdjura et des Bibans.
- Les zones de plaines constituées globalement des plateaux de Hamza, Bled el Madjen, El Hachimia, des plaines des Arribs, des vallées du Sahel et Issers.
- Les zones agropastorales recouvrant toute la frange Sud de la wilaya.

**I.4.Etude géologique :**

L'étude géologique a été établie par l'ANRH en 1986. Les résultats sont comme suit :

- Le périmètre constitue une vaste dépression de sédiments puissants et grossiers résultant de l'affouillement de la chaîne du Djurdjura et des Bibans.
- A l'aquitainien, de puissantes formations continentales constituées d'argiles et conglomérats occupent la dépression de Chorfa. Elle fut envahie par le miocène marin et actuellement on y trouve des dépôts limoneux et caillouteux de l'Oued Soummam et de ses affluents.

**I.5.Etude hydrogéologique :**

Comme il est le cas pour l'étude géologique, l'étude hydrogéologique a également été réalisée par l'ANRH en 1986. Elle souligne ceci :

- La région est une vaste dépression comblée par les puissantes formations continentales rouges de l'aquitano-burdigalien.
- Il paraît dans la région l'existence de deux nappes libres qui sont drainées par le réseau de rivières et ravins de la région.

**I.6.Etude climatologique :**

Connaître le climat de la région d'étude est l'une des clés de la réussite de notre projet agricole, à savoir : les précipitations, les températures mensuelles, la vitesse du vent et l'humidité relative. Sans s'en passer du nombre de jours de Sirocco et de gelée, qui sont aussi des facteurs climatiques plus au moins importants pour le calcul des besoins en eau.

**I.6.1. Choix de la station de référence :**

Nous avons choisi la station climatologique la plus proche du périmètre, afin d'obtenir des paramètres climatiques bien précis et ainsi connaître notre région d'étude. Celle-ci n'est autre que la station de BOUIRA.

Pour la pluviométrie, on a utilisé les données fournies par la station de M'CHEDALLAH se trouvant à BOUIRA, pour un horizon de 20ans ,allant de 1994 à 2013.

**Tableau I.1:** Caractéristiques géographiques des stations étudiées

Nom de la station	code	Coordonnées Lambert		Altitude	Période d'observation	Nombre d'années d'observation
		X(m)	Y(m)			
Bouira	60417	--	--	635	--	--
M'CHEDALLAH	150301	640.9	341.7	450	1994-2013	20

(Source : ANRH Alger)

**I.6.2.Pluies mensuelles :**

La connaissance du régime pluviométrique nous aide dans nos calculs pour déterminer les moments et durées d'irrigation.

Les pluies mensuelles sont présentées dans le tableau I.2.

**Tableau I.2 :** les pluies moyennes mensuelles à la station de M'CHEDALLAH (1994-2013)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P <sub>moy</sub>	28.4	25.7	32.5	37.0	45.9	33.5	29.2	32.5	24.5	11	3.0	7.6	<b>310.8</b>
P <sub>moy</sub> saison	86.6			116.4			86.2			21.6			<b>310.8</b>
%	27.9			37.5			27.7			6.9			100

**I.6.3. Les températures :**

La température de l'air permet la connaissance du climat, elle influence surtout sur la photosynthèse des plantes puisque la teneur en CO<sub>2</sub> de la plante augmente avec l'accroissement des températures .

Les relevés mensuels moyens des températures sur une période allant de 1990 à 2013 sont regroupés dans le tableau I.3 :

**Tableau I.3:** Répartition des températures moyennes interannuelles à la station de Bouira (1990-2016).

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Tmax°C	16,4	16,9	18,1	20,3	25,3	31,9	35,2	37	29,6	25,1	20,7	17
Tmin°C	1,3	4,9	5,5	8,3	11,2	15	17,5	18	15,3	12	7,9	5,7
Tmoy°C	8,9	10,9	11,8	14,3	18,3	23,5	26,3	27,5	22,5	18,6	14,3	11,4

(Source : ONM Alger)

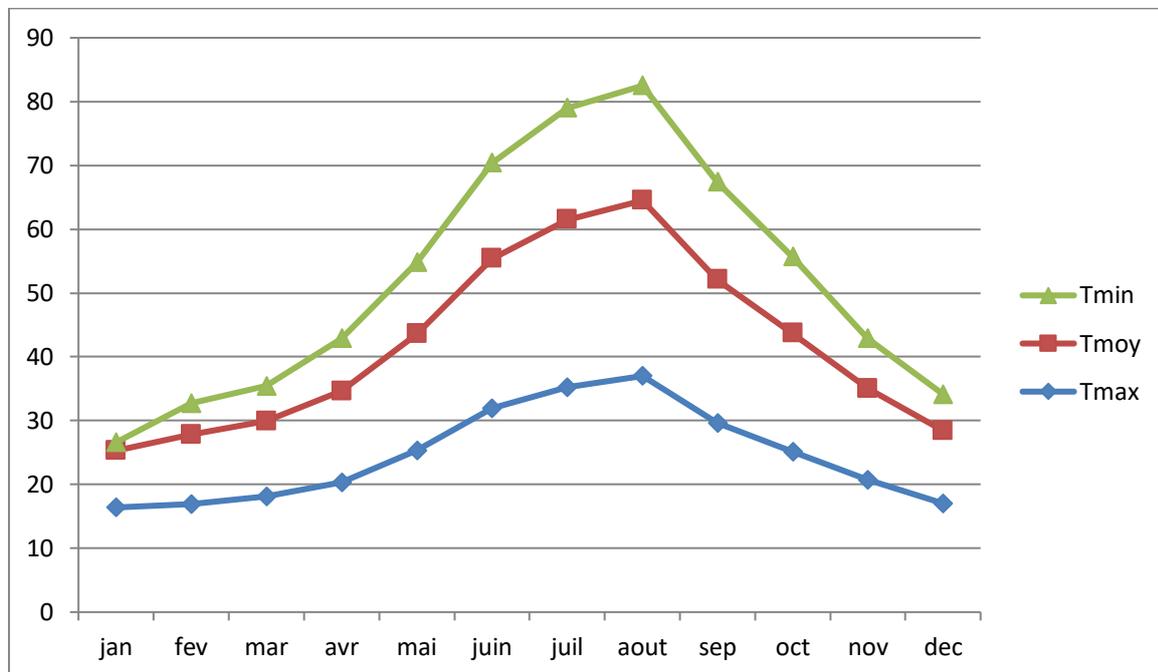
**Avec :**

**Tmin:** moyenne de tous les minimas observés pour chaque mois,

**Tmax:** moyenne de tous les maximas observés pour chaque mois,

**Tmoy:** moyenne mensuelle.

Le graphe de variation des températures est le suivant :



**Figure I.2 :** Répartition des températures mensuelles (Station de Bouira).

(réalisé sous excel)

D'après le tableau I.3 on remarque que la période la plus chaude correspond à la saison estivale (Juin, juillet et Aout) avec une température moyenne de 25.8°C, tandis que la période la plus froide correspond à la saison hivernale (décembre, janvier et février) avec une température moyenne de 10.4 °C.

#### **I.6.4.L'évaporation :**

L'évaporation est un passage progressif de la phase liquide à la phase gazeuse. Son effet est de réduire la température de l'environnement. Les valeurs moyennes enregistrées à la station de Bouira sont dans le tableau I.4.

**Tableau I.4:**L'évaporation moyenne mensuelle à la station de Bouira (1980-2010).

mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc
Evaporation (mm)	122	80	46	28	26	40	64	100	133	172	221	198

(Source : ONM Alger)

**I.6.5. L'humidité relative :**

C'est la teneur en vapeur d'eau, elle représente la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à celle qu'il pourrait contenir s'il était saturé à la même température.

L'humidité relative de l'air moyenne annuelle (station météorologique de Bouira) s'élève à 68%. Ses valeurs enregistrées se trouvent dans le tableau suivant :

**Tableau I.5:** Humidité relative de l'air à la station de Bouira(1980-2010).

mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc
Humidité (%)	84	82	74	71	68	56	51	54	66	71	73	84

(Source ONM Alger)

**I.6.6 Le vent :**

C'est un facteur déterminant pour le choix du système d'irrigation car il engendre un stress hydrique des cultures qui s'accroît de plus en plus qu'il est fort. Les valeurs présentées dans le tableau I.6 représentent la vitesse moyenne du vent à la station de Bouira.

**Tableau I.6:** Vitesse moyenne mensuelle du vent (1990-2013).

mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc
Vitesse de vent (m/s)	2.6	2.6	2.5	3.1	2.8	2.8	2.7	2.5	2.3	2	2.4	2.6

(Source ONM Alger)

On remarque que les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année.

**I.6.7. Le Sirocco :**

C'est un vent saharien violent, très sec et très chaud qui souffle sur l'Afrique du Nord (régions méditerranéennes) . Il a un effet négatif sur les cultures car il influence sur l'évapotranspiration des plantes.

Le nombre de jours moyen de siroco pour l'année 2016 est de 14jours, comme indiqué dans le tableau I.7:

**Tableau I.7:** Nombre de jours moyens de sirocco à la station de Bouira pour l'année 2016.

Mois	jan	Fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc
sirocco	0	0	0	0	0	4	5	4	1	0	0	0

(Source ONM Alger)

**I.6.8. Durée d'insolation :**

L'insolation est un paramètre climatique qui dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité. On l'utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle ET0. La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données de l'ONM , présente dans le tableau suivant :

**Tableau I.8:** Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières en (Heures/mois) de la station de Bouira .

mois	jan	Fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc
L'insolation (Heures/mois)	93.6	156	170.4	163.2	132	211.2	290.4	228	165.6	148.8	43.2	76.8

(Source ONM Alger)

### **I.6.9.La grêle et la neige :**

La grêle réduit l'absorption de l'eau par les plantes et entraîne ainsi leur déshydratation. Le nombre de jours de gelée calculé d'après l'ONM à Bouira est d'à peu près 30 jours/an, avec un maximum au mois de Février (8 jours). Les données recueillies sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau I.9 :** Nombre moyen de jours de gelée par mois à la station de Bouira.

mois	jan	Fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc
Gelée (jr /mois)	7	8	6	2	0	0	0	0	0	0	1	6

(Source ONM Alger)

### **I.6.10.Calcul des indices Agro-météorologiques :**

L'agrométéorologie est une spécialité qui étudie l'impact des facteurs climatologiques et hydrologiques sur la gestion des exploitations agricoles. Cet impact peut être estimé en calculant différents indices. Les plus connus sont ceux de DeMartone et le quotient ombrothermique d'Emberger.

#### **I.6.10.1.L'indice d'aridité de DeMartonne :**

L'indice d'aridité de DeMartonne est un paramètre qui détermine le degré d'aridité d'une région ou ce qui est connu par sécheresse d'une région. Il nous renseigne sur la nécessité d'irriguer ou non, en connaissant le climat. Il se calcule suivant l'expression :

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

Avec :

**I<sub>A</sub>**: indice climatique.

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

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

Les limites des climats d'après l'indice climatique de DeMartonne sont données dans le tableau I.10.

**Tableau I.10:** Classification du climat selon de Martonne

Valeur de I <sub>A</sub>	Type de climat	irrigation
I <sub>A</sub> <5	Désertique	Indispensable
5< I <sub>A</sub> <10	Très sec	Indispensable
10< I <sub>A</sub> <20	sec	Souvent indispensable
20< I <sub>A</sub> <30	Relativement humide	Parfois utile
I <sub>A</sub> >30	Humide	inutile

(Source: cours d'irrigation, ENSH 2019)

Dans notre cas, on a :

**P**=310.8mm et **T**=17.4°C

**Donc** :  $I_A = \frac{310.8}{17.4+10} = 11.34$

D'après le résultat obtenu, on constate , en se référant au tableau de classification ci-dessus, que notre région possède un climat sec, et que l'irrigation y est souvent indispensable.

**I.6.10.2. Quotient Ombrothermique d'Emberger :**

Cet indice permet de déterminer l'étage bioclimatique. Il se calcule comme suit:

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

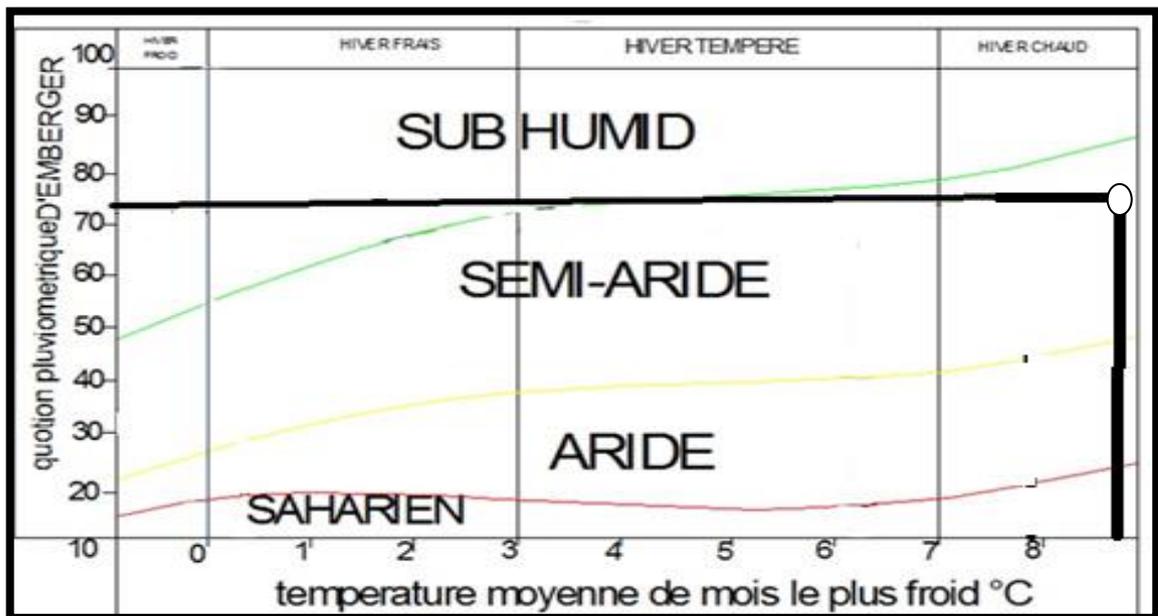
**Avec :**

- Q** : coefficient Ombrothermique d'Emberger.
- P** : précipitation moyenne annuelle (mm).
- M** : moyenne des températures maximales (Kelvin).
- m** : moyenne des températures minimales (Kelvin).

Pour : **P=310.8mm** ; **M=24.5°C** et **m=10.2°C** , on aura :

$$Q = \frac{2.1000.P}{M^2-m^2} = \frac{2 \times 1000 \times 310.8}{(24.5+273.15)^2 - (10.2+273.15)^2} = \mathbf{74.8}$$

En portant la valeur de Q dans le diagramme bioclimatique d'Emberger et en ayant la température moyenne minimale du mois le plus froid égale à 8.9°C, on peut affirmer que notre région se situe dans : l'étage bioclimatique **Semi-aride**.



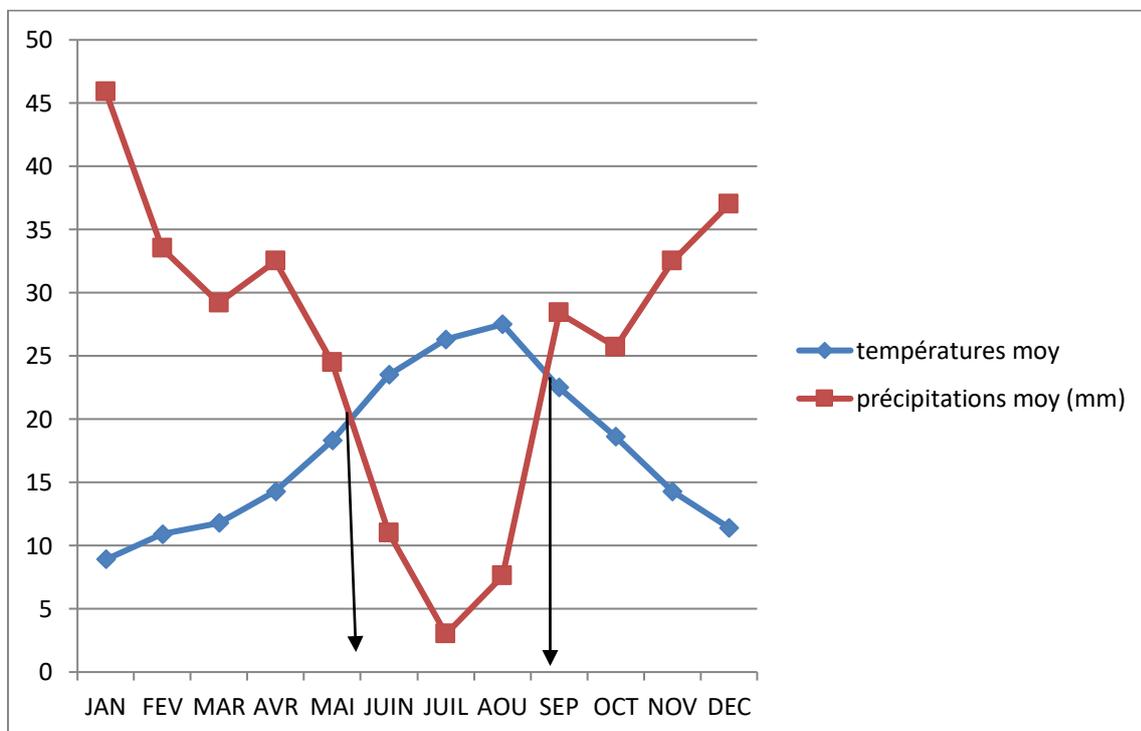
**Figure. I.3 :** Diagramme bioclimatique d'Emberger

(source: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net))

**I.6.10.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnoul et Gausсен :**

Le diagramme Ombrothermique de F.Bagnoul et H.Gausсен permet de faire ressortir la période sèche au cours de l'année. 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 ( $P \leq 2T$ ), à savoir 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.4 :** Diagramme ombrothermique de Gausсен.

(réalisé sous excel)

- **Description du graphe :**

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison, donc :

- La saison humide est plus marquée, s'étalant sur Huit (8) mois, allant du mois de septembre jusqu'à la fin du mois de Mai.
- La saison sèche est de Quatre(4) mois, allant du mois du mois de Juin jusqu'au début du mois de Septembre.

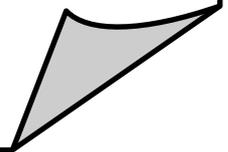
### **I.7.Conclusion :**

A travers ce chapitre, on s'est basé sur l'analyse des données pluviométriques et climatiques . Nous avons estimé que le périmètre d'Oued Sahel est caractérisé par un climat chaud en été et en hiver, avec une moyenne pluviométrique de l'ordre de 311mm/an..

Cependant, vu les potentialités agro-pédologiques de la zone d'étude, il est indispensable d'introduire l'irrigation afin d'améliorer l'agriculture dans cette zone semi-aride.

# Chapitre II

## **Ressources en sol et ressources en eau**



**Chapitre II: Ressources en sol et ressources en eau****II.1.Introduction :**

L'eau est le liquide le plus courant sur Terre .Elle est essentielle au développement des plantes tout à fait comme l'est le sol. Celui-ci joue un rôle prépondérant dans le partage de l'eau entre infiltration et ruissellement et contribue aussi à l'émission d'éléments chimiques vers l'eau. Par conséquent , l'étude pédologique du sol et l'analyse de la qualité d'eau d'irrigation sont obligatoires avant tout projet d'irrigation .

**II.2. Ressources en sol :****II.2.1. But de l'étude pédologique :**

Par l'étude pédologique , on vise à:

1. Analyser la réserve en eau du sol en fonction de la texture , de la teneur en éléments grossiers et de la profondeur vis-à-vis de l'alimentation en eau des plantes .
2. Choisir les cultures à mettre en place
3. Choisir les techniques d'irrigations les mieux adaptées au type du sol.

**II.2.2. Levé pédologique :**

Le levé pédologique est une étude destinée à caractériser les types de sols.Une observation des coupes de terrain existantes et creusement des profils , permettent d'examiner les composants de la terre (minéraux, matières organiques), leur structure, leurs propriétés physiques et chimiques (rétention des ions, pH).

**II.2.3.Description et classification des sols du périmètre :**

On se propose de classer le sol de la zone d'étude .Les analyses des échantillons au laboratoire ont permis de reconnaître deux classes du sol qui sont :

- La classe des sols calcimagnésiques
- La classe des sols peu évolués

**1).Les sols calcimagnésiques:**

Ce sont des sols à profil de type AC ou A (B) C, formés sur une roche mère calcaire, sous un climat méditerranéen, semi-aride, de type semi-continentale, avec un été sec et chaud et un hiver humide et frais. Les caractères morphologiques de ces sols sont déterminés par l'importance physico-chimique des ions alcalino-terreux ( $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ), ces sols sont caractérisés généralement par une structure grumeleuse bien développée dans l'horizon supérieur.

**2).Les sols peu évolués:**

Ce sont des sols à profil de type AC, formés d'un horizon peu humifère, reposant sur des alluvions peu différenciés. Les alluvions sont plus ou moins récentes et plus ou moins fines. Ils sont en général peu calcaires. La structure des horizons supérieurs est faiblement développée et instable.

**II.2.4.Le profil pédologique :**

C'est un recueil de données concernant la texture du sol qui peut être obtenu à partir d'analyses effectuées sur des échantillons d'un sol et qui fournit suffisamment d'informations pour découvrir la succession des couches et connaître la structure du sol.

**II.2.4.1.Description morphologique des profils :****1).1.Profil n°1:**

- Lieu: Chorfa , rive gauche d'Oued SAHEL (wilaya de bouira) ;
- Coordonnées Lambert : X= 648.100m, Y= 342.600m, Z=321m ;
- Géomorphologie : Soltanien ;
- Topographie : surface mamelonnée.
- Signe d'érosion : néant ;
- Culture en place : oliviers.

**Tableau.II.1** : Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1.

Profondeur (cm)		0 - 30	30- 60	> 60
Granulométrie	Argile %	27	25	--
	Limons fin %	27	17	--
	Limons grossier %	10	16	--
	Sables fins %	26	18	--
	Sables grossiers %	10	22	--
Matières organiques	C%	7.40	11.60	--
	MO%	1.3	2.00	--
	N%	0.50	1.80	--
	C/N	14.8	6.4	--
Fer	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	43	22	--
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	59	61	--
	Fe libre/ Fe	72	36	--
Complexes Absorbants	Ca <sup>2+</sup>	--	--	--
	Mg <sup>2+</sup>	--	--	--
	K <sup>+</sup>	0.7	0.4	--
	Na <sup>+</sup>	0.7	0.8	--
	S	--	--	--
	T	19	19	--
	s/t	--	--	--
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)		--	--	--
K assimilable cmol/kg		--	--	--
Calcaire total %		16.0	2.0	--
Calcaire actif %		7.0	--	--
Ph		7,6	7,7	--
ce dS/m		0.60	0,40	--

(Source : ANRH, Alger)

**1).2.Classification du sol selon l'ANRH:**

sol brun calcaire modal sur paléosol sur niveau de grosblocs.

**1).3.Description macro morphologique:**

- **H1: 0 - 30 cm** :Horizon brun clair ( 10YR 5/4) , limono-argileux, structure grumeleuse en surface devenant massive en profondeur, porosité bonne, friable, nombreux cailloux peu émoussés, enracinement bon à la base, niveau discontinu de graviers émoussés.
- **H2: 30 - 60cm**: Horizon plus foncé, ( 10YR 3/4), texture équilibrée, structure massive, sous-structure polyédrique moyenne à fine, porosité moyenne ,friable, quelque racines, quelques gros cailloux et des petits plus ou moins émoussés, pseudomycélium calcaire abandonnant.
- **H3> 60cm**: Niveau de gros blocs (grés).

**1).4.Profil n°2:**

- Lieu: : Chorfa , rive gauche d'Oued SAHEL (wilaya de bouira) ;
- Coordonnées Lambert : X= 645.350m, Y= 341.200m , Z=345m ;
- Géomorphologie : colluvions de pente
- Topographie: Mi-pente;
- Signe d'érosion : néant ;
- Culture en place : oliviers;

**Tableau II.2:** Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2.

Profondeur (cm)		0 - 30	30 - 75	75 - 110	> 110
granulométrie	Argile %	14	23	29	26
	Limons fin %	16	18	17	19
	Limons grossier %	13	10	11	18
	Sables fins %	35	30	25	23
	Sables grossiers %	19	18	16	14
Matière organique	C%	12.1	9.5	8.10	5.50
	MO%	2.05	1.61	1.37	0.90
	N%	0.91	0.61	0.59	0.36
	C/N	13.3	15.6	13.7	15.3
Complexes Absorbants	Ca <sup>2+</sup>	--	--	--	--
	Mg <sup>2+</sup>	--	--	--	--
	K <sup>+</sup>	0.4	0.2	0.1	0.2
	Na <sup>+</sup>	0.2	0.2	0.3	0.3
	S	--	--	--	--
	T	17.8	21.1	15.6	20.7
	s/t	--	--	--	--
P2o5 assimilable (ppm)		56.2/18.5	68.6/10	--	--
K2o5 assimilable cmol/kg		3.7	3.7	--	--
Calcaire total %		12.4	15.7	11.9	29.7
Calcaire actif %		--	6.12	--	14.04
Ph		7.6	7.7	7.7	7.7
ce dS/m		0.7	0.7	0.9	0.7

(Source : ANRH, Alger)

**1).5. Classification du sol selon l'ANRH:**

sol brun calcaire modal sur encroutement calcaire.

**1).6.Description macro morphologique:**

- **H1: 0 - 30 cm :** Horizon brun rouge ( 5YR 4/6), limono-sableux, structure grumeleuse , porosité bonne, moyennement consistant et cohérent, enracinement bon, nombreux galets.
- **H2:30 - 75cm:** Horizon ( 5YR 4/4), texture équilibrée, structure à tendance polyédrique, porosité bonne, moyennement consistant et cohérent, enracinement bon, quelques galets.
- **H3:75 - 110 cm:** Horizon ( 7.5YR 4/4), texture équilibrée, structure polyédrique fine, quelques galets et cailloux, porosité bonne, moyennement consistant et cohérent, enracinement bon, pseudomycélium calcaire abandonnant.
- **H4> 110 cm :** Encroutements calcaire sous forme d'amas, (5YR 5/6), limono-argileux à texture équilibrée, nombreux cailloux de différentes tailles.

**profil calcaire.**

➤ **Interprétation des résultats obtenus lors de l'analyse des échantillons du sol :**

D'après les profils , on constate que le sol est de texture sablo-limoneuse faible en matière organique avec une salinité et un taux de calcaire moyens.

Le ph du sol est compris entre 7.6 et 7.7 ce qui est favorable pour la disponibilité en éléments nutritifs pour des plantes .

**II.2.5. Caractéristiques hydrodynamiques des sols :**

Les sols possèdent des caractéristiques qui les distinguent les uns des autres comme la capacité au champ, le point de flétrissement, la densité apparente et la vitesse de perméabilité. Pour notre sol qui est de texture sablo-limoneuse, ces caractéristiques sont regroupées dans le tableau suivant:

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

Texture	Sablo-limoneuse
Capacité au champ (%)	18
Point de flétrissement (%)	8
Vitesse de perméabilité(mm/h)	25
Densité apparente	1.4

(source:www.researchgate.net)

**II.2.6. Les aptitudes culturales des sols:**

Les aptitudes culturales dépendent de plusieurs paramètres comme le ph, la texture et la profondeur.

La répartition des sols du périmètre d'Oued Sahel est la suivante:

- **43% sols peu profonds:**  
épaisseur utile de 40 à 60 cm : aptes aux cultures maraichères.
- **29% sols moyennement profonds:**  
épaisseur utile de 60 à 70 cm : aptes aux cultures maraichères, céréalières et fourragères.
- **28% sols profonds:**  
épaisseur utile de 80 à 100cm : aptes aux cultures arbustives.

Les sols sont principalement aptes aux cultures maraichères mais aussi dans une bonne proportion aux cultures arbustives .

### **II.3.Ressources en eau :**

L'eau est un facteur de production essentiel en agriculture. Sa disponibilité pour l'irrigation constitue l'une des principales conditions de l'amélioration de la production, car les zones irriguées sont plus productives que les zones non irriguées.

#### **II.3.1. Ressources en eau du périmètre :**

Le projet de construction du barrage de Tichi Haf s'inscrit dans le programme de construction des grands ouvrages lancés par l'état au début des années 80. Son aboutissement permettra de combler le déficit en eau de sept Dairas se trouvant sur la vallée de la Soummam, qui connaît une grande expansion démographique et une importante croissance industrielle (AHMANEK ; BOUZARARI S, 2005).



**Figure II.1:** Vue globale du barrage de Tichi Haf  
(Source: [www.google.com](http://www.google.com))

L'aménagement du barrage de Tichi Haf entre dans le cadre du plan général de maîtrise des ressources en eau de l'Algérie (AHMANE et BOUZARARI, 2005).

Le barrage de Tichi Haf, dont la capacité annuelle est de 147 Hm<sup>3</sup>, constitue une véritable solution au problème du manque d'eau potable et industrielle dans le couloir Akbou-Bejaïa. Il est destiné à :

- L'alimentation en eau potable et industrielle des agglomérations situées sur le couloir Akbou-Bejaïa.



Le réseau hydrographique du bassin versant de Boussellam, montre une densité du réseau bien plus marquée dans la région inférieure, signe évident d'une participation plus active de cette région à l'écoulement

**Tableau II. 4:**caractéristiques hydrologiques de la retenue du barrage de Tichi Haf

Dénomination	Valeurs
Capacité brute	81 Hm <sup>3</sup>
Capacité utile	75Hm <sup>3</sup>
Volume annuel régularisable	147Hm <sup>3</sup> /an
Superficie de la retenue	475Ha
Niveau maximal de la retenue	294m
Niveau minimal de la retenue	262m

(Source : ONID, Bouira)

L'analyse de l'eau du barrage Tichi Haf a été basée sur des prélèvements fait à la station de Tichi Haf ayant le code 150902. Les résultats de l'analyse sont regroupés dans le tableau suivant.

**Tableau II.5 :**Caractéristiques chimiques de l'eau du barrage

Paramètres	valeurs
CE(mmhos/cm)	1.35
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	126.7
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	126.4
Na <sup>+</sup> (mg/l)	101.1
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	51.6
K <sup>+</sup> (mg/l)	4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	354.2
Rs105 (mg/l)	1024.67
T(°C)	18.96
PH	7.96
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	262.2

(Source : ANRH, Alger)

**II.3.3. Classification des eaux pour l'irrigation :**

On a opté pour la classification américaine des eaux d'irrigation qui prend en considération deux paramètres : la Conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR (Sodium Absorption Ratio).

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

On distingue quatre classes d'eau suivant la conductivité électrique:

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

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

(Source : Cours de drainage, ENSH 2020)

**II.3.3.1.Sodicité et Alcanisation :**

Le Sodium dissout dans l'eau d'irrigation peut se fixer dans le sol causant ainsi une défloculation s'il est abondant. Pour estimer ce risque et aussi celui de l'alcanisation , il suffit de calculer le rapport entre la concentration des cations  $Na^+$  avec celle de  $Mg^{++}$  et  $Ca^{++}$  de l'eau utilisée c'est ce qui est appelé d'ailleurs le SAR.

La formule de calcul du SAR est la suivante:

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \dots\dots\dots(II.1)$$

Avec:

$Na^+$ : concentration de Sodium en mg équiv/l .

$Ca^{2+}$ : concentration de Calcium en mg équiv/l .

$Mg^{2+}$ : concentration de Magnésium en mg équiv/l .

On a obtenu:

<b>SAR= 10.7</b>
------------------

On distingue quatre classes de danger d'alcalinisation qui sont montrées dans le tableau II.7:

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

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

(Source : Cours de drainage, ENSH 2020)

➤ **Interprétation :**

Puisque l'eau du barrage a un SAR de **10.7meq/l** et une conductivité électrique **CE=1.35mmhos/cm** et en se référant au diagramme de classification des eaux d'irrigation ci-dessous , on peut dire que notre eau est caractérisée par une forte salinité avec un risque moyen d'alcalinisation (**C3-S2**), d'où la nécessité de faire un lessivage.

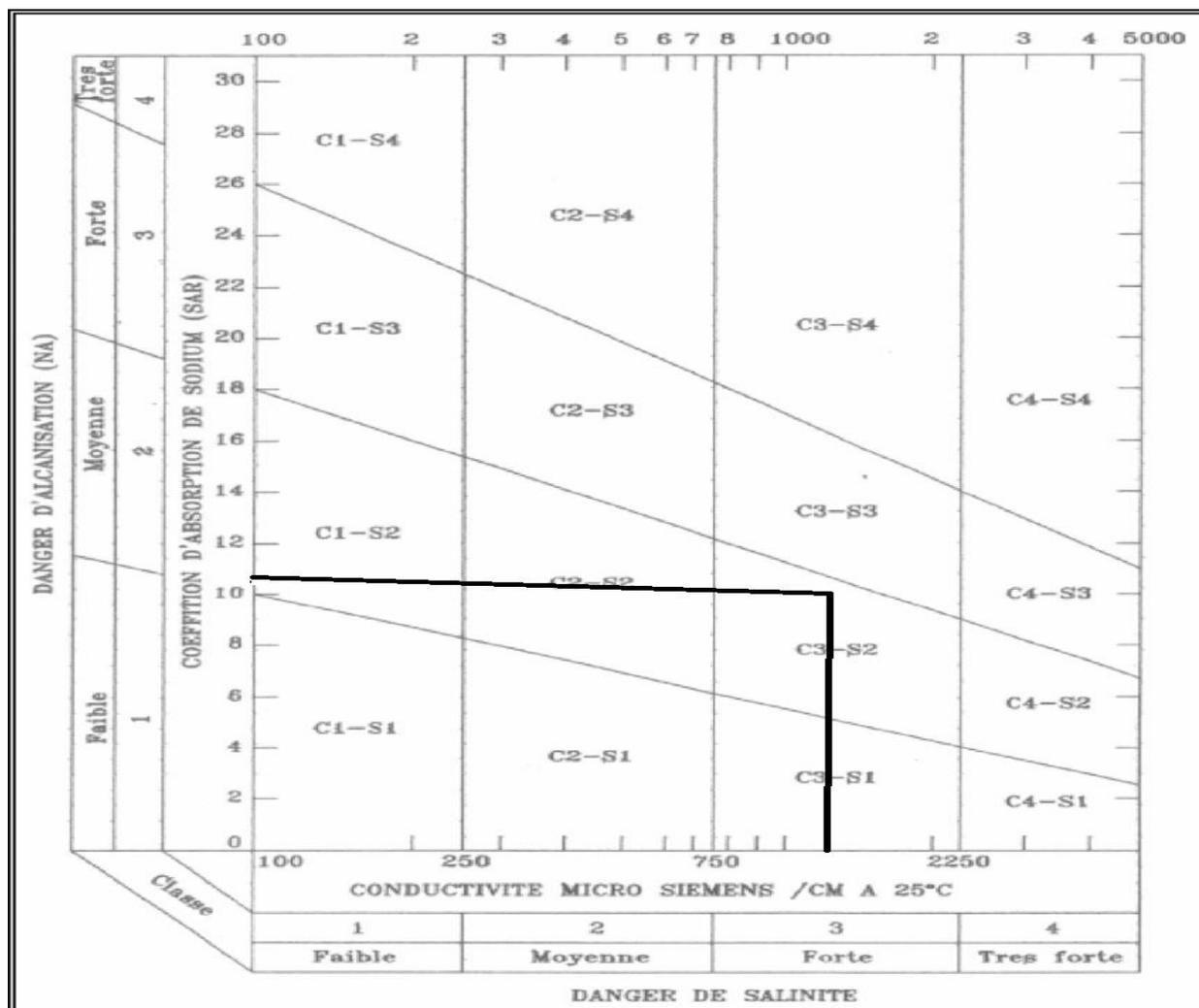


Figure II.3: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

(source: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net))

#### II.4. Calcul de la pluie de projet :

Le calcul de la pluie de projet est nécessaire, puisqu'elle intervient dans l'estimation dans les besoins en eau des cultures projetées dans le périmètre.

##### II.4.1. Choix de la station pluviométrique:

En tenant compte de la position de notre périmètre le choix de la station se fait en vérifiant les conditions suivantes :

- Localisation géographique proche au périmètre
- Les relevés de la station sont récents et s'étalent sur une période d'observation acceptable

**Tableau II.8:** caractéristiques principales de la station pluviométrique.

Nom de la station	code	Coordonnées Lambert		Altitude	Période d'observation	Nombre d'années d'observation
		X(m)	Y(m)			
M'chedallah	150301	640.9	341.7	450	1994-2013	20

(source :ANRH, Alger)

**II.4.2.Répartition de la pluie moyenne annuelle :**

Les précipitations moyennes mensuelles relevées à la station de M'chedallah (1994-2013) sont dans le tableau ci-dessous :

**Tableau II.9:**Répartition mensuelle des précipitations (mm).

Année	Sept	Oct	Nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	Annuel(mm)
1994	89,6	24.8	10.6	21.3	119.11	5.8	46.8	19.5	4.3	38.1	0	1.9	381.8
1995	8,6	11,3	1,6	14,5	29,3	55,7	47.8	28.5	31.8	9.2	9.9	3.9	252.1
1996	31.7	24.3	17.2	14.2	25	0	7	37.1	22.1	2.9	0	30.7	212.2
1997	76.4	25.7	67.8	30.3	28.2	31.5	6	33.5	86.3	5.5	0	8.3	399.5
1998	56.7	10.6	28.9	15	35.5	24.3	20.1	5	15.98	2.8	2.2	11	227.9
1999	50.1	9.2	18.6	77.1	0.3	0	8.1	9.1	40.7	0.1	0	0.1	213.4
2000	20.3	24.1	11.7	60.3	123.9	15.7	4.8	39.8	7.7	0.2	0	6.8	315.3
2001	31.4	3.7	23.9	6	39.2	21	11.7	1	6.9	5.5	6.7	26.9	183.9
2002	5.4	11	81.7	95.7	153.5	35.6	7.1	94	4.9	17	14.2	8.5	528.6
2003	7.7	79.5	34	98.9	26.9	9.4	35.1	65.4	95.7	2	5.9	1.3	461.8
2004	14.5	25.7	50.1	76.7	104.9	58.5	10.9	6	1.9	3	0.2	0	352.4
2005	21.2	22.5	36.1	38.5	28	33	4.3	10.3	27.4	0.1	13.1	5.4	239.9
2006	23.6	0	4.6	17.5	10.8	42.8	91.6	86.7	18.5	5.1	3.1	4.1	308.4
2007	37.6	59.7	19.8	5.6	11.4	27	46.4	4.2	37.2	11.3	1.3	3.4	264.9
2008	32.7	21	41.7	61	58.7	28.1	41.4	43.3	1.8	2.9	0	22.4	355
2009	46.2	7.7	57.1	54.5	37.2	73.7	35.9	6.8	5	46.6	0	14	384.7
2010	7.2	69.3	36.8	13	17.5	54.9	34.3	68.1	48.4	54.4	3.8	2.4	410.1
2011	4.7	32.3	47.5	22.1	16.2	74	33.3	47.3	9.4	0	0.1	0.3	287.2
2012	0.8	39.2	19.8	2.2	28	71.2	44.7	32.1	18.1	0	0	0	256.1
2013	0.6	12.9	41	15.3	23.6	8.2	46.7	13.4	5.3	12.7	0	0	179.7
Moy(mm)	28.4	25.7	32.5	37.0	45.9	33.5	29.2	32.5	24.5	11	3.0	7.6	<b>310.8</b>

(source :ANRH, Alger)

Les caractéristiques de notre série pluviométrique sont regroupées dans le tableau ci-après:

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

moyenne	310.8 mm
Ecart type	96.2
Cv	0.309
p <sub>min</sub>	179.7
p <sub>max</sub>	528.6

(résultats fournis par le logiciel HYFRAN)

**II.4.3. Test d’homogénéité de la série pluviométrique:**

**II.4.3.1. Teste de Wilcoxon :**

C'est un test d'homogénéité qui ne fait pas appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalée sur la même période d'observation. Facile à effectuer , il est l'un des tests les plus utilisés en hydrologie.

Le procédé qu'on suivra pour le test de Wilcoxon est simple. D'abord, on divise notre série pluviométrique en deux sous-séries : X et Y et on nomme N<sub>x</sub> et N<sub>y</sub>, les tailles de ces deux sous- séries respectivement.

Ensuite, on met en place la série x unions y après avoir classé nos précipitations d'origine par ordre croissant. En attribuant à chaque valeur de la série pluviométrique ordonnée , son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient-elle.

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

$$W_{\min} < W_x < W_{\max} \dots \dots \dots (II.2)$$

Avec :  $W_x = |Rang|_x = 125$  ( Somme des rangs de la sous série X)

$$W_{\min} = \left[ \left( \frac{(N_x + N_y + 1) \times N_x - 1}{2} \right) - 1,96 \times \sqrt{\left( \frac{N_x \times N_y \times (N_x + N_y + 1)}{12} \right)} \right] \dots \dots (II.3)$$

$$W_{\max} = \left[ (N_x + N_y + 1) \times N_x - W_{\min} \right] \dots \dots (II.4)$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

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

rang	annuel	série Y	Série X	trier	X Union Y
1	381.8	381.8	461.8	179.7	X
2	252.1	252.1	352.4	183.9	Y
3	212.2	212.2	239.9	212.2	Y
4	399.5	399.5	308.4	213.4	Y
5	227.9	227.9	264.9	227.9	Y
6	213.4	213.4	355	239.9	X
7	315.3	315.3	384.7	252.1	X
8	183.9	183.9	410.1	256.1	X
9	528.6	528.6	287.2	264.9	X
10	461.8		256.1	287.2	X
11	352.4		179.7	308.4	X
12	239.9			315.3	Y
13	308.4			355	X
14	264.9			352.4	X
15	355			381.8	Y
16	384.7			384.7	X
17	410.1			399.5	Y
18	287.2			410.1	X
19	256.1			461.8	X
20	179.7			528.6	Y

Pour :  $N_x=12$  et  $N_y=8$

On a obtenu :  $W_{\min}=89,2$  et  $W_{\max}=205,2$

$89,2 < W_x = 125 < 205,2$

On déduit que la condition d'homogénéité de Wilcoxon est **vérifiée**, donc les précipitations annuelles de la station de M'chedallahsont homogènes.

### II.4.4. Ajustement statistique des pluies:

Afin de connaître les caractéristiques statistiques d'une série pluviométrique quelconque on fait un ajustement suivant les différentes lois existantes. On a opté pour l'utilisation des deux lois les plus adéquates aux pluies annuelles, à savoir :

- La loi normale (Gauss)
- La loi log-normale (Galton)

Pour atteindre nos fins, on s'est servi du logiciel Hyfran. Nous avons obtenu deux graphiques qui sont illustrés ci-dessous.

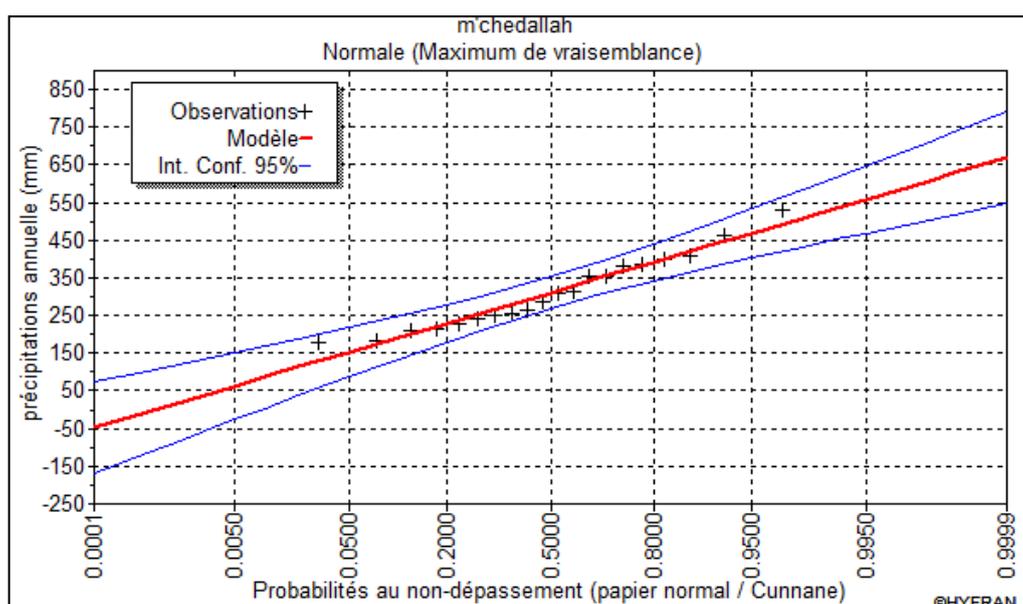
#### II.4.4.1. ajustement à la loi normale:

L'ajustement des séries par la loi normale (loi de Gauss) est la plus utilisée pour les pluies moyennes annuelles. Sa fonction de répartition est la suivante:

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

u : Est la variable réduite de Gauss. Elle est donnée par  $u = \frac{x - \mu}{\sigma}$

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de M'chedallah sont représentés dans la figure, obtenue par le logiciel Hyfran, représentée ci-après :



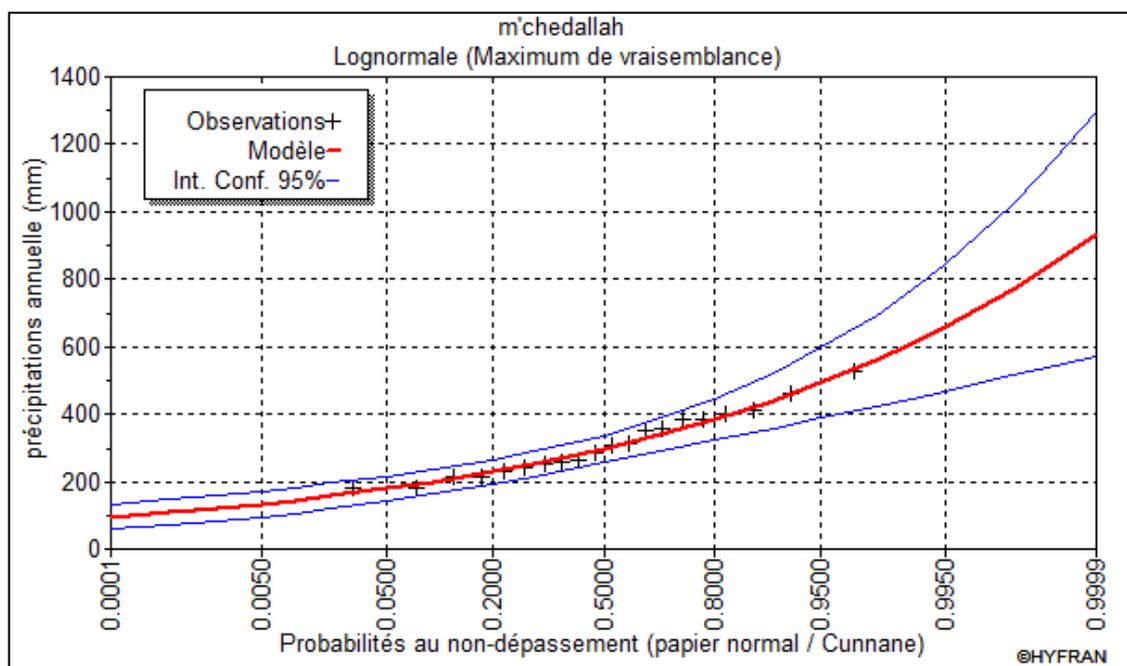
**Figure II.4:** Ajustement des pluies annuelles par la loi normale

Le procédé d'ajustement consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant ;
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées ;
- Calculer la fréquence expérimentale ;
- Calculer la variable réduite de gauss  $u$  ;
- Déterminer les caractéristiques empiriques ;
- Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien ;

#### II.4.4.2. Ajustement à la loi log-normale:

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de M'chedallah à la loi log-normale sont représentés dans la figure suivante, obtenue par le logiciel Hyfran:



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

**II.4.4.3. Test de validité d'un ajustement :**

Après ajustement des données par la loi normale et la loi log-normale, il convient de comparer leur adéquation afin d'adopter le meilleur ajustement. Dans notre cas, nous avons utilisé le test de Khi carrée  $\chi^2$  (Touaibia, B., 2004).

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}} \dots \dots \dots (\text{II.5})$$

D'après le tableau des valeurs (voir annexe 1), on a :  $\chi^2_{\text{théorique}} = 7.815$

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

On a remarqué que la loi log-normale était la plus adéquate vu que le  $\chi^2_{\text{calculé}}$  obtenu par cette loi était inférieur à celui obtenu par la loi normale.

Pour la loi log-normale, on a obtenu les résultats suivant:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.20$$

**Degrés de liberté = 3**

Et en regardant les graphes, on voit que la droite d'Henry pour la loi normale coupe l'axe des ordonnées dans des valeurs négatives, alors cette loi est à écarter.

On aura, ainsi:

**2.20 < 7.815** Donc : la loi est adéquate et l'ajustement est correct.

**Tableau II.12:** Résultat de l'ajustement.

T	q	Xt	Intervalle de confiance
10	0.9	441	360 -522
2	0.5	297	257 -337
1.25	0.2	229	193 -266

(tableau fourni par le logiciel HYFRAN)

**II.4.5. Détermination de l'année de calcul :**

Puisque la loi Log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation

de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

On calcul la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% suivant la formule:

$$P_{\text{moy 80\% de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} * \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}} \dots\dots\dots(\text{II.6})$$

Avec:

$$P_{\text{théorique (80\%) annuelle}} = 297\text{mm}$$

$$P_{\text{théorique (50\%) annuelle}} = 229\text{mm}$$

Donc:

$$P_{\text{moy 80\% de chaque mois}} = 0,77 .P_{\text{moy de chaque mois}} \dots\dots\dots(\text{II.7})$$

Les pluies mensuelles de projet obtenues après calcul sont dans le tableau ci-après:

**Tableau II.13:** Calcul des pluies mensuelles pour l’année sèche ( $f_{\text{req}} = 80\%$ ).

Mois	sept	oct	nov	Dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
$P_{\text{moy}}$ (mm/mois)	28.4	25.7	32.5	37.0	45.9	33.5	29.2	32.5	24.5	11	3.0	7.6
$P_{\text{moy80\%}}$ (mm/mois)	21.9	19.8	25.0	28.5	35.3	25.8	22.5	25.0	18.9	8.5	2.3	5.9

**II.5.Conclusion :**

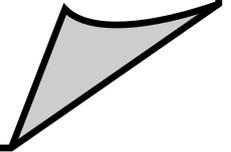
Dans ce chapitre nous avons conclu que notre périmètreest constituée de deux types de sol : sol calcimagnésique et sol peu évolué.

Après interprétation des résultats obtenus lors de l’analyse d’échantillons du sol de notre zone d’étude, on remarqua que celui-ci est un sol principalement sablo-limoneux dont la matière organique et la conductivité électrique sont faibles.

Concernant l’analyse de l’eau qui provient du barrage Tichi Haf,nous avons déduit que notre eau appartient à la classe **C3-S2** avec une salinité forte (nécessité de faire un lessivage) et un risque moyen d’alcalinisation. Ainsi,nous avons calculé les pluies mensuelles de l’année de calcul, nécessaires à l’estimation du bilan hydrique de chaque culture.

# Chapitre III

Besoins en eau des cultures



**Chapitre III : Besoins en eau des cultures****III.1. Introduction :**

Afin de combler les besoins en eau des cultures, il faut leur procurer des conditions hydriques optimales. Ces conditions peuvent être satisfaites par une bonne estimation des besoins en eau de la culture (Evapotranspiration), des réserves d'eau dans le sol et des apports d'eau extérieurs (pluie, irrigation) pendant tous les stades de croissance des cultures.

**III.2. Besoins en eau des cultures :**

L'estimation des besoins en eau d'une culture requiert une connaissance suffisante des plantes à mettre en place et aussi l'analyse de données climatiques et pédologiques de la région pour pouvoir calculer la réserve utile en eau du sol 'RU' et la réserve facilement utilisable par la plante 'RFU' après avoir déterminé l'évapotranspiration des cultures.

**III.2.1. Calcul de l'évapotranspiration :**

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique).

On distingue l'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ ), l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

**III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence ( $ET_0$ ):**

L' $ET_0$  décrit le transport de l'eau depuis la surface vers l'atmosphère, ou la quantité maximale d'eau susceptible d'être perdue en phase vapeur, sous un climat donné, par un couvert végétal continu spécifié (gazon) bien alimenté en eau et pour un végétal en pleine croissance. L' $ET_0$  caractérise la demande en fonction des conditions climatiques exprimée en mm/j.

Il existe deux méthodes pour estimer l' $ET_0$  :

- Les méthodes directes « instruments et appareils » .
- Les méthodes indirectes « utilisation des formules empiriques ».

Pour ce qui est des méthodes indirectes, l'évapotranspiration potentielle de référence peut être calculée suivant plusieurs formules:

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

Ces formules font appel à plusieurs paramètres :

- Température moyenne
- Durée d'insolation
- Vitesse du vent
- Humidité de l'air
- Radiation solaire globale

Ainsi, le calcul exacte de l' $ET_0$  s'avère très compliqué. On effectue, en effet, des calculs approchés et la formule la plus utilisée pour ceci est: la formule de Penman-Monteith (modifiée), recommandée par les experts de la FAO comme étant la méthode privilégiée pour ce calcul.

#### **II.2.2.1. Formule Modifiée de Penman Monteith:**

La formule de Penman-Monteith modifiée est la suivante :

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

**Avec:**

**ET<sub>0</sub>** : évapotranspiration de référence [mm. jour<sup>-1</sup>]

**R<sub>n</sub>** : rayonnement net à la surface de la culture [MJ. m<sup>-2</sup>. jour<sup>-1</sup>]

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

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

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

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

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

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

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

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

Pour aller plus vite dans nos calculs, nous avons employé le logiciel **CROPWAT 8.0** qui est développé par la FAO, en introduisant les données climatiques fournies par la station de Bouira, à savoir:

- Températures moyennes mensuelles en °C.
- Humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière donnée en heures.
- Vitesse du vent en km/jour.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT 8.0** sont récapitulés dans le **tableau III.1**.

**Tableau III.1** : Résultats du calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0

Mois	Températures moy °C	Humidité %	Vent km/jour	Insolation heures	Radiation MJ/m <sup>2</sup> .jour	ET <sub>o</sub> -penman mm/mois
Janvier	8,9	84	225	7.9	11.4	43.2
Février	10.9	82	225	6.9	12.8	50.1
Mars	11.8	74	216	7.9	17.0	79.5
Avril	14.3	71	268	8.4	20.4	106.8
Mai	18.3	68	242	10.5	25.0	144
Juin	23.5	56	242	12.9	29.0	203.1
Juillet	26.3	51	233	13.4	29.3	225.3
Août	27.5	54	216	13.6	28.1	220.2
Septembre	22.5	66	199	10.0	20.5	140.4
Octobre	18.6	71	173	8.5	15.4	90.1
Novembre	14.3	73	207	7.5	11.5	60.3
Décembre	11.4	84	225	6.2	9.2	40
Moy	17.4	70	222	9.5	19.1	117.6

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

L'Evapotranspiration maximale c'est la valeur maximale de la quantité d'eau perdue en s'évaporisant sous un climat donné par un couvert végétal, elle dépend du stade phénologique de la culture (une culture peu couvrante évapore moins qu'une culture pleinement développée) et elle dépend aussi des conditions pédologiques et climatiques.

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

$$ETM = Kc \cdot ET_0 \dots\dots(III.2)$$

avec:

Kc: coefficient cultural

ET<sub>0</sub>: évapotranspiration de référence

### III.2.4. Les Coefficients culturaux (K c) :

Le coefficient cultural (kc) est le rapport entre évapotranspiration maximale et évapotranspiration potentielle de référence . Ses valeurs (**voir annexe 2**)ont été ressorties pour chaque culture, en fonction du stade végétatif de la plante, de la vitesse du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du **bulletin d' irrigation et drainage , F.A.O N°24.**

### III.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation :

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

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

$$B_i = ETM - (P_{eff} + K \cdot R_{FU} - 1) \dots\dots(III.3)$$

Avec :

- ✓ **ETM** : évapotranspiration maximale en (mm/mois)
- ✓ **Peff** : pluie efficace en mm
- ✓ **RFU** : Réserve du sol assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période
- ✓ **K**: est un coefficient généralement égal à 0 ou 1/3

Le calcul de la RFU se fait comme suit

$$\text{RFU} = Y (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \cdot \text{Da} \cdot \text{Z} \dots\dots\dots(\text{III.4})$$

Avec :

- ✓ Y : degré de tarissement
- ✓ Da : densité apparente (1.4)
- ✓ Z : profondeur d'enracinement mm
- ✓ Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (18%)
- ✓ Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas on prend (8%)

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

III.3.1. Détermination de la pluie efficace :

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

Il y a diverses méthodes pour calculer  $P_{\text{eff}}$ , on opte pour celle du pourcentage fixe (80%) selon la formule suivante:

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = 80\% \times \text{Pluies moyennes mensuelles}(80\%)(\text{mm/mois}) \dots\dots\dots(\text{III.5})$$

Les résultats de calcul sont regroupés dans le tableau ci-après.

**Tableau III.2** : Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm.

Mois	sept	oct	nov	Dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	Juil	aout
$P_{moy80\%}$ (mm/mois)	21.9	19.8	25.0	28.5	35.3	25.8	22.5	25.0	18.9	8.5	2.3	5.9
$P_{EFF}$ (mm/mois)	17.5	15.8	20	22.8	28.2	20.6	18.0	20	15.1	6.8	1.8	4.7

**III.3.2. Choix des cultures :**

On choisit nos cultures en prenant en considération quelque critères, comme:

- Le climat de la zone d'étude.
- La qualité de l'eau d'irrigation.
- Les caractéristiques du sol.
- Les disponibilités des moyens de production.
- La demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

**III.3.2.1. Cultures proposées :**

L'arboriculture occupe la moitié de notre terrain cultivé, le scénario d'occupation du sol par les cultures, retenues pour le projet est récapitulé dans le tableau suivant:

**Tableau III.3** : Occupation du sol en fonction des cultures.

Les cultures	Surface (%)	Surface (Ha)
<b>La céréaliculture :</b>	10	41.2
▪ Blé dur		
<b>Les cultures fourragères :</b>	10	41.2
▪ Orgeen vert		
<b>Le maraîchage :</b>		123.6
▪ Pomme de terre		
▪ Oignon vert	30	
▪ Choux		
▪ Betterave		
<b>L'arboriculture :</b>		206
▪ Olivier	50	
▪ Pommiers		
<b>Total</b>	100	412

**III.3.2.2. Identification des principaux types d'assolement :**

L'assolement est le découpage nécessaire pour organiser une rotation des cultures. Celle-ci concerne toutes les plantes cultivables :

- Céréales
- Oléagineux
- Légumineuses

**III.3.2.3. Avantages de la rotation des cultures :**

Voici une petite liste des avantages de la rotation culturale :

- L'alternance de plantes aux racines différentes permet de fertiliser naturellement le sol.
- Les maladies et les parasites spécifiques à une espèce n'ont pas le temps de s'implanter.
- La biodiversité est encouragée.
- Aucun traitement chimique n'est nécessaire.

Les assolements proposés sont détaillés dans le tableau suivant:

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

Assolement 1	Assolement 2
Blé	Orge
Pomme de terre(as)	choux
betterave	oignon
hors assolement : Arboriculture Olivier + Pommier	hors assolement : Arboriculture Olivier + Pommier

**III.3.3. Cycle végétatif des cultures :**

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

Tableau III.5: Cycle végétatif des cultures.

cultures	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juill	aout
blé			←								→	
orge			←								→	
Pomme de terre (as)							←				→	
choux	←			→								
betterave			←							→		
oignon		←				→						
Oliviers	←											→
Pommiers	←											→

**III. 4. Calcul des besoins en eau des cultures :**

Les besoins en eau sont récapitulés dans les tableaux suivants:

Tableau III.6 : Calcul des besoins en eau du Blé dur

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	21.9	17.5	140.4		–	–			
<b>Oct</b>	19.8	15.8	90.1		–	–			
<b>Nov</b>	25	20	60.3	0.30	27.9	0	0.40	24.1	4.1
<b>Déc</b>	28.5	22.8	40	0.50	46.5	9.3	0.65	26	0
<b>Jan</b>	35.3	28.2	43.2	0.50	46.5	15.5	0.90	38.9	0
<b>Fév</b>	25.8	20.6	50.1	0.60	55.8	15.5	1.00	50.1	14
<b>Mars</b>	22.5	18	79.5	0.60	55.8	0	1.05	83.5	65.5
<b>Avril</b>	25	20	106.8	0.60	55.8	0	0.85	90.8	70.8
<b>Mai</b>	18.9	15.1	144	0.60	55.8	0	0.60	86.4	<b>71.3</b>
<b>Juin</b>	8.5	6.8	203.1	0.60	55.8	0	0.35	71.1	64.3
<b>Juill</b>	2.3	1.8	225.3		–	–			
<b>Août</b>	5.9	4.7	220.2		–	–			

Tableau III.7 : Calcul des besoins en eau de l'oignon vert

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	21.9	17.5	140.4						
Oct	19.8	15.8	90.1	0.40	37.2	0	0.50	45.0	29.2
Nov	25	20	60.3	0.40	37.2	0	0.75	45.2	25.2
Déc	28.5	22.8	40	0.40	37.2	12.4	0.95	38	2.8
Jan	35.3	28.2	43.2	0.40	37.2	12.4	0.95	41.0	0
Fév	25.8	20.6	50.1	0.40	37.2	12.4	0.70	35.1	2.1
Mars	22.5	18	79.5						
Avril	25	20	106.8						
Mai	18.9	15.1	144						
Juin	8.5	6.8	203.1						
Juill	2.3	1.8	225.3						
Août	5.9	4.7	220.2						

**Tableau III.8:** calcul des besoins en eau de la pomme de terre (as).

Mois	P moy(mm)	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	21.9	17.5	140.4						
Oct	19.8	15.8	90.1						
Nov	25	20	60.3						
Déc	28.5	22.8	40						
Jan	35.3	28.2	43.2						
Fév	25.8	20.6	50.1						
Mars	22.5	18	79.5	0.4	37.2	0	0.75	59.6	41.6
Avril	25	20	106.8	0.6	55.8	0	0.9	96.1	76.1
Mai	18.9	15.1	144	0.6	55.8	0	1.1	158.4	143.3
Juin	8.5	6.8	203.1	0.6	55.8	0	0.8	162.4	<b>155.6</b>
Juill	2.3	1.8	225.3						
Août	5.9	4.7	220.2						

Tableau III.9 : Calcul des besoins en eau du chou.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	21.9	17.5	140.4	0.30	27.9	0	0.50	70.2	<b>52.7</b>
<b>Oct</b>	19.8	15.8	90.1	0.40	37.2	0	0.70	63.1	47.3
<b>Nov</b>	25	20	60.3	0.50	46.5	0	0.95	57.3	37.3
<b>Déc</b>	28.5	22.8	40	0.60	55.8	15.5	0.80	32	0
<b>Jan</b>	35.3	28.2	43.2						
<b>Fév</b>	25.8	20.6	50.1						
<b>Mars</b>	22.5	18	79.5						
<b>Avril</b>	25	20	106.8						
<b>Mai</b>	18.9	15.1	144						
<b>Juin</b>	8.5	6.8	203.1						
<b>Juill</b>	2.3	1.8	225.3						
<b>Août</b>	5.9	4.7	220.2						

Tableau III.10 : calcul des besoins en eau de l'orge en vert

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	21.9	17.5	140.4						
<b>Oct</b>	19.8	15.8	90.1						
<b>Nov</b>	25	20	60.3	0.30	27.9	0	0.40	24.1	4.1
<b>Déc</b>	28.5	22.8	40	0.50	46.5	15.5	0.65	26	0
<b>Jan</b>	35.3	28.2	43.2	0.50	46.5	15.5	0.90	38.9	0
<b>Fév</b>	25.8	20.6	50.1	0.60	55.8	0	0.90	45.1	24.5
<b>Mars</b>	22.5	18	79.5	0.60	55.8	0	0.90	71.6	53.6
<b>Avril</b>	25	20	106.8	0.60	55.8	0	0.85	90.8	70.8
<b>Mai</b>	18.9	15.1	144	0.60	55.8	0	0.60	86.4	<b>71.3</b>
<b>Juin</b>	8.5	6.8	203.1	0.60	55.8	0	0.35	71.1	64.3
<b>Juill</b>	2.3	1.8	225.3						
<b>août</b>	5.9	4.7	220.2						

Tableau III.11 : Calcul des besoins en eau de la betterave.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	21.9	17.5	140.4						
Oct	19.8	15.8	90.1						
Nov	25	20	60.3	0.5	46.5	0	0.4	24.1	4.1
Déc	28.5	22.8	40	0.9	83.7	15.5	0.5	20	0
Jan	35.3	28.2	43.2	0.9	83.7	27.9	0.7	30.2	0
Fév	25.8	20.6	50.1	0.95	88.4	27.9	0.8	40.1	0
Mars	22.5	18	79.5	0.9	83.7	0	0.95	75.6	<b>57.6</b>
Avril	25	20	106.8	0.7	65.1	0	0.6	64.1	44.1
Mai	18.9	15.1	144						
Juin	8.5	6.8	203.1						
Juill	2.3	1.8	225.3						
Août	5.9	4.7	220.2						

Tableau III.12 : calcul des besoins en eau du pommier

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sept</b>	21.9	17.5	140.4	1.5	139.5	0	0.7	98.3	80.8
<b>Oct</b>	19.8	15.8	90.1	1.5	139.5	0	0.7	63	47.2
<b>Nov</b>	25	20	60.3	1.5	139.5	0	0.7	42.2	22.2
<b>Déc</b>	28.5	22.8	40	1.5	139.5	46.5	0.7	28	5.2
<b>Jan</b>	35.3	28.2	43.2	1.5	139.5	46.5	0.7	30.2	2
<b>Fév</b>	25.8	20.6	50.1	1.5	139.5	0	0.7	35.1	14.5
<b>Mars</b>	22.5	18	79.5	1.5	139.5	0	0.8	63.6	45.6
<b>Avril</b>	25	20	106.8	1.5	139.5	0	0.85	90.8	70.8
<b>Mai</b>	18.9	15.1	144	1.5	139.5	0	0.85	122.4	107.3
<b>Juin</b>	8.5	6.8	203.1	1.5	139.5	0	0.7	142.2	135.4
<b>Juill</b>	2.3	1.8	225.3	1.5	139.5	0	0.7	157.7	<b>155.9</b>
<b>Août</b>	5.9	4.7	220.2	1.5	139.5	0	0.7	154.1	149.4

Tableau III.13 : Calcul des besoins en eau des oliviers.

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sept</b>	21.9	17.5	140.4	1.5	139.5	0	0.85	119.3	101.8
<b>Oct</b>	19.8	15.8	90.1	1.5	139.5	0	0.85	76.6	60.8
<b>Nov</b>	25	20	60.3	1.5	139.5	0	0.75	45.2	25.2
<b>Déc</b>	28.5	22.8	40	1.5	139.5	46.5	0.65	26	0
<b>Jan</b>	35.3	28.2	43.2	1.5	139.5	46.5	0.65	28.1	0
<b>Fév</b>	25.8	20.6	50.1	1.5	139.5	0	0.65	32.6	12
<b>Mars</b>	22.5	18	79.5	1.5	139.5	0	0.65	51.7	33.7
<b>Avril</b>	25	20	106.8	1.5	139.5	0	0.65	69.4	49.4
<b>Mai</b>	18.9	15.1	144	1.5	139.5	0	0.65	93.6	78.5
<b>Juin</b>	8.5	6.8	203.1	1.5	139.5	0	0.85	172.6	165.8
<b>Juill</b>	2.3	1.8	225.3	1.5	139.5	0	0.85	191.5	<b>189.7</b>
<b>Août</b>	5.9	4.7	220.2	1.5	139.5	0	0.85	187.2	182.5

Tableau III.14:Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.

Mois	Blé	Pomme de terre(as)	betterave	pommier	olivier	max	total
Sept				80.8	101.8	101.8	182.6
Oct				47.2	60.8	60.8	108
Nov	4.1		4.1	22.2	25.2	25.2	55.6
Déc	0		0	5.2	0	5.2	5.2
Jan	0		0	2	0	2	2
Fév	14		0	14.5	12	14.5	40.5
Mar	65.5	41.6	57.6	45.6	33.7	65.5	244
Avr	70.8	76.1	44.1	70.8	49.4	76.1	311.2
Mai	<b>71.3</b>	143.3		107.3	78.5	143.3	400.4
Jui	64.3	155.6		135.4	165.8	165.8	<b>521.1</b>
Juill				155.9	189.7	189.7	345.6
Août				149.4	182.5	182.5	331.9

Tableau III.15: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.

Mois	Orge	chou	Oignon vert	olivier	pommier	max	total
Sep		52.7		101.8	80.8	101.8	235.3
Oct		47.3	29.2	60.8	47.2	60.8	184.5
Nov	4.1	37.3	25.2	25.2	22.2	37.3	114
Déc	0	0	2.8	0	5.2	5.2	8
Jan	0		0	0	2	2	2
Fév	24.5		2.1	12	14.5	24.5	53.1
Mars	53.6			33.7	45.6	53.6	132.9
Avr	70.8			49.4	70.8	70.8	120.2
Mai	<b>71.3</b>			78.5	107.3	107.3	257.1
Jui	64.3			165.8	135.4	165.8	<b>365.5</b>
Juill				<b>189.7</b>	<b>155.9</b>	189.7	345.6
Août				182.5	149.4	182.5	331.9

### III.5. Calcul du débit spécifique :

Le débit spécifique est estimé d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée précédemment à partir de la répartition culturale. Il est appelé aussi débit fictif continu et se calcule selon la formule suivante:

$$qs = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha} \dots \dots (III.6)$$

**Avec:**

$N_i$  = nombre d'heures d'irrigation (22h)

$N_j$  = nombre de jours du mois de pointe (30)

$E_i$  = efficacité d'irrigation (0.75)

- L'assolement le plus exigeant dans notre cas est le premier assolement avec un

**$B_{net} = 521.1 \text{ mm/mois}$**  au mois de juin.

En appliquant la formule ci-dessus avec ce besoin net , on obtiendra:

➔  **$q_s = 2.9 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$**

Dans ce cas, on recalculera le débit spécifique en utilisant le besoin de la culture la plus exigeante ( l'olivier avec **189.7mm**).

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

➔  **$q_s = 1.1 \text{ l/s/ha}$**  ; ce débit est largement inférieur à 1.5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

**III.6.Evaluation du débit caractéristique :**

Le débit caractéristique est calculé afin d'estimer le débit maximum que le système de desserte doit fournir pour irriguer chaque parcelle. Il est calculé comme suit:

$$Q_{car} = q_s \cdot S \dots \dots (III.7)$$

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

$S$  : la superficie nette à irriguer = 412ha

➔  **$Q_{car} = q_s \cdot S = 1.1 \cdot 412 = 453.2 \text{ l/s}$**

**III.7.Estimation des volumes d'eau d'irrigation :**

En connaissant les volumes d'eau d'irrigation , on peut de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

**Le volume des besoins en eau =  $\sum$  ( besoins brut des cultures )**

Avec: besoin brut= besoin net /efficacité.....(III.8)

Le volume des besoins en eau de notre périmètre est calculé dans le tableau III.16.

**Tableau III.16** : volume d'eau d'irrigation.

Type des cultures	Surface (Ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins en eau brut (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins brut totaux (m <sup>3</sup> )
<b>La céréaliculture</b>	<b>41.2 Ha</b>				
-Blétendre	41.2	290	2900	3866.7	159308
<b>Les fourragères</b>	<b>41.2Ha</b>				
-Orgeen vert	41.2	288.6	2886	3848	158537.6
<b>Le maraichage</b>	<b>123.6Ha</b>				
oignon vert	50.6	59.3	593	790.7	40009.4
Pomme de terre (as)	10	416.6	4166	5554.7	55547
betterave	40	105.8	1058	1410.7	56428
chou	23	137.3	1373	1830.7	42106.1
<b>Les arboricultures</b>	<b>206Ha</b>				
oliviers	105	899.4	8994	11992	1259160
pommiers	101	836.3	8363	11150.7	1126220.7
				<b>Besoins totaux</b>	<b>2897316.8m<sup>3</sup></b>

**III.8. Calcul des besoins en eau de lessivage:**

On remarque que la salinisation du sol n'est pas très élevée (0.3 à 2.5 mmhos.cm-1), mais en peut avoir une salinisation secondaire induite par l'activité humaine, liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées.

Pour éliminer les sels accumulés dans le profil racinaire, on doit fournir aux sols un apport d'eau supplémentaire a fin de maintenir une humidité convenable assurant un entraînement des sels au- de là des racines.

Le besoin de lessivage minimum ou la fraction de lessivage nécessaire pour contrôler les sels dans la tolérance de la culture pour un rendement acceptable, sera calculée par l'équation:

$$L_r = \frac{EC_w}{5 CE_e - CE_w}$$

.....(III.9) (Rhoades 1974).

Où :

**Lr:** La fraction de lessivage minimum (%) ;

**CEw:** Conductivité électrique moyenne de l'eau d'irrigation en mmhos.cm-1, CEw = 1.35 mmhos.cm-1 (cf. Chapitre 02) ;

**CEe:** Salinité du sol moyenne tolérée par la culture qui provoque une chute de rendement de 10% (mmhos.cm-1).

on prend la valeur moyenne de: CEe =2.03 mmhos.cm-1.

**Lr=1.35/(5\*2.03-1.35)= 0.15**

La fraction de lessivage minimum est de 15% des besoins en eau d'irrigation(434597.5m<sup>3</sup>), pour ne pas surdimensionner le réseau d'irrigation surtout que les besoins du mois de pointe sont importants, la dose de lessivage sera apportée en dehors des mois de pointe de préférence après une période pluvieuse pour profiter de la saturation complète du sol favorisant par suite la dissolution des sels.

Outre, le lessivage en période de pointe n'est pas efficace étant donné que l'évaporation pendant cette période est très importante et la qualité de l'eau est médiocre.

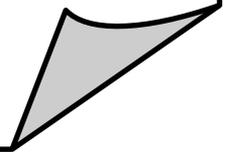
**Interprétation:** On remarque que le volume nécessaire pour les besoins en eau des cultures dans notre secteur durant toute leur période végétative est de l'ordre de 3.3Hm<sup>3</sup>. Puisque le barrage de Tichi Haf a un volume de 43Hm<sup>3</sup>/ an alloué à l'irrigation du périmètre d'Oued Sahel (selon l'ANBT), on déduit qu'on peut satisfaire les besoins en eau de notre secteur , à partir de ce barrage.

**III.9. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons d'abord choisi les cultures à mettre en place dans notre secteur tout en déterminant leurs besoins en eau(irrigation+ lessivage). Ensuite , on a pu estimer le débit spécifique en démarrant des besoins en eau de la culture la plus exigeante pour faire face aux contraintes agricoles et agronomiques. A la fin , on a déterminé les besoins en eau totaux des cultures pour en déduire que la capacité du barrage Tichi Haf les satisfait largement .

# Chapitre IV

## Etude du système d'adduction



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

### **IV.1. Introduction :**

L'activité de l'adduction d'eau consiste à mettre en place des réseaux et infrastructures pour acheminer l'eau depuis la source, là où l'on a besoin. Il existe principalement deux systèmes d'adduction : le système gravitaire où l'eau s'écoule grâce à la pression engendrée par la différence de niveaux hydrauliques et le système d'adduction par refoulement où la pression résulte du fonctionnement des pompes. Le système est choisi selon ce qui correspond le mieux à la situation du périmètre vis à vis de la source d'eau.

Pour le réseau de distribution en irrigation, il est de type ramifié.

### **IV.2. Alimentation en eau du périmètre :**

Le périmètre d'Oued Sahel est irrigué à partir de deux barrages : Tilesdit et Tichi haf. Pour ce qui est de notre secteur d'étude Chorfa, il est irrigué à partir du barrage de Tichi Haf seulement. Celui-ci possède une capacité de 81 Hm<sup>3</sup>.

### **IV.3. Organisation et structure du périmètre :**

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

Le périmètre d'Oued Sahel est situé à l'aval du barrage de Tichi Haf, il englobe plusieurs ilots organisés en secteurs, l'un de ces secteurs est Chorfa, notre zone d'étude.

#### **IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation :**

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

Le découpage en ilots est guidé par les dispositions types du matériel envisageable pour l'irrigation de la parcelle. On doit choisir des géométries de l'ilot permettant de pratiquer différents modes d'irrigation, y compris le gravitaire, dans de bonnes conditions techniques et économiques.

**IV.3.2. Rôle des bornes d'irrigation :**

Une borne d'irrigation est l'organe hydraulique destiné à assurer la livraison de l'eau , à partir des réseaux collectifs des distributions sous pression .

Une borne est constitué par le corps de la borne proprement dit (base d'entrée à brides, dispositif d'obturation, boîtier de distribution à une ou plusieurs sorties)

Une bornes doit remplir les fonctions suivantes:

- ✓ Etablir ou interrompre la fourniture d'eau sans coup de bélier .
- ✓ Compter les volumes distribués par la prise dont elle est équipée et limiter son débit.
- ✓ Réguler la pression ovale.

**IV.3.3. Calcul hydraulique aux bornes :**

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

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

Avec :

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

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

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

Généralement on admet :

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

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

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

(source: cours d'irrigation, ENSH 2020)

Pour ce qui est du diamètre du corps de régulation , il sera choisi comme suit:

$$D=65 \text{ mm si } Q < 8 \text{ l/s}$$

$$D=100 \text{ mm si } 8 \text{ l/s} < Q < 20 \text{ l/s}$$

$$D=150 \text{ mm si } 20 \text{ l/s} < Q < 25 \text{ l/s}$$

$$D=200 \text{ mm si } Q > 25 \text{ l/s}$$

Dans le tableau suivant on précisera le type de bornes qu'on a choisi ainsi que leurs diamètres en fonction des débits aux bornes et de la surface de chaque îlot.

**Tableau IV.2 :** Calcul des débits des îlots et choix du type de bornes.

îlots	superfici es (ha)	parcell es	Superfici es (ha)	Q (l/s/ha)	Q <sub>b</sub> (l/s)	Matériau	Corp de régulation(m m)	Borne type
I1	16.66	P1	4	4,4	18.3 3	fonte	100	Type B
		P2	3.15	3,47				
		P3	4.37	4,81				
		P4	5.13	5,64				
I2	8.00	P5	4.69	5,16	8.8	fonte	100	Type A2
		P6	3.31	3,64				
I3	5.99	P7	1.99	2,19	6.59	fonte	65	Type A2
		P8	4.00	4,4				
I4	7.37	P9	1.62	1,78	8.11	fonte	65	Type A4
		P10	1.12	1,23				
		P11	2.64	2,90				
		P12	2.01	2,21				
I5	11.11	P13	3.29	3,62	12.2 2	fonte	100	Type B
		P14	1.8	1,98				
		P15	2.4	2,64				
		P16	3.62	3,98				
I6	20.82	P17	3.75	4,13	22.9 0	fonte	100	Type B

		P18	5.9	6,49				
		P19	6.13	6,74				
		P20	5.04	5,54				
I7	22.06	P21	12.66	13,93	24.2 7	fonte	100	Type B
		P22	9.4	10,34				
I8	18.33	P23	7.62	8,38	20.1 6	fonte	100	Type B
		P24	3.06	3,37				
		P25	2.7	2,97				
		P26	4.95	5,45				
I9	10.68	P27	5.05	5,56	11.7 5	fonte	100	Type B
		P28	5.63	6,19				
I10	18.44	P29	5.41	5,95	20.2 8	fonte	100	Type B
		P30	4.23	4,65				
		P31	4.84	5,32				
		P32	3.96	4,36				
I11	29.82	P33	8.58	9,44	32.8	fonte	150	Type B
		P34	5.51	6,06				
		P35	10.27	11,3				
		P36	5.46	6,00				
I12	5.74	P37	2.88	3,17	6.31	fonte	65	Type A2
		P38	2.86	3,14				
I13	20.89	P39	10.25	11,28	22.9 8	fonte	100	Type B
		P40	10.64	11,70				
I14	14.46	P41	5.81	6,39	15.9	fonte	100	Type B
		P42	8.65	9,52				
I15	18.09	P43	4.67	5,14	19.9	fonte	100	Type B
		P44	3.72	4,09				
		P45	4.51	4,96				
		P46	5.19	5,71				
I16	11.64	P47	5.79	6,37	12.8 0	fonte	100	Type B
		P48	5.85	6,44				
I17	6.66	P49	3.24	3,56	7.32	fonte	65	Type A2

		P50	3.42	3,76				
I18	19.36	P51	3.2	3,52	21.3 0	fonte	100	Type B
		P52	6.37	7,01				
		P53	3.4	3,74				
		P54	6.39	7,03				
I19	14.50	P55	3.76	4,14	15.9 5	fonte	100	Type B
		P56	3,85	4,24				
		P57	3.9	4,29				
I20	1.44	P59	0.66	0,73	1.58	fonte	65	Type A2
		P60	0.78	0,85				
I21	9.36	P61	2.62	2,88	10.3 0	fonte	100	Type A4
		P62	1.62	1,78				
		P63	2.54	2,79				
		P64	2.58	2,84				
I22	6.92	P65	1.67	1,84	7.61	fonte	65	Type A4
		P66	1.93	2,12				
		P67	1.7	1,87				
		P68	1.62	1,78				
I23	1.62	P69	0.84	0,92	1.78	fonte	65	Type A2
		P70	0.78	0,86				
I24	2.24	P71	1.63	1,79	2.46	fonte	65	Type A2
			0.61	0,67				
I25	4.16	P73	1.38	1,52	4.57	fonte	65	Type A2
			2.78	3,06				
I26	4.65	P75	1.03	1,13	5.12	fonte	65	Type A4
		P76	0.88	0,97				
		P77	1.01	1,11				
		P78	1.73	1,90				
I27	6.45	P79	2.44	2,68	7.10	fonte	65	Type A4
		P80	1.9	2,09				
		P81	1.31	1,44				
		P82	0.8	0,88				
I28	9.1	P83	2.06	2,27	10.0 1	fonte	100	Type A4
		P84	2.5	2,75				
		P85	2.04	2,24				
		P86	2.5	2,75				
I29	10.2	P87	6.35	6,99	11.2 2	fonte	100	Type B
		P88	3.85	4,24				

I30	3.04	P89	1.84	2,02	3.34	fonte	65	Type A2
		P90	1.2	1,32				
I31	18.17	P91	5.07	5,58	19.9 9	fonte	100	Type B
		P92	4.18	4,60				
		P93	4.51	4,96				
		P94	4.41	4,85				
I32	6.74	P95	3.88	4,27	7.41	fonte	65	Type A2
		P96	2.86	3,15				
I33	3.98	P97	1.88	2,07	4.38	fonte	65	Type A2
		P98	2.1	2,31				
I34	6.84	P99	3.79	4,17	7.52	fonte	65	Type A2
		P100	3.05	3,36				
I35	8.01	P101	4.39	4,83	8.81	fonte	100	Type A2
		P102	3.62	3,98				
I36	3.67	P103	1.71	1,88	4.04	fonte	65	Type A2
		P104	1.96	2,16				
I37	1.77	P105	0.91	1,00	1.95	fonte	65	Type A2
		P106	0.86	0,95				
I38	3.05	P107	0.77	0,85	3.36	fonte	65	Type A4
		P108	1	1,10				
		P109	0.42	0,46				
		P110	0.86	0,95				
I39	5.58	P111	0.95	1,05	6.14	fonte	65	Type A4
		P112	1	1,10				
		P113	2.35	2,59				
		P114	1.28	1,41				
I40	6.64	P115	3.76	4,14	7.3	fonte	65	Type A2
		P116	2.88	3,17				
I41	7.53	P117	3.22	3,54	8.28	fonte	65	Type A2
		P118	4.31	4,74				

#### **IV.4. Description de l'aménagement du périmètre :**

##### **IV.4.1. Choix de la variante d'aménagement :**

Lors de l'aménagement d'un périmètre d'irrigation, plusieurs variantes d'aménagement sont proposées et l'une d'elles est choisie en fonction de la disponibilité de la source d'eau, en essayant de mettre en place le meilleur schéma hydraulique pour irriguer nos cultures en tenant compte des pertes de charge minimales et du meilleur tracé (tracé économique).

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

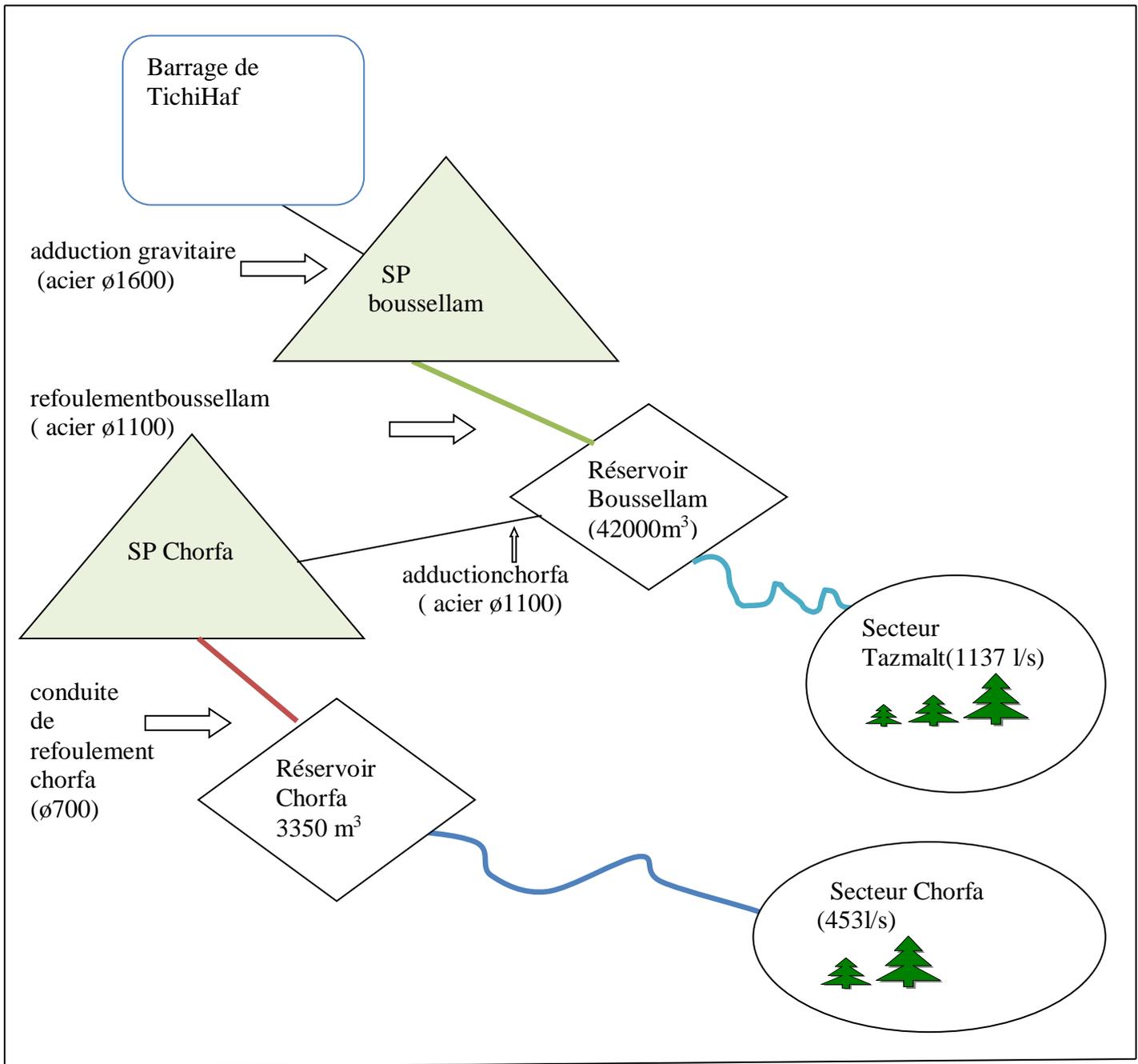
La variante 1 est celle du réseau gravitaire sans pompage et donc sans réservoir. Une conduite enterrée en PEHD part de la chambre des vannes vers la station de tête (ST), qui alimentera le secteur. Cette variante est refusée car notre barrage est très loin du périmètre et aussi se trouve à une cote inférieure à celle de la station de tête qui dessert les parcelles.

##### **IV.4.1.2. La variante 2 :**

La variante 2 consiste à alimenter le périmètre par succession de deux pompes.

L'eau arrive vers la station de pompage BOUSSELLAM gravitairement à partir du barrage de TichiHaf avec une conduite en acier  $\varnothing 1600$  sur une longueur de 12815 m, puis elle est refoulée avec une conduite en acier  $\varnothing 1100$  vers le réservoir de stockage de BOUSSELLAM ( $42000\text{m}^3$ ) qui dessert le secteur de Tazmalt et la station de pompage de CHORFA toujours par le biais d'une conduite en acier  $\varnothing 1100$ . Celle-ci se charge du refoulement par un tuyau en fonte  $\varnothing 700$  sur une longueur de 830 m vers le réservoir de régulation de Chorfa qui va desservir les branches et les bornes de notre secteur d'étude en assurant les pressions adéquates au niveau des bornes.

Cette variante est schématisée dans la figure ci-après:



**Figure IV.1:** schéma explicatif de la variante 2

(source: ONID ,Bouira)

#### **IV.4.1.3. Choix de la variante :**

Suivant les critères que présente notre zone d'étude la variante retenue pour l'aménagement du secteur Chorfa est la seconde c'est-à-dire : variante avec deux systèmes de pompage, étant jugée la plus convenable.

#### **IV.5. Etude du système de pompage principal :**

##### **IV.5.1. Les pompes :**

Une **pompe hydraulique** se caractérise par trois chiffres clés : le débit, la dénivelé, et par conséquent, la pression. Une autre donnée doit être prise en compte : la nature de l'eau puisée.

En irrigation ou pour tout autre domaine d'hydraulique la pompe doit satisfaire ces critères:

- **Le débit de la pompe** doit être adapté aux besoins en eau.
- **Le dénivelé et la pression** : la pompe puise de l'eau dans une source et doit ensuite la refouler vers un autre niveau (réseau d'évacuation ou réseau d'alimentation). Sa puissance et donc sa pression, dépendent de ces deux distances. On estime que pour surmonter un dénivelée de 10m, il faut une pression de 1 bar. Pour une source située à une profondeur inférieure à 7m, il faut installer une pompe de surface. Dans le cas d'une profondeur plus importante, il faut avoir recours à une pompe immergée, comme une pompe de forage ou une pompe de puits. Une pompe peut également assurer une pression satisfaisante au niveau du point de refoulement, quand celle-ci est insuffisante : sans réservoir, c'est un surpresseur et avec réservoir, c'est un groupe de surpression.
- **Nature des effluents** : il existe des pompes pour eaux claires, usées ou chargées.

Parmi les divers types de pompes qui existent , on a les turbopompes. Dans cette catégorie, on trouve les pompes axiales, à écoulement radial et les pompes semi axiales.

##### **1.Les pompes à écoulement radial :**

Ce sont les pompes centrifuges . Elles permettent de relever de faibles débits sur de grandes hauteurs. La hauteur de refoulement augmente avec le diamètre extérieur de la roue.

Dans ce cas, l'écoulement est radial et les aubages sont des surfaces planes.

**2. Les pompes axiales** : Ce sont les pompes hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

**3. Les pompes semi axiales:**

Pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs on montre que les vitesses d'entrée doivent être faibles. La hauteur de refoulement étant faible, le diamètre de sortie est relativement faible d'où la construction d'une pompe hélico-centrifuge avec des dimensions importantes. Les diamètres d'entrée et de sortie sont comparables.

**IV.5.2. Calculs hydrauliques du système d'adduction :**

Vu que le réservoir qui dessert notre secteur d'étude est alimenté par un autre réservoir et non pas directement du barrage , on s'intéresse dans les calculs de l'adduction aux plans d'eau d'aspiration maximal et minimal d'eau dans le réservoir de desserte (Boussellam) et au niveau maximal dans le réservoir d'arrivée (Chorfa) . Nous possédons les données suivantes:

- ✓ plan d'eau d'aspiration maximal dans le réservoir Boussellam.....379m
- ✓ plan d'eau d'aspiration minimal dans le réservoir Boussellam.....375m
- ✓ le niveau maximal d'arrivée dans le Réservoir Chorfa .....423m

On aura:

- La hauteur géométrique maximale:  $H_{g_{max}} = 423 - 375 = 48\text{m}$
- La hauteur géométrique minimale:  $H_{g_{min}} = 423 - 379 = 44\text{m}$
- La hauteur géométrique moyenne :  $H_{g_{moy}} = (48 + 44) / 2 = 46\text{m}$

**IV.5.3. Détermination de la hauteur d'élévation calculée :**

La hauteur d'élévation se calcule comme suit :

$$H_{cal} = H_g + \sum h_p (\text{asp}) + \sum h_p (\text{ref}) + P_{exh} \dots \dots (IV.2)$$

Avec :

- ✓  $H_g$  : Hauteur géométrique (m) ;
- ✓  $\sum h_p (\text{asp})$  : Pertes de charges à l'aspiration (m) ;
- ✓  $\sum h_p (\text{ref})$  : Pertes de charges au refoulement (m) ;

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

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

#### **IV.5.3.1. Hauteur manométrique totale:**

La hauteur manométrique est donnée par la formule :

$$H_{\text{MT}} = H_g + \Delta h_p \dots \dots \dots (\text{IV.3})$$

Avec:

- ✓  $H_{\text{MT}}$  : Hauteur Manométrique Totale en (m)
- ✓  $H_g$  : Hauteur géométrique en (m)
- ✓  $\Delta h_p$  : pertes de charge totales

- On a :

- ✓  $H_{g_{\text{moy}}} = 46 \text{ m}$  et  $L_{\text{ref}} = 830 \text{ m}$
- ✓ le débit caractéristique :  $Q_c = 453,2 \text{ l/s}$
- ✓ Le débit à refouler :

$$Q_{\text{ref}} = Q_c * (1,05 - 1,1) \dots \dots \dots (\text{IV.4})$$

$$Q_{\text{ref}} = 1,05 * Q_c = 476 \text{ l/s} = 0,476 \text{ m}^3/\text{s}$$

Les résultats du calcul de la HMT seront détaillés dans le tableau IV.3.

#### **IV.5.3.2. Calcul des pertes de charge totales :**

La perte de charge correspond à la dissipation, par frottements, de l'énergie mécanique d'un fluide en mouvement. Plus la vitesse du fluide est élevée, plus la perte de charges augmente.

##### **a) Pertes de charge linéaires :**

Les pertes de charge régulières sont le plus souvent calculées à partir de l'équation de Darcy-Weisbach qui suit:

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \dots \dots (\text{IV.5})$$

Avec :

- ✓  $L$  : longueur du tronçon en (m).
- ✓  $V$  : vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).
- ✓  $\Delta H_l$  : Pertes de charge linéaires en (m) ;
- ✓  $I$  : gradient hydraulique en (m/m)

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

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \operatorname{Ln} \frac{\xi}{D})^{-2} \quad (\text{Formule de Nikuradzé}) \dots \dots (\text{IV.6})$$

$\xi$  : Rugosité absolue pour la fonte = 0,003mm.

### **b) Pertes de charge singulières :**

Les pertes de charge singulières sont essentiellement dues aux accidents de canalisation, c'est-à-dire toute modification géométrique de la conduite (Coude, vannes, clapets...) Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adduction ou conduite longue.

$$\Delta H_s = 0,1 * \Delta H_l \dots \dots \dots (\text{IV.7})$$

**Tableau IV.3:** Calcul des pertes de charge.

D_int (mm)	L (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Re	$\lambda$	$\Delta H_l$ (m)	$\Delta H_t$ (m)	Hg (m)	Hmt (m)
400	830	476	1.95	780000	0.0078	3.14	3.45	46	49.45
500	830	476	1.56	780000	0.0076	1.49	1.56	46	47.56
600	830	476	1.68	1008000	0.0074	1.47	1.62	46	47,62
700	830	476	1.24	868000	0.0072	0.67	0.74	46	46,74
800	830	476	0.95	760000	0.0071	0.34	0.37	46	46,37
1000	830	476	0.61	610000	0.0069	0.11	0.12	46	46,12

### **IV.5.3.3. Calcul du diamètre économique:**

Pour dimensionner la conduite d'adduction on doit effectuer une étude technico-économique qui permet de choisir le diamètre économique qui donne un coût de revient minimum en estimant les frais d'exploitation et d'amortissement.

Le diamètre des conduites de refoulement est calculé par la loi de Bonin comme suit:

$$D = \sqrt{Q_{\text{ref}}} \dots \dots \dots (\text{IV.8})$$

Avec :

- ✓  $Q_{\text{ref}}$ : le débit de refoulement en m<sup>3</sup>/s ;
- ✓ D : diamètre de la conduite (m).

Donc:  $D = \sqrt{0.476} = 0.690 \text{ m} = \mathbf{690 \text{ mm}}$ .

Ce diamètre est approximatif et ce n'est qu'après l'analyse technico-économique qu'on détermine le diamètre optimale de la conduite de refoulement.

**Tableau IV.4:** Calcul des frais d'exploitation:

Diamètre (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)	Hmt (m)	Puissance (KW)	E KWh annuels	Prix du Kwh (DA)	Fexploitation (DA)
400	1713.6	49.45	288,64	2317756,54	4.69	10870278,2
500	1713.6	47.56	277,61	2229170,9	4.69	10454811,5
600	1713.6	47,62	277,96	2231983,14	4.69	10468000,9
700	1713.6	46,74	272,82	2190736,92	4.69	10274556,1
800	1713.6	46,37	270,66	2173394,75	4.69	10193221,4
1000	1713.6	46,12	269,20	2161677,08	4.69	10138265,5

➤ **Puissance absorbée par la pompe :**

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

$$P = \frac{\rho g * Q * HMT}{\eta} \dots\dots\dots(\text{IV.9})$$

- ✓  $\eta$ : rendement de la pompe en (%) ( $\eta=80\%$ ) ;
- ✓ Q : débit refoulé par la pompe en (m<sup>3</sup>/s) ;
- ✓ g : pesanteur (9.81 m/s<sup>2</sup>) ;
- ✓  $\rho$  : masse volumique de l'eau (kg/ m<sup>3</sup>).

➤ **Energie consommée par la pompe:**

$$E = P * t * 365 \text{ [Kwh]} \dots\dots\dots(\text{IV.10})$$

Avec :

- ✓ t : c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas t =22h.
- ✓ P : puissance de la pompe en (kW).

➤ **Frais d'exploitation:**

Les frais d'exploitation sont définis comme suit :

$$F_{ex} = E * e \text{ [DA]} \dots\dots\dots(\text{IV.11})$$

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

✓ e : prix unitaire d'un Kwh imposé par la SONELGAZ (e=4,69DA).

➤ **Frais d'amortissement:**

Les frais d'amortissement sont donnés comme suit :

$$F_{am} = P_{rc} * A \text{ [DA]} \dots \dots \dots \text{(IV.12)}$$

Avec :P<sub>rc</sub>: prix de la conduite en (DA)

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

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \dots \dots \dots \text{(IV.13)}$$

✓ i : Taux d'annuité annuel, i = 8 % ;

✓ n : nombre d'années d'amortissement, n = 29ans.

$$A = \frac{0.08}{(0.08 + 1)^{29} - 1} + 0.08 = 0.0896$$

A=8.96 %

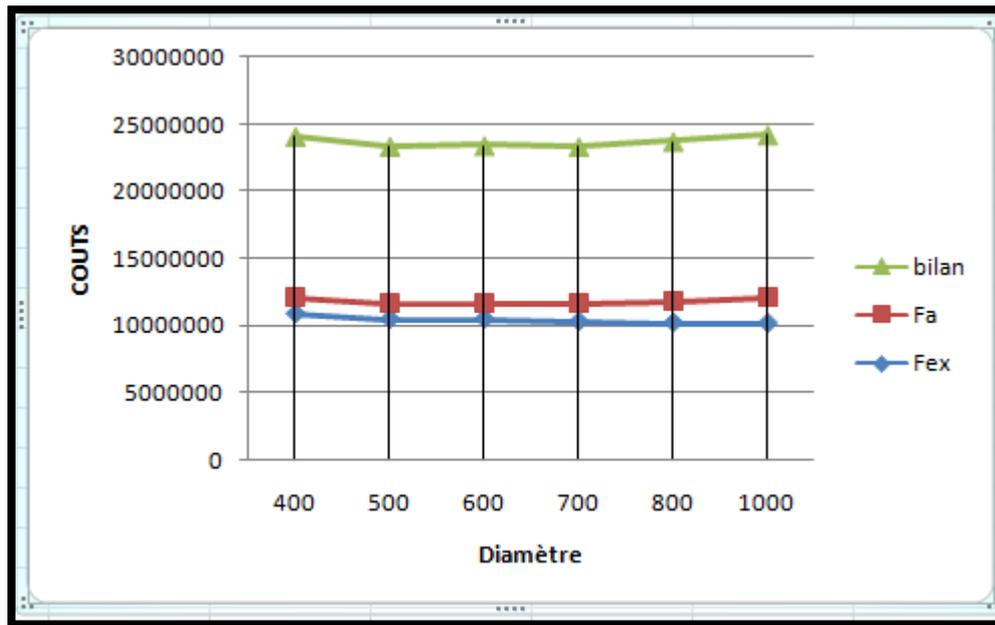
Les frais d'exploitation et d'amortissement sont présentés dans **le tableau IV.5**

**Tableau IV.5:** Calcul des frais d'amortissement

Éléments nécessaires au calcul des frais d'amortissement						
D (mm)	Prix ML(TTC)	prix de pose	L (m)	Prix (DA)	ANNUITE	FAmort (DA)
400	14000	750	830	11620750	0.089	1162006.7
500	14500	800	830	12035800	0.089	1203507.1
600	15500	900	830	13612000	0.089	1211468
700	17500	1000	830	15355000	0.089	1366595
800	21000	1290	830	18500700	0.089	1646562
1000	24000	2400	830	21912000	0.089	1950168

**Tableau IV.6:** Calcul du bilan

D (mm)	Amortissement	Exploitation	Bilan
400	1162006.7	10870278,2	12032284,9
500	1203507.1	10454811,5	11658318,6
600	1211468	10468000,9	11679468,9
700	1366595	10274556,1	11641151,1
800	1646562	10193221,4	11839783,4
1000	1950168	10138265,5	12088433,5



**Figure IV.2:** Graphe du bilan en fonction du diamètre.  
(graphe obtenu par Excel)

D'après le graphe du bilan, on remarque que le diamètre économique est de **700 mm** et donc:  **$H_{MT}=46,7m$**

#### IV.5.3.4. Choix des pompes et nombre des pompes :

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

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

Pour les pompes de secours leur nombre est fixé suivant celui des pompes principales comme indiqué dans le tableau qui suit:

**Tableau IV.7:** Choix de Nombre de pompes de secours.

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

(source: cours de pompage, ENSH 2020)

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

- Le débit d'équipement qui est de 476 l/s ;
- La hauteur manométrique totale nécessaire à l'adduction elle est de 46.7m ;
- La conduite de refoulement a un linéaire de 830m.

Dans notre cas, nous avons utilisé le logiciel CAPRARI pour le choix du type et du nombre des pompes. Le tableau IV.8 englobe le type, le nombre et les caractéristiques des pompes proposées par CAPRARI .

**Tableau IV.8 :** Variantes pour le choix du nombre de pompes.

Nombre de pompe	Q <sub>cal</sub> (l/s)	Q <sub>caprari</sub> (l/s)	H <sub>MT</sub> (m)	Type de pompe	η %	N (tr/mn)	P <sub>ab</sub> (kw)	NPSH <sub>r</sub> (m)
1	-	-	-	-	-	-	-	--
2	-	-	-	-	-	-	-	--
3	158.7	167	46,7	E14S64/1B+M10150	73,8	2900	103	11,3
4	119	119	46,7	<b>MEC-AZRBH2/125D</b>	76,9	2950	70,6	5,83
<b>5</b>	<b>95.2</b>	<b>95,2</b>	46,7	<b>PM 150/ 2B</b>	<b>76,3</b>	<b>1450</b>	<b>57,5</b>	<b>4,59</b>

Après la comparaison entre les caractéristiques des différents nombres de pompes et pour des raisons technico-économiques, on a choisi la variante de 5 pompes identiques (+2 pompes de secours) de type **PM 150/ 2B**, qui ont pour caractéristiques:

1. Rendement 76,3%
2. Puissance absorbée 57,5Kw
3. NPSHr minimal 4.59 (voir Annexe 3)

#### **IV.5.3.5. Protection contre de la cavitation :**

La cavitation est la perturbation du courant liquide juste à l'entrée de la pompe en fonctionnement, cela se produit pour à une température constante, la pression absolue est inférieure ou égale à la tension de vapeur d'eau.

La condition suivante doit être vérifiée :

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d \dots \text{IV.14}$$

- ✓  $(NPSH)_r$  : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur ;
- ✓  $(NPSH)_d$  : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur.

Puisque notre installation est en charge, on va calculer le  $(NPSH)_d$  comme suit:

On pose:

$$(NPSH)_d = \frac{p_a}{\rho g} - \frac{v_{asp}^2}{2g} - \Delta H_a - \frac{p_v}{\rho g} + H_{adm} = (NPSH)_r + r \dots \text{IV.15}$$

**Avec :**

- ✓  $\frac{p_a}{\rho g}$ : en mce, la hauteur de pression atmosphérique locale, en fonction de la cote de l'emplacement de la station de pompage

**Tableau IV.9 :** pression atmosphérique en fonction de la cote.

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

(source: cours de pompage, ENSH 2020)

Dans notre cas la station de pompage est sur la côte de 339 m, donc on pose :  $\frac{p_a}{\rho g} = 10$

- ✓  $p_v$  : en mce, pour la plupart des installations, est en fonction de la température ambiante.

**Tableau IV.10** : Pression de vapeur en fonction de la température.

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

(source: cours de pompage, ENSH 2020)

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

$$\frac{Pv}{\rho g} = 0.24m$$

- ✓  $\Delta H_a$  : perte de charge à l'aspiration.
- ✓  $V_{asp}$ : vitesse d'aspiration admissible
- ✓  $H_a^{adm}$ : hauteur admissible d'aspiration
- ✓  $r$ : marge de sécurité = (0.3 à 0.5), on prend  $r = 0.5$

On déduit que :

$$H_{adm} = (NPSH)r + r + \frac{Pv}{\rho g} - \frac{pa}{\rho g} + \frac{V_{asp}^2}{2g} + \Delta H_a$$

Les pertes de charge sont calculées comme suit :

Pour une longueur d'aspiration de 6m , on aura:

$$\sum h_{lin} = \frac{4L_{asp}}{1000} = 0.024 \dots IV.16$$

$$\sum h_{sin} = (0.1 - 0.15) \sum h_{lin} = 0.15 * 0.024 = 0.0036m \dots \dots \dots IV.17$$

$$\Delta H_a = 0.028m$$

Puisque le diamètre de la tulipe d'aspiration est de:200mm D'où:  $D_a=300mm$

$$V_{asp} = \frac{4Q}{3.14D^2} = 1.3 m/s$$

$$H_{adm} = -4.55 m$$

$$(NPSH)_d = 10 - 0.24 - 0.028 - 0.09 - 4.55 = 5.09 m (> NPSH_r = 4.59m)$$

Interprétation :

On remarque que  $NPSH_d > NPSH_r$ , ce qui explique que les pompes sont protégées contre la cavitation.

#### **IV.5.3.6. Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin) :**

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

Le volume du réservoir est estimé comme suit :

$$V = Q_c \times T_{nf} \dots \dots \dots IV.18$$

Avec:

- ✓  $V$ : Volume d'eau d'irrigation ( $m^3$ ).
- ✓  $Q_c$  : débit caractéristique ( $m^3/h$ )

tel que:  $Q_C = 1663 \text{ m}^3/\text{h}$ .

✓  $T_{nf}$  : temps de non fonctionnement pris égal à 2 heures.

On trouve donc  $V = 1663 \times 2 = 3326 \text{ m}^3$ .

Les dimensions finales du bassin sont :  $10 \times 25 \times 13.5 = 3350 \text{ m}^3$

#### **IV.6. Etude du système d'adduction-distribution :**

Dans notre étude, nous avons une branche principale qui va du réservoir vers le nœud N36 et qui alimente le reste des branches des ilots allant de l'îlot IL1 jusqu'à IL19 et qui traverse l'Oued pour alimenter les branches des ilots allant de IL20 jusqu'à IL41. Ce tracé est un réseau ramifié qui conduit à un coût d'investissement optimum.

#### **IV.6.1. Dimensionnement du réseau de distribution :**

##### **IV.6.1.1. Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire :**

Après avoir fait tous les calculs nécessaires et déterminé les critères hydrauliques de la conduite gravitaire, on va dimensionner le réseau de distribution.

##### **IV.6.1.2. Vitesses admissibles :**

Un seuil de vitesse admissible est choisi pour éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

La vitesse admissible se trouve dans un intervalle allant de 0.5 m/s jusqu'à 2.5 m/s .

##### **IV.6.1.3. Choix du matériau des conduites :**

Le matériau des conduites est déterminé en prenant en considération l'agressivité du sol et les conditions hydriques (débit, pression...) et surtout la disponibilité sur le marché.

Différents matériaux sont connus tel que : l'acier, la fonte, le PVC et le PEHD.

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

##### **a).1. Avantages:**

- ✓ Bonne résistance aux forces internes et à la corrosion
- ✓ Forte rigidité.

##### **a).2. Inconvénients:**

- ✓ Ce type de matériaux est cher.

#### **b)-Conduite en Pvc :**

##### **b).1. Avantages:**

- ✓ Disponible sur le marché
- ✓ Facilité de montage
- ✓ Facile à transporter
- ✓ Ne sont pas couteuses
- ✓ Très résistant

**b).2.Inconvénients:**

- ✓ Forte dilatation
- ✓ Devient toxique en cas d'incendie

**c)-Conduite en acier :****c).1.Avantages:**

- ✓ Inspection facile
- ✓ Faible cout
- ✓ haute résistance aux chocs

**c).2.Inconvénients:**

- ✓ corrosion interne
- ✓ contamination de l'eau

**d)-Conduite en PEHD :**

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

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

➤ Leur **inconvénient** est :

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

Dans notre cas, les conduites seront en **PEHD** si le diamètre est inférieur ou égal à 315 mm, et en **Fonte** dans le cas contraire et en **Acier** en terrain accidenté ( la traversée de l'Oued).

**IV.6.1.4. Calcul des diamètres :**

Le calcul des diamètres sera en appliquant la formule de " LABYE " qui indique ce qui suit:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_{ad}}} \times 1000 \dots\dots IV.19$$

Avec :

- ✓ Q : débit exprimé en m<sup>3</sup>/s
- ✓ D : diamètre exprimé en mm
- ✓ V<sub>ad</sub>: vitesse admissible = 1.5 m/s

Puis les résultats obtenus seront normalisés aux diamètres des tuyaux disponibles sur le marché.

**IV.6.1.5. Estimation des pertes de charge :**

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

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots IV.20$$

Avec :

- ✓ h<sub>Pu</sub>: Pertes de charge unitaire en m/m ;
- ✓ L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations ;
- ✓ C : coefficient représentant une majoration de 10-15 % pour les pertes de charge singulières

**Tableau IV.11** : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.

matériaux	K (mm)	L	M	N
PEHD/ Fonte/Acier	0,1	1,15	1,89	5,01

(source: cours d'AEP, ENSH 2019)

On choisira la valeur des paramètres de la loi de Lechapt Calmon suivant le matériau de la conduite pour laquelle on calcule les pertes de charges.

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

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

$$Z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H \dots \dots \dots \text{IV.21}$$

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

$V_1$  et  $V_2$  sont les vitesses d'écoulement dans A et B

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

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

Les calculs sont détaillés dans le tableau IV.12.

**Tableau IV.12:** calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° tronçon	Long L(m)	L(km)	débit (m3/S)	Diamètre (mm)	D.Nor m (mm)	Matériau de canalisation	V(m/s)	P.charge (m/m)	C. terrain Z(m)	C.piézo (m)	Pression (m)	Pression (bars)
R-ST	344	0.344	0.453	620.25	700	Fonte	1.18	0,53	353.0	379,5	26,5	2,65
ST-N1	72.79	0.073	0.052	251.17	280	PEHD	0.84	0,18	352.2	379,3	27,1	2,71
N1-B10	78.94	0.079	0.020	130.33	140	PEHD	1.30	1,06	350.0	378,3	28,3	2,83
N1-N2	342.30	0.342	0.032	197.03	200	PEHD	1.02	1,87	349.8	377,4	27,6	2,76
N2-B8	70.89	0.071	0.020	130.33	140	PEHD	1.30	0,95	348.6	376,5	27,9	2,79
N2-N3	279.7	0.280	0.012	100.95	110	PEHD	1.26	4,79	349.2	372,7	23,5	2,35
N3-B9	90.35	0.090	0.012	100.95	110	PEHD	1.26	1,54	347.5	371,1	23,6	2,36
ST-N48	364.90	0.365	0.091	278.0	280	PEHD	1.48	2,66	357.4	376,8	19,4	1,94
N48-N4	179.67	0.180	0.055	216.12	225	PEHD	1.38	1,52	360.0	375,3	15,3	1,53
N4-B16	48.63	0.049	0.013	105.07	110	PEHD	1.37	0,97	359.1	374,3	15,2	1,52
N4-N5	369.28	0.369	0.042	188.86	200	PEHD	1.34	3,37	356.2	372	15,8	1,58
N5-B17	105.21	0.105	0.007	77.1	90	PEHD	1.10	1,77	357.7	370,2	12,5	1,25
N5-N6	422.47	0.422	0.037	177.26	200	PEHD	1.18	3,03	354.5	368,9	14,4	1,44
N6-B19	110.26	0.110	0.016	116.57	125	PEHD	1.30	1,71	353.1	367,2	14,1	1,41
N6-N7	23.19	0.023	0.021	133.55	140	PEHD	0.73	0,34	354.5	368,6	14,1	1,41
N7-B18	87.94	0.088	0.021	133.55	140	PEHD	0.73	1,29	356.0	367,3	11,3	1,13
N48-N8	273.36	0.273	0.036	174.85	200	PEHD	1.15	1,86	351.4	375	23,6	2,36
N8-B15	63.45	0.063	0.020	130.33	140	PEHD	1.30	0,85	351.0	374,1	23,1	2,31
N8-N9	24.24	0.024	0.016	116.57	125	PEHD	1.30	0,37	351.2	374,6	23,4	2,34
N9-B14	31.93	0.032	0.016	116.57	125	PEHD	1.30	0,50	351.4	374,1	22,7	2,27
ST-N47	643.51	0.644	0.277	485.02	500	Fonte	1.41	2,11	345.0	377,4	32,4	3,24
N47-N10	200.98	0.201	0.277	485.02	500	Fonte	1.41	0,66	346.0	376,7	30,7	3,07

N10-B11	65.54	0.066	0.033	167.41	200	PEHD	1.05	0,38	343.0	376,4	33,4	3,34
N47-N11	147.30	0.147	0.029	156.93	160	PEHD	1.44	2,04	342.0	375,4	33,4	3,34
N11-B12	111.58	0.112	0.006	71.38	75	PEHD	1.36	3,52	346.0	371,8	25,8	2,58
N11-N12	37.12	0.037	0.023	139.76	140	PEHD	1.49	0,65	341.2	374,7	33,5	3,35
N12-B13	138.04	0.138	0.023	139.76	140	PEHD	1.49	2,41	339.5	372,3	32,8	3,28
N10-N46	115.89	0.116	0.244	455.21	500	Fonte	1.24	0,30	345.3	376,4	31,1	3,11
N46-N13	149.85	0.150	0.101	292.87	315	Fonte	1.30	0,74	345.0	375,7	30,7	3,07
N13-B7	68.07	0.068	0.024	142.77	160	PEHD	1.19	0,66	344.0	375	31	3,1
N13-N14	220.44	0.220	0.077	255.72	280	PEHD	1.25	1,17	344.9	374,5	29,6	2,96
N14-B6	41.6	0.042	0.023	139.76	140	PEHD	1.49	0,73	344.0	373,8	29,8	2,98
N14-N15	126.93	0.127	0.054	214.15	225	PEHD	1.36	1,03	345.1	373,5	28,4	2,84
N15-B5	47.45	0.047	0.012	100.95	110	PEHD	1.26	0,80	344.9	372,7	27,8	2,78
N15-N49	233.29	0.233	0.042	188.86	200	PEHD	1.34	2,13	338.5	371,4	32,9	3,29
N49-N16	243.57	0.244	0.033	167.41	200	PEHD	1.05	1,41	333.5	370	36,5	3,65
N16-B4	31.96	0.032	0.008	82.42	90	PEHD	1.26	0,69	332.8	369,3	36,5	3,65
N16-N18	235.80	0.236	0.025	145.71	160	PEHD	1.24	2,47	343.5	367,5	24	2,4
N18-B3	51.06	0.051	0.007	77.1	90	PEHD	1.10	0,86	332.6	366,6	34	3,4
N18-N19	135.18	0.135	0.018	123.64	125	PEHD	1.47	2,62	328.0	364,9	36,9	3,69
N19-B1	121.47	0.121	0.018	123.64	125	PEHD	1.47	2,35	323.0	362,5	39,5	3,95
N49-N17	313.02	0.313	0.009	87.43	90	PEHD	1.42	8,49	325.5	362,9	37,4	3,74
N17-B2	85.80	0.086	0.009	87.43	90	PEHD	1.42	2,33	324.0	360,5	36,5	3,65
N46-N50	726.86	0.727	0.143	348.49	355	Fonte	1.45	3,79	322.0	372,6	50,6	5,06
N50-N51	143.59	0.144	0.143	348.49	350	Acier	1.45	0,75	317.5	371,9	54,4	5,44
N51-N20	101.32	0.101	0.143	348.49	355	Fonte	1.45	0,53	315.0	371,4	56,4	5,64
N20-B25	27.66	0.028	0.005	65.16	75	PEHD	1.13	0,62	314.7	370,7	56	5,6
N20-N21	25.55	0.026	0.138	342.34	355	Fonte	1.39	0,13	314.5	371,2	56,7	5,67
N21-B24	22.74	0.023	0.002	41.2	50	PEHD	1.02	0,69	314.9	370,5	55,6	5,56
N21-N44	174.23	0.174	0.136	339.85	355	Fonte	1.37	0,13	311.5	371,1	59,6	5,96

N44-N22	33.11	0.033	0.049	203.99	225	PEHD	1.23	0,22	311.0	370,9	59,9	5,99
N22-B26	14.27	0.014	0.005	65.16	75	PEHD	1.13	0,31	310.7	370,6	59,9	5,99
N22-N24	183.57	0.184	0.044	193.31	200	PEHD	1.4	1,83	308.4	369	60,6	6,06
N24-B22	40.52	0.041	0.008	82.42	90	PEHD	1.26	0,89	307.7	368,2	60,5	6,05
N24-N45	143.44	0.143	0.036	174.85	200	PEHD	1.15	0,98	304.5	368,1	63,6	6,36
N45-N25	22.69	0.023	0.026	148.60	160	PEHD	1.29	0,26	304.0	367,8	63,8	6,38
N25-B29	36.36	0.036	0.011	96.65	110	PEHD	1.16	0,52	303.4	367,3	63,9	6,39
N25-N26	73.25	0.073	0.015	112.87	125	PEHD	1.22	1,00	302.3	366,8	64,5	6,45
N26-B30	24.15	0.024	0.003	50.48	63	PEHD	0.96	0,49	301.8	366,3	64,5	6,45
N26-N27	45.51	0.046	0.012	100.95	110	PEHD	1.26	0,79	302.4	366	63,6	6,36
N27-B21	80.88	0.081	0.010	92.16	110	PEHD	1.05	0,98	302.2	365	62,8	6,28
N27-N28	29.52	0.030	0.002	41.2	50	PEHD	1.02	0,90	301.2	365,1	63,9	6,39
N28-B20	104.94	0.105	0.002	41.2	50	PEHD	1.02	3,15	299.9	362	62,1	6,21
N45-N29	228.96	0.229	0.010	92.16	110	PEHD	1.05	2,77	304.0	365,3	61,3	6,13
N29-B28	56.29	0.056	0.010	92.16	110	PEHD	1.05	0,68	302.6	364,6	62	6,2
N44-N23	15.38	0.015	0.087	271.82	280	PEHD	1.41	0,10	311.5	371	59,5	5,95
N23-B27	13.35	0.013	0.007	77.1	90	PEHD	1.10	0,22	311.3	370,8	59,5	5,95
N23-N30	118.87	0.119	0.080	260.65	280	PEHD	1.30	0,68	312.2	370,3	58,1	5,81
N30-B23	21.76	0.022	0.002	41.2	50	PEHD	1.02	0,66	312.5	369,7	57,2	5,72
N30-N31	159.54	0.160	0.078	257.38	280	PEHD	1.27	0,87	310.7	369,5	58,8	5,88
N31-B31	27.49	0.027	0.020	130.33	140	PEHD	1.30	0,36	310.1	369,1	59	5,9
N31-N43	105.06	0.105	0.058	221.94	225	PEHD	1.46	0,98	310.8	368,5	57,7	5,77
N43-N32	243.53	0.244	0.007	77.1	90	PEHD	1.10	4,12	305.3	364,4	59,1	5,91
N32-B32	65.33	0.065	0.007	77.1	90	PEHD	1.10	1,10	305.8	363,3	57,5	5,75
N43-N33	279.22	0.279	0.051	208.12	225	PEHD	1.28	2,04	310.2	366,4	56,2	5,62
N33-B33	37.67	0.038	0.004	58.28	63	PEHD	1.28	1,33	309.3	365,1	55,8	5,58
N33-N34	132.6	0.133	0.047	199.78	200	PEHD	1.50	1,50	309.5	364,9	55,4	5,54
N34-B34	49.58	0.050	0.008	82.42	90	PEHD	1.26	1,09	308.4	363,8	55,4	5,54
N34-N35	239.24	0.239	0.039	181.99	200	PEHD	1.24	1,90	309.8	362	52,2	5,22

N35-B35	66.74	0.067	0.009	87.43	90	PEHD	1.42	1,82	308.3	360,1	51,8	5,18
N35-N42	54.36	0.054	0.030	159.62	160	PEHD	1.49	0,80	309.8	361,2	51,4	5,14
N42-N36	20.25	0.020	0.002	41.2	50	PEHD	1.02	0,60	309.8	360,6	50,8	5,08
N36-B37	22.98	0.023	0.002	41.2	50	PEHD	1.02	0,69	309.3	359,9	50,6	5,06
N42-N52	239.6	0.240	0.025	145.7	160	PEHD	0.84	2,51	304.4	358,6	54,2	5,42
N52-N37	17.2	0.017	0.025	145.7	160	PEHD	0.84	0,18	304.8	358,5	53,7	5,37
N37-B39	22.90	0.023	0.006	71.38	75	PEHD	1.36	0,72	304.5	357,7	53,2	5,32
N37-N38	25.95	0.026	0.019	127	140	PEHD	1.23	0,32	303.8	358,1	54,3	5,43
N38-B36	16.21	0.016	0.004	58.3	63	PEHD	1.28	0,56	303.6	357,6	54	5,4
N52-N53	84.5	0.085	0.003	50.48	63	PEHD	0.96	1,73	305.5	356,9	51,4	5,14
N53-N39	69.7	0.070	0.003	50.48	63	PEHD	0.96	1,42	304.8	355,5	50,7	5,07
N39-B38	32.40	0.032	0.003	50.48	63	PEHD	0.96	0,65	306.0	354,8	48,8	4,88
N38-N54	77.9	0.078	0.015	112.9	125	PEHD	1.22	1,07	302.1	357,1	55	5,5
N54-N55	220.3	0.220	0.015	112.9	125	PEHD	1.22	3,02	293.5	354,1	60,6	6,06
N55-N56	63.7	0.064	0.015	112.9	125	PEHD	1.22	0,88	293.7	353,2	59,5	5,95
N56-N40	208.9	0.209	0.015	112.9	125	PEHD	1.22	2,87	295.5	350,3	54,8	5,48
N40-B40	38.72	0.039	0.007	77.1	110	PEHD	0.86	0,24	301.0	350,1	49,1	4,91
N40-N41	333.0	0.333	0.008	82.42	110	PEHD	0.92	2,65	307.0	347,7	40,7	4,07
N41-B41	46.61	0.047	0.008	82.42	110	PEHD	0.92	0,37	307.7	347,3	39,6	3,96

**IV.7. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction et justifié notre choix. Nous avons aussi su dimensionner le système de distribution avec tous les paramètres nécessaires.

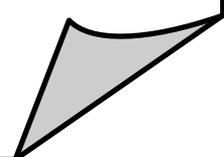
Dans le cadre de la réalisation du projet, on a commencé par le découpage du périmètre en 41 îlots d'irrigation divisés en parcelles ( 2 ou 4 ) , équipé chacun d'une borne d'irrigation, ayant une superficie totale de 412ha.

Puis , place au calcul hydraulique des conduites de refoulement et d'adduction du secteur d'étude, ce qui nous a fourni les pressions aux bornes.

Ces pressions sont satisfaisantes et sont supérieures à 2.5 bar pour la plupart des bornes, ce qui nous donne la possibilité d'introduire des réseaux d'irrigation performants. Néanmoins, pour les pressions supérieures à 5.5bar , on doit prévoir des brises charge.

# Chapitre V

Etude des techniques d'irrigation



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

### **V.1.Introduction :**

Les techniques d'irrigation sont multiples et chacune ses caractéristiques vis-à-vis de l'eau répartie dans le sol et de ses correspondances par rapport au type du sol.

Dans ce chapitre on va présenter toutes les techniques d'irrigation utilisées en Algérie pour justifier le choix de celle qui correspond le mieux pour notre secteur d'étude.

### **V.2.Critères de choix des techniques d'irrigation :**

Le choix des techniques d'irrigation repose sur une multitude de critères et tient compte de plusieurs contraintes , on s'intéresse à ce qui suit:

- La topographie du terrain à irriguer;
- Les ressources en eau disponibles ;
- Perméabilité du sol ;
- Type de cultures ;
- Le climat;
- Facteurs économiques;
- Rentabilité de l'opération.

### **V.3. Les différents modes d'arrosages :**

Il existe deux principaux modes d'arrosage:

1. L'irrigation gravitaire ou de surface ;
2. L'irrigation sous pression ( par aspersion ou par micro-irrigation). (**Tiercelin,1998**)

#### **V.3.1. Irrigation gravitaire :**

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la distribution de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

On peut distinguer trois sous groupes de l'irrigation de surfaces en tenant compte du mode de l'application de l'eau comme schématisé ci-après:

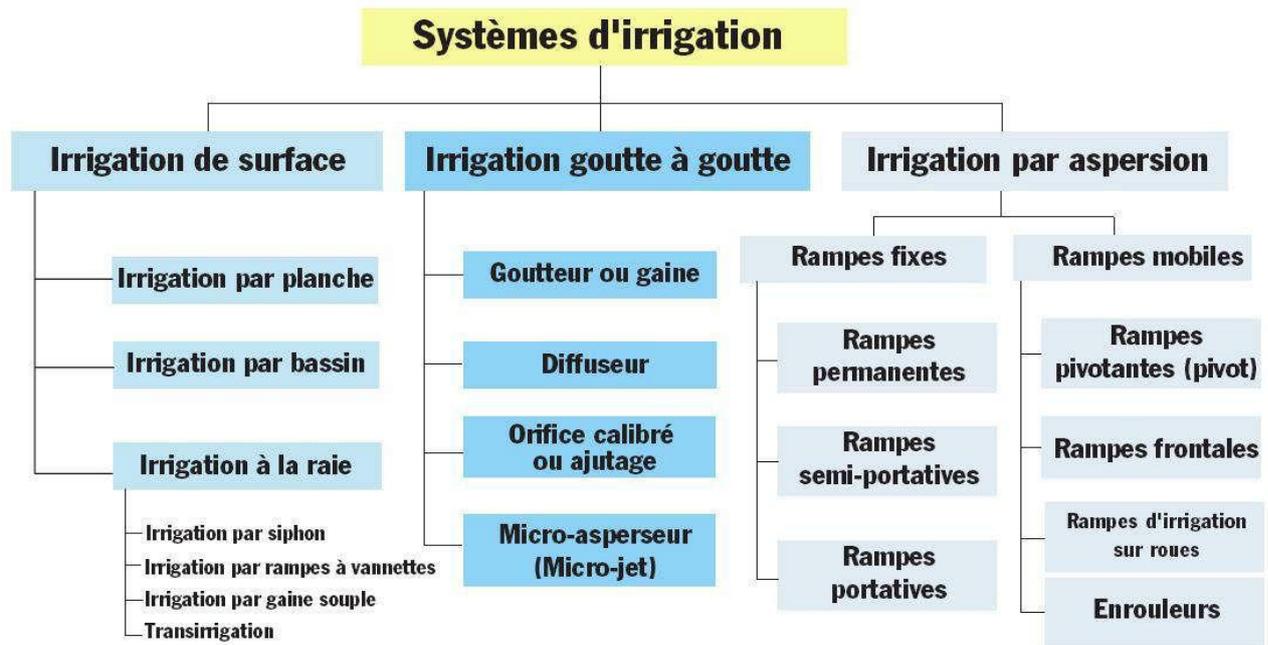


Figure V.1 : Systèmes d'irrigation (AQUAG à Marrakech).

#### **V.3.1.1. L'irrigation par ruissellement :**

Comme l'indique son nom, on laisse l'eau ruisseler ou s'écouler le temps qu'il faut pour que le sol s'humecte jusqu'à la profondeur de la couche active.

#### **V.3.1.2. L'arrosage par infiltration (à la raie) :**

Par cette méthode, on fournit un débit relativement faible comparativement aux autres procédés pour éviter le débordement vu qu'on a une rigole d'alimentation qui dessert des raies séparées par des billons et bouchées à l'extrémité et qui sont remplies à fur et à mesure que la plante absorbe ce dont elle a besoin.

#### **V.3.1.3. L'arrosage par submersion :**

Dans ce type d'irrigation, l'eau submerge le terrain et s'y infiltre d'où son appellation d'ailleurs.

On y distingue:

- 1). Les cuvettes pour l'arboriculture
- 2). La submersion continue pour le riz
- 3). Les terrasses ou banquettes utilisées sur des terrains à forte pente

Dans notre pays, la deuxième et la troisième technique ne sont pas utilisées.

**V.3.1.4. Bénéfices et méfaits de l'irrigation gravitaire :****a) Bénéfices:**

- Coût d'investissement faible.
- Pas d'apport énergétique extérieur.
- Technique ancienne, bien connue donc pas besoin d'une main d'œuvre spécialisée.
- Bonne adaptation aux eaux usées.
- Les végétaux ne sont pas mouillés ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire.

**b) Méfaits :**

- Pertes importantes d'eau.
- Temps d'irrigation important.
- Faible efficacité.
- Difficultés d'estimer le volume d'eau consommé.
- Nécessite un terrain plat ou nivellement.
- Coûts importants en cas d'installation d'ouvrages.

**V.3.2. L'irrigation par aspersion :**

L'eau parvient aux cultures d'une manière qui imite la pluie grâce à une succession d'appareils alimentés sous pression disposés de façon à obtenir la répartition la plus homogène de l'eau servie.

Il existe deux types d'arrosage par aspersion :

- L'aspersion simple: par rampes perforées ou asperseurs
- L'aspersion par utilisation de machines: par enrouleurs ou pivots

**V.3.2.1. Bénéfices et méfaits de l'irrigation par aspersion :****a) Bénéfices:**

- Elle ne demande aucun nivellement du sol.

- Elle s'adapte à tous les types de sol.
- Elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation .
- Elle fournit une bonne efficacité (généralement 75%).
- Elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée .
- Elle peut être utilisée pour tous les types de cultures .
- Possibilité d'automatisation .

#### **b) Méfaits :**

- Elle exige une grande main d'œuvre pour l'installation .
- Trop affectée par le vent.
- S'adapte moins à l'eau saline comparée au goutte à goutte.
- Coût d'installation et entretien élevé.

#### **VI.3.2.2. Différentes installations à la parcelle :**

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

- **L'installation totalement fixe:** coûteuse mais ne demande pas une grande main d'œuvre.
- **L'installation totalement mobile:** exige une grande main d'œuvre.

#### **VI.3.2.3. Couverture totale et couverture intégrale :**

Dans la couverture totale, qui est le dispositif le plus utilisé, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toute la tuyauterie. Celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Dans ce cas, seuls les asperseurs doivent être déplacés.

Dans le cas d'une couverture totale la parcelle à arroser est entièrement couverte par des conduites et des arroseurs à poste fixe, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement, soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

**V.3.3.L'irrigation localisée (Goutte à Goutte) :**

La micro irrigation ou « irrigation localisée », appelée aussi goutte à goutte est un apport d'eau au voisinage de la plante qui crée deux zones:

- Une zone saturée à proximité du goutteur
- Une zone non saturée où l'humidité diminue à fur et à mesure qu'on s'éloigne du goutteur.

Cette technique est souvent utilisée dans les cultures agricoles situées dans des régions arides où les restrictions en eau sont importantes. Elle permet d'hydrater et d'alimenter les plantes en leur apportant "la juste quantité" d'eau et de nutriments nécessaires à leur développement.

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

- Gain de temps, car l'arrosage se fait automatiquement
- Grande économie d'eau et d'engrais
- Coût pas excessif, il est assez facile de trouver un bon système à un tarif raisonnable
- Toutes les plantes reçoivent exactement la même quantité d'eau et de nutriments (meilleure uniformisation globale de la culture)
- Parfait équilibre en apport d'eau, d'engrais et d'oxygène, ce qui favorise un développement plus rapide de la plante
- Forte réduction du risque d'apparition des maladies fongiques car seul le substrat reçoit une quantité précise de solution nutritive
- Ce type de système peut fonctionner parfaitement sur une culture à petite échelle comme à très grande échelle (polyvalence importante)

**b) Inconvénients :**

- Il est important de prendre le temps de choisir le bon système, qu'il soit bien conçu, fiable et pourvu de bons filtres afin de ne pas obturer les goutteurs .
- L'entretien rigoureux de ce type de système est fondamental (nettoyage périodique des filtres, vérification du bon fonctionnement de chaque goutteur, du bon raccordement

de chaque goutteur au réseau d'alimentation et également du nettoyage intégral du circuit du réseau en fin de cycle.

- Il est impératif d'éliminer tous les résidus du réseau d'arrosage (accumulation de sels minéraux, algues etc.) avant de débiter une nouvelle culture afin de repartir sur une base totalement saine.
- Il est nécessaire d'avoir une bonne maîtrise et connaissance solide du système, afin de s'assurer que les plantes reçoivent la quantité de solution nutritive nécessaire à leur bon développement selon chaque stade d'évolution.
- Coût très élevé du matériel .
- Incompatible avec les cultures en plein champ.

#### **V.4.Choix des techniques d'arrosage :**

Afin de choisir la technique d'irrigation la plus adéquate pour notre secteur , on doit faire le point sur les contraintes de chaque type d'arrosage et essayer d'en éviter le maximum en prenant en considération les différentes caractéristiques de notre site.

**Tableau V.1 :** Analyse multicritères du choix des techniques d'arrosage.

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

**Remarque :**

x: inadéquat ou déconseillé

+: Adapté avec réserve

+ + : Adapté

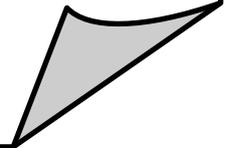
+ + + : Très Adapté

**V.5.Conclusion :**

En tenant compte du climat de la zone d'étude, le type du sol et des préférences écologiques (intervalles écologiques des cultures disponibles et les quantités d'eau disponible), nous avons choisi les techniques d'arrosage par goutte à goutte et par aspersion .

# Chapitre VI

Dimensionnement à la parcelle



## **Chapitre VI :Dimensionnement à la parcelle**

### **VI.1. Introduction :**

Au cours de ce chapitre, on va dimensionner un réseau d'irrigation par goutte à goutte et un autre réseau par aspersion après avoir choisi précédemment ces deux techniques d'arrosage comme étant les plus adéquates à notre zone d'étude .Notre choix s'est porté sur l'olivier comme culture pour dimensionner le réseau goutte à goutte et la pomme de terre pour dimensionner celui de l'aspersion.

### **VI.2. Dimensionnement d'un système d'irrigation goutte à goutte :**

Le réseau d'irrigation goutte à goutte est installé sur la parcelle P56 dont la surface est de 3.85 ha, alimentée par la borne **B19** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 1,41 bar, ce qui est largement suffisant pour alimenter la parcelle.

#### **Données générales :**

**Culture :** Olivier

**Besoin de pointe :** 189.7 mm (Juillet)

**Organisation du réseau :**Avec un écartement de 4\*4m, et un espacement des goutteurs 4 m,

- surface : **3.85ha .**
- Longueur : **213m .**
- Largeur : **181 m.**

#### **Caractéristique du goutteur :**

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

### **VI.2.1.Les besoins en eau de la parcelle d'oliviers :**

#### **VI.2.1.1.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. On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction «  $K_r$  » qui dépend du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) pour les plantes adultes.

$K_r$  peut être calculé par la formule proposée suivante:

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs).....(VI.1)$$

Pour notre cas, on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

On prendra un coefficient :  $Kr = 0.80$

On calcule le besoin journalier de pointe:

$$B_{jl} = B_j * K_r.....(VI.2)$$

$$B_{jl} = (189.7/31) * 0.8 = 4.9 \text{ mm/j}$$

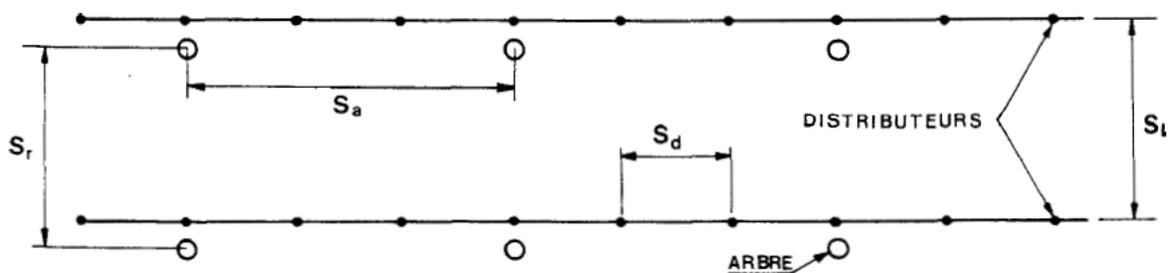
### VI.2.1.2. Dose nette pratique :

On a:

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * d_a * P\% = RFU \times P\%.....(VI.3)$$

Avec :

- ✓  $H_{cc}$  : (18%),  $H_{pf}$  : (8%),  $d_a = 1.4$  et  $Y$ : (2/3)
- ✓  $Z$  : Profondeur des racines (1500 mm)
- ✓  $P$  : Pourcentage du sol humidifié



**Figure VI.1:** Dispositif d'installation des goutteurs sur la rampe.

(source: cours d'irrigation, ENSH 2016)

Et on a:

$$P\% = \frac{n * S_{pd} * S_h}{S_a * S_r}.....(VI.4)$$

Avec :

- ✓  $P$  : Volume du sol humidifié
- ✓  $N$  : Nombre de points (de goutteurs) de distribution par arbre = 2
- ✓  $S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre = (2m)
- ✓  $S_h$  : Largeur de la bande humidifiée (tirée de la table) = 1m (arbres)

- ✓  $S_r$ : Ecartement entre rangs d'arbres (4m)
- ✓  $S_a$ : espacement des arbres sur les rangs (4m)

$$P\% = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1}{4 \cdot 4} = 25\%$$

$$D_p = \frac{(18-8)}{100} \times 1500 \times \frac{2}{3} \times 1.4 \times 0.25 \text{ on trouve } D_p = 35 \text{ mm.}$$

### VI.2.1.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):

L'intervalle entre deux tours d'arrosage (tour d'eau) est donné par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose pratique}}{B_{jl}} = \frac{35}{4.9} = 7.1 \text{ jours} \dots \dots \dots (IV.5)$$

Donc on prend une fréquence de **7 jours**.

### VI.2.1.4. Calcul de la dose (brute) :

On recalcule la nouvelle dose pratique :

$$D_p' = Fr \cdot B_{jl} = 7 \times 4.9 = 34.3 \text{ mm}$$

$$D_{brute} = \frac{34.3}{\text{Ef} \cdot \text{Cu}} \dots \dots \dots IV.6$$

Avec :

- ✓ Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90% ;
- ✓ Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%.

$$D_{brute} = \frac{D_r}{\text{Cu} * \text{eff}} = \frac{34.3}{0.9 * 0.9} = 42.3 \text{ mm donc } 42 \text{ mm}$$

### VI.2.1.5. Durée d'arrosage :

$$\theta = T_f = \frac{D_{br} * S_a * S_r}{n * Q_g} \dots \dots \dots (IV.7)$$

Avec :  $S_r$  et  $S_d$  espacement entre rang et distributeur,

- $n$  et  $Q_g$  nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{42 * 2 * 4}{2 * 4} = 42 \text{ h}$$

### VI.2.1.6. Durée d'arrosage effective :

- soit on prend un débit de 8 l/h donc on obtient  $\theta = 21$  h par jour.
- soit on augmente le nombre de goutteurs à 4 goutteur/arbre.

**VI.2.1.7. Nombre de poste :**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = 22/21 = 1.04 \text{ On prend 1 poste.}$$

**VI.2.1.8. Surface du poste :**

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{3.85}{1} = 3.85 \text{ ha}$$

$$N_{\text{bre de goutteurs}} = S_p = \frac{\text{Surface totale}}{S_r \times S_{pd}} = \frac{3.85 \times 10000}{2 \times 4} = 48125 \text{ goutteurs}$$

**VI.2.2. Calculs hydrauliques :**

- ✓ S=3.85ha,
- ✓ La longueur de la rampe (largeur du terrain): 181m
- ✓ La longueur de la porte rampe ( longueur du terrain): 213m
- ✓ La longueur de la conduite tertiaire : 100 m.

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots \text{IV.8}$$

2. La variation maximale de la pression :

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

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = x \frac{\Delta H}{H(n)} \dots \text{IV.9}$$

Avec : q(g) : débit nominal du goutteur

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

Donc selon la règle de Christainsen 10%  $\Delta H$  singulières = 0.2 m

- Le reste 1.8  $\Delta H$  linéaire = 1.8 m .
- Donc pour les rampes =  $2/3 \times 1.8 = 1.2$  m .
- Pour le porte rampe =  $1/3 \times 1.8 = 0.6$  m.

**VI.2.3. Dimensionnement des canalisations du réseau :**

On suppose que les rampes sont en PEBD ou PEHD.

➤ **Les rampes:**

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

➤ **Les portes-rampe:**

C'est la conduite qui alimente les rampes, ils sont généralement en polyéthylène (PEHD). Le diamètre des rampes ainsi que celui du porte rampe sont calculés d'après les formules suivantes :

$$\varnothing r(cal) = \left[ \frac{P.d.c(r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75}L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(IV.9)$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[ \frac{P.d.c(pr)*2.75}{0.478*Q(pr)^{1.75}L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(IV.10)$$

Avec :

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

**VI.2.3.1. Pour les rampes :**

On a : **L=181m**

**1) Le nombre d'arbres par rampe:**

$$N_{arbres} = Lr/Ea = 181/4 = 45 \text{ arbres.}$$

**2) Nombre des goutteurs par rampe:**

$$N_g = N_{arbres} * n = 45 * 2 = 90 \text{ goutteurs.}$$

**3) Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g \times Q_g \dots\dots\dots IV.11$$

$$Q_r = 4 \times 90 = 360 \text{ l/h}$$

$$P_{dc} = 1.2 \text{ m}$$

**4) Nombre de rampes:**

$$N_{rampe} = (L_{pr}/E_r) = (213/4) = 53$$

**5) Diamètre de la rampe :**

On a:  $Q_r = 360 \text{ l/h}$  ;

$$P_{dc} = 1.2 \text{ m ;}$$

Donc:

$$\phi r(cal) = \left[ \frac{P.d.c(r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75}L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots(IV.12)$$

- D<sub>rampe</sub>= 17.4 mm, on prend: **DN = 20mm.**

**VI.2.3.2. Pour le porte rampes :**

On a :L=213m

Pdc = 0.6m

- **débit du porte rampe:**

**Q<sub>pr</sub> = Q<sub>r</sub>\*N<sub>r</sub> = 360\*53= 19080 l/h**

$$\phi pr(cal) = \left[ \frac{P.d.c(pr)*2.75}{0.478*Q(pr)^{1.75}L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots(IV.13)$$

- D<sub>porte rampe</sub>= 89.9 mm, on prend: **DN=110mm**

➤ **Vérification des pertes de charge :**

Après avoir estimé les pertes de charge pour les rampes à 1.2mce et le porte rampe à 0.6mce , on les recalcule pour vérifier que nos diamètres estimés sont justes.

D'après la formule de Tison :

**i=0.478\*D<sup>-4.75</sup>\*Q<sup>1.75</sup>.....(IV.14)**

**j=(L/2.75)\*i.....(IV.15)**

Avec :

**L** : la longueur de la conduite (m);

**Q** : débit (l/h)

**D** : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

- Pour la rampe, on a : L=181m, D= 20mm, Q= 360 l/h

**Donc:**

$$j = 0.62 \text{ m} < 1.2 \text{ mce (vérifié)}$$

- Pour le porte rampe, on a : L=213m, D= 110 mm, Q= 19080 l/h

**Donc:**

$$j = 0.23\text{m} < 0.6 \text{ mce (vérifié)}$$

### **VI.2.3.3.Calcul des diamètres de la conduite tertiaire:**

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \dots\dots\dots(\text{IV.16})$$

Avec :

- ✓ Q : débit de la conduite considérée (m<sup>3</sup>/s).
- ✓ V : vitesse d'écoulement (m/s).

On prend: **D= 110 mm.**

**Tableau VI.1:**Récapitulatif des calculs hydrauliques.

<b>Conduites</b>	<b>La rampe</b>	<b>Porte rampe</b>	<b>C. tertiaire</b>
<b>Longueur(m)</b>	181	213	100
<b>Diamètre(m)</b>	20	110	110
<b>Débit (m<sup>3</sup>/s)</b>	1*10 <sup>-4</sup>	0.0053	0.0053
<b>Pertes de charge(m)</b>	0.62	0.23	0.11

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

$$P(\text{m}) = 10 + 0.62 + 0.23 + 0.11 = \mathbf{10.96 \text{ m} = 1.1 \text{ bar}}$$

Donc la pression requise est nettement inférieure à celle de la borne (1.41b).

**VI.3.Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :**

Le réseau d'irrigation par aspersion est installé sur la parcelle P38 ; dont la surface est de 2.86 ha; alimentée par la borne **B12** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 2.6 bar, ce qui est largement suffisant pour alimenter la parcelle.(**Paul Audoye,Clément Mathieu et Jean-Claude Chossat,2007**).

**Données générales :**

- ✓ **Choix de la culture** : pomme de terre (as)
- ✓ **Choix du mode de couverture** : couverture totale.
- ✓ **Temps de travail** : 20 heures par jour, et 26 jours par mois
- ✓ **Besoins en de pointes** : 155.6mm/mois pour le mois de juin.
- ✓ **Perméabilité du sol** :( type sablo-limoneux) est estimée à :  $K= 25$  mm/h.

**VI.3.1.Dose pratique :****RFU :**

elle est calculée comme suit :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z = 55.8 \text{ mm}$$

**VI.3.2.Le diamètre de l'ajutage :**

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

Le diamètre de la buse se calcule par la relation :  $P = \frac{1.5 \times d}{1.04}$  pour  $k < 10$ mm, mais du moment qu'on a la perméabilité du sol  $k= 25$  mm/h , on choisit un diamètre du catalogue **Perrot** et on essaye de vérifier la condition

On pose  $d=4.8$ mm.

**VI.3.3.Calcul de la portée du jet (L) :**

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

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \dots\dots\dots(\text{IV.17})$$

Où:

- ✓ d : diamètre de la buse (mm)
- ✓ h : pression à la buse (m)

Dans notre cas  $P=2.5$ bars,  $h=25$ m.

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 25^{0.25} = 14.7m$$

Pour le diamètre de la buse de **4.8 mm** à une pression minimale de **2.5bar** la portée sera de **14.5m**.

#### **VI.3.4.Ecartements entre les rampes et arroseurs :**

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

- ✓ El entre les lignes d'arrosage : 1,25 (vent faible) à 1,02 L (vent fort).
- ✓ Ea entre les asperseurs sur la rampe : 0,8 (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Notre zone d'étude présente des vitesses pour des vents faibles de l'ordre de 3.5 m/s, donc on prend les valeurs suivantes :

$$El = 1.25 \times 14.7 = 18.4m \quad ; \text{D'après Perrot: } El = 1.25 \cdot 14.5 = 18.1m$$

$$Ea = 0.8 \times 14.7 = 11.76m \quad ; \text{D'après Perrot : } Ea = 0.8 \cdot 14.5 = 11.6 m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements multiples de 6 :

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

#### **VI.3.5.Vérification de la pluviométrie (P<K) :**

##### **VI.3.5.1.Débit de l'asperseur :**

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

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

$$\text{Avec } q \text{ débit de l'asperseur (m}^3\text{/s).} = 0.00038 \text{ m}^3\text{/s} = 1.37 \text{ m}^3\text{/h}$$

##### **VI.3.5.2.Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :**

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

$$p = \frac{q}{El \times Ea} \dots \dots \dots \text{(IV.18)}$$

Où: q est le débit (m<sup>3</sup>/h)

$$\text{D'où : } p = \frac{q}{El \times Ea} = 6.3 \text{ mm/h.}$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie  $P \leq K = 25 \text{ mm/h}$ .

**VI.3.6.Parametres d'arrosage :****VI.3.6.1.Calcul du tour d'eau :**

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_j}{B_{mp}} \dots \dots \dots (IV.19)$$

Dose<sub>RFU</sub>=55.8 mm, N<sub>j</sub>= 26, B<sub>mp</sub>= 155.6mm

T<sub>eau</sub>= (55.8× 26)/ 155.6 mm= 9.32 jours, On prend un T<sub>eau</sub>= 9 jours.

**VI.3.6.2.Nombre d'irrigation par mois :**

On irrigue 30/9=3.33, donc on irrigue 4 fois/mois.

**VI.3.6.3.calcul de la dose réelle :**

Dose<sub>reelle</sub>=T<sub>eau</sub>×la dose journaliere = Dose<sub>reelle</sub>=9×5.19mm = 46.7 mm.

**VI.3.6.4.Calcul de la dose brute :**

$$Dose_{brute} = \frac{Dr}{0.75} = 62.3 \text{ mm.}$$

**VI.3.6.5.Temps d'arrosage :**

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

$$T = \frac{Dose-brute}{k_{pluviométrie}} = \frac{62.3}{6.3} \approx 10 \text{ heures}$$

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour un asperseur, sans dépasser 22 heures.

**VI.3.6.6.Calcul de l'unité d'arrosage :**

$$Su = \frac{S.}{T_{eau} \times N} = \frac{2.86}{9 \times 2} = 0.16 \text{ ha}$$

**VI.3.6.7.Calcul du debit d'equipement :**

Il se calcule comme suit :

$$Q \left( \frac{m^3}{h} \right) = \frac{S(ha) \cdot B(mm) \cdot 10}{Ta \times n \times N_j} = \frac{2.86 \times 155.6 \times 10}{10 \times 2 \times 26 \times 0.75} = 11.4 \text{ m}^3/h$$

**VI.3.6.8.Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :**

V= Qasp×Np×Ta×Nj ;

V= 1.37×10×2×26= 712.4m<sup>3</sup>.

**VI.3.6.9.Calcul du volume a epandre en un mois sur toute la parcelle :**

Vt= (Bmp×Lr ×Lar) /1000= (155.6\*260\*109)/1000=4409.7 m<sup>3</sup>.

**VI.3.6.10. Nombre d'asperseurs requis:**

$N_{asp} = (\text{surface unitaire à arroser (m}^2\text{)}) / (\text{implantation}) ;$

$$N_{asp} = \frac{Su \times 10000}{El \times Ea} = \frac{0.16 \times 10000}{12 \times 18} = 7.4 \approx 8 \text{ asperseurs.}$$

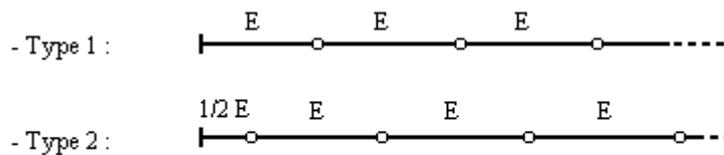
**VI.4. Calculs hydrauliques :****VI.4.2. Dimensionnement hydraulique des rampes :**

✓ La longueur du terrain est de 260m.

✓ La largeur du terrain est de 109 m.

**VI.4.2.1. La longueur de la rampe :**

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



**Figure VI.2:** Dispositif d'installation des asperseurs sur la rampe.

(source: cours d'irrigation, ENSH 2016)

La longueur de la rampe est donc :

➤ Pour le type 1 :  $L = n.E$  .

➤ Pour le type 2 :  $L = (n-0,5).E$ .

D'où :

$$L_r = \frac{\text{largeur de terrain}}{2} - \frac{Ea}{2} \dots \dots \dots \text{(IV.20)}$$

$$L_r = \frac{109}{2} - \frac{12}{2} = 48.5\text{m}$$

**VI.4.2.2. Nombre d'asperseurs/rampe :**

$$N_{asp/R} : \frac{L_r}{Ea} = \frac{48.5}{12} \approx 4 \text{ asperseurs.}$$

**VI.4.2.3. Nombre de rampes :**

On travaille avec une rampe et 4 asperseurs.

**VI.4.3. Dimensionnement de la rampe:****VI.4.3.1. Le débit de la rampe :**

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur  $\times$  le nombre d'asperseur/ rampe.

$$Q_r = 1.37 \times 4 = 5.48 \text{ m}^3/\text{h.} = 0.0015 \text{ m}^3/\text{s} ;$$

**VI.4.3.2. Nombre de position des rampes :**

$$N_{\text{position rampe}} = \frac{Lr}{El} \approx 15$$

Avec :

✓  $Lr$  : longueur du terrain = 260m, et  $El$  : espacement entre les rampes (=18m).

Le nombre de rampes est égale à 20.

**VI.4.3.3. Calcul du Diamètre de la rampe :**

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_r = \sqrt{\frac{4 \times Qr}{\pi \times V}} \dots\dots\dots(\text{IV.21})$$

Avec :

$V$  : vitesse de l'écoulement à travers la rampe ou  $V \leq V_{\text{adm}}$  ;

$V_{\text{adm}} \in [0.5 : 2.5] \text{ m/s}$ .

On suppose que  $v=1.5 \text{ m/s}$  et on calcule  $D_r$ :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 0.0015}{\pi \times 1.5}} = 0.036 \text{ m} = 36 \text{ mm}.$$

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

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

Donc le diamètre de la rampe normalisé = 50 mm ,ce qui permet de calculer la nouvelle vitesse :

$$V = \frac{4 \times Qr}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 0.0015}{\pi \times 0.05^2} = 0.76 \text{ m/s} \leq V_{\text{adm}}.$$

**VI.4.4. Dimensionnement du porte rampe:****VI.4.4.1. Longueur du porte Rampe :**

La longueur du porte rampe est calculée par :

$$L_{\text{pr}} = L - \frac{El}{2} = 251 \text{ m} ;$$

**VI.4.4.2. Débit du porte rampe :**

$$Q_{\text{P-r}} = Q_{\text{asp}} \times N_{\text{asp/rampe}} \times N_{\text{rampe}} \dots\dots\dots(\text{IV.22})$$

$$Q_{\text{P-r}} = 3.8 \times 10^{-4} \times 4 \times 1 = 0.0015 \text{ m}^3/\text{s}.$$

**VI.4.4.3. Calcul du Diamètre du porte rampe :**

$$\text{Diamètre du porte-rampe : } D_{\text{p-r}} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{pr}}}{\pi \times V}} \dots\dots\dots(\text{IV.23})$$

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

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

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times 0.0015}{\pi \times 1.5}} = 0.036 \text{ m} = 36 \text{ mm} ;$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_{p-r}=50$  mm). donc la vitesse sera :  $v = 0.76$  m/s

#### **VI.4.5. Calcul des pertes de charge:**

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

$$J = \left( \frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.852} \dots\dots\dots (IV.24)$$

Avec :  $J$  = Perte de charges linéaire en m ;

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

#### **VI.4.5.1. les pertes de charge de la rampe :**

on a  $L_{rampe}=48.5$  m ;  $D_r=0.05$  m ;  $Q_r=0.0015$  m<sup>3</sup>/s.

Donc  $\Delta H_{rampe}=0.8$  m ;

#### **VI.4.5.2. les pertes de charge du porte rampe :**

On a :  $L_{pr}=251$  m ;  $D_{pr}=0.05$  m ;  $Q_{pr}=0.0015$  m<sup>3</sup>/s.

Donc  $\Delta H_{rampe}=4.2$  m, la perte de charge est importante.

On prend donc un diamètre du porte-rampe de 75 mm, les pertes de charges sont donc estimées à **0.58 m** et la nouvelle vitesse sera :  $v = 0.34$  m/s.

Le résultat des calculs est présenté dans le tableau VI.2 :

**Tableau VI.2:** Résultat du calcul pratique d'aspersion.

Conduites	Rampe	Porte Rampe	C.tertiaire
Longueur (m)	48.5	251	10
Diamètre (mm)	50	75	75
Débit (m <sup>3</sup> /h)	0.0015	0.0015	0.0015
Vitesse (m/s)	0.76	0.34	0.34
Perte de charge totale (m)	0.8	0.58	0.02

laperte de charge unitaire :  $\Delta H=0.2*25=5m$

$\Delta H_t=0.8+0.58+0.02=1.4 < 5 m$  (< la perte de charge unitaire), la règle de Christiansen est vérifiée.

#### **VI.4.6.Calcul de la pression en tête du réseau :**

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

$$H=H_1+H_2+H_3\dots\dots\dots(IV.25)$$

Avec :

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

$$H=25+1.4+0=26.40 m.$$

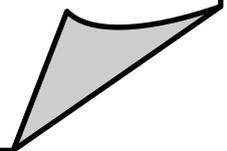
Donc la pression = 2.6 bar ce qui est assez suffisant vu la pression aux bornes qui est de 2.6 bar.

#### **IV.5.Conclusion:**

Au cours de ce chapitre, nous avons dimensionné deux réseaux d'irrigation qui sont le goutte à goutte pour l'olivier et l'aspersion pour la pomme de terre arrière-saison .Ce sont tous les deux des systèmes économiques qui aident à préserver la ressource en eau et qui résistent à la forte évaporation dans la région. Ces méthodes d'arrosage contribuent ainsi à mettre en place d'avantage de cultures dans les secteurs du périmètre d'Oued Sahel, se trouvant à la wilaya de Bouira.

# Chapitre VII

## Organisation De Chantier



**Chapitre VII : Organisation De Chantier****VII.1 .Introduction :**

Au cours de ce chapitre on cherchera à évaluer les frais du projet d'aménagement hydro-agricole de notre secteur d'étude afin de savoir où se placer du point de vue technico-économique c'est à dire savoir es ce que notre projet répond techniquement à tous les besoins en dépensant les couts les plus bas possible.

**VII.2.Execution des travaux de pose des canalisations :****VII.2.1. Exécution des tranchées :**

Elle se fait en exécutant des terrassements en respectant les caractéristiques du terrain . Une pelle mécanique sera utilisée pour effectuer l'excavation . La profondeur minimale de la tranchée à réaliser est de 1 m et sa largeur sera assez suffisante pour que quelqu'un puisse y travailler aisément et elle augmente avec les diamètres des conduites à placer dans le secteur.

**VII.2.2. Pose du lit de sable :**

Le lit de pose sert principalement à garantir une répartition uniforme des charges sur la région d'appui, il faut alors placer les conduites de façon à éviter tout appui linéaire ou ponctuel. Avant de mettre en place les conduites, on doit d'abord :

- Enlever les grosses pierres sur les talus de la tranchée
- Prendre en considération les côtes du profil en long
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée
- Etablir le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (Sable).

On a choisi une épaisseur de 10 cm.

**VII.2.3. Mise en place des canalisations :**

On doit faire attention à ces détails:

- Le profil de la conduite doit être franchement montant ou descendant. Les poses à plat ou les poses avec point haut ou bas mal définis, sont à proscrire, pour éviter des poches d'air .
- Si un point haut est inévitable, prévoir une ventouse.

- Prévoir une profondeur d'au moins 80 cm par rapport au niveau supérieur des tuyaux.
- Dans les sols très caillouteux ou rocheux, on sable le fond de la conduite.
- La pose d'un grillage avertisseur à 20 cm au-dessus de la canalisation est recommandé. Il est indispensable pour les traversées de route !
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé .
- Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur et éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée .
- Creuser le fond de fouille à côté de l'emboitement de façon à éviter que celui-ci ne se pose sur le sol.
- Réaliser si possible un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins au quart de sa circonférence extérieure.
- Avant de reboucher définitivement la tranchée, il faut purger le réseau et tester l'étanchéité. Pour cela :
  - On cale les tuyaux avec 20 ou 30 cm de terre fine en prenant soin de laisser apparents tous les raccords.
  - On effectue la mise en eau du réseau lentement pour purger les canalisations.
  - Dès que l'eau sort claire, on ferme lentement les vannes pour monter en pression.
  - Quand toute la tuyauterie est sous pression, fermer l'alimentation.

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

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

1-Jusqu'au diamètre 63, le raccordement est mécanique à emboitement.

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

Les deux extrémités de cette résistance sont reliées à des plots situés à l'entrée de chaque emboitement. Le temps de soudage est de l'ordre d'une minute et celui du refroidissement est d'environ une heure. Pendant les cycles de chauffage et de refroidissement, le serrage, l'alignement et le maintien des tuyaux et accessoires en polyéthylène doivent être assurés par des positionneurs.

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

**VII.2.5. Contrôle du compactage des tranchées :**

Le compactage de la zone d'enrobage et de remblaiement influe directement sur la répartition des charges à la périphérie du tuyau donc sur la stabilité de celui-ci.

Il est nécessaire de vérifier la qualité de réalisation de cette opération. Le contrôle peut utilement être réalisable à l'aide d'un outil peu coûteux, pratique et très rapide à mettre en œuvre que l'on appelle « Sonde battue ». Cet appareil permet :

- Une approche relativement faible de la densité du sol.
- De détecter rapidement les défauts de compactage d'une tranchée.

**VII.3.Choix des engins du chantier:**

On doit choisir les engins et le matériel à utiliser sur chantier en fonction du type de tâches à accomplir et des conditions du site , de telle sorte à avoir un meilleur rendement. Au cours de notre étude on a opté pour les engins classiques de chantier qui sont regroupés dans le tableau VII.1.

**Tableau VII.1:** Les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles.

<b>Nom de l'engin</b>	<b>Rôle de l'engin</b>
Un chargeur	Charger les déblais excédentaires dans les camions.
Une pelle mécanique	Extraire les déblais et les charger directement si c'est possible dans le camion, poser le lit de sable et le remblai.
Un compacteur à rouleau lisse	Compacter la couche de sable .
Un camion	Evacuer les déblais.
Appareil de soudure	Assurer l'assemblage des conduites.
Sonde battue	Contrôler le compactage des tranchées.
Une dame sauteuse	Le compactage du remblai au tour de la conduite et avoir un bon support.

(Source: cours d'ODC, ENSH 2019)

**VII.4.Appareillage d'équipement du réseau:**

A part les bornes qui ont été présentées en chapitre III , notre secteur sera équipé de ce qui suit:

➤ **les vannes de sectionnement:**

Elles sont nécessaires pour l'exploitation du réseau. Elles permettent d'en isoler une partie pour une intervention sans arrêter le fonctionnement général.

Elles seront disposées au départ de quelque branches et seront munies d'un dispositif permettant leur démontage sans avoir à toucher aux ouvrages de génie civil ou aux conduites adjacentes.

L'emploi des vannes à papillon pour des raisons d'exploitation et de facilité de fermeture est conseillé pour les diamètres de vannes supérieurs ou égaux à 250mm.Leur encombrement plus faible que celui des vannes à opercule , permet de réduire le Génie civil des chambres de vannes .Elles seront associées à un by-pass pour permettre la remise progressive en eau des réseaux.

➤ **Les ventouses:**

Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et doivent donc être placées aux points hauts du réseau .

L'emploi des vannes de sectionnement conduit à mettre en place au moins une ventouse entre deux vannes , en particulier, aux points hauts créés par la fermeture de ces vannes .

Le choix des ventouses est fait suivant le diamètre des conduites, comme est détaillé dans le tableau suivant:

**Tableau VII.2:**diamètres des ventouses en fonction du diamètre des conduites

<b>Conduite</b>	<b>Ventouse</b>
$\text{Ø} < 500$	$\text{Ø} 80$
$600 < \text{Ø} < 930$	$\text{Ø} 100$
$930 < \text{Ø} < 1250$	$\text{Ø} 150$
$\text{Ø} > 1250$	$\text{Ø} 200$

(Source: APD de l'aménagement hydro-agricole de la vallée d'Oued Sahel)

➤ **Les soupapes de décharge anti-bélier:**

Elles sont destinées à écrêter les surpressions accidentelles importantes. Chaque vanne de sectionnement qui, en principe lors de la fermeture, engendre des surpressions, sera dotée d'une soupape de décharge, qui dans la limite de ses caractéristiques écrêtera également les surpressions engendrées par la manœuvre des bornes d'irrigation situées dans son voisinage immédiat .

Les soupapes anti-bélier sont caractérisées par deux éléments :

-Le débit à évacuer:

On calcule ce débit par la formule suivante:

$$Q_e = K * Q_c \dots\dots\dots(VII.1)$$

tel que:

**Q<sub>e</sub>**: débit à évacuer par la soupape

**K**:fraction de débit

**Q<sub>c</sub>** : débit de projet de la conduite

Les valeurs de K étant les suivantes:

- K= 1/6 pour Ø>1100
- K= 1/5 pour 700<Ø<1000
- K= 1/4 pour 350<Ø<600
- K= 1/2 pour 200<Ø<300
- K= 1 pour Ø<150

La condition de fonctionnement imposée à la soupape est que:  $Q_s > 0,8 Q_e$  tel que  $Q_s$  c'est le débit final à évacuer par la soupape . Cette condition permet de fixer le diamètre de la buse de la soupape par tranche de diamètre de canalisation comme montré dans le tableau qui suit

**Tableau VII.3:**diamètres des buses de soupapes en fonction du diamètre des conduites

Conduite	Buse anti-bélier
100 à 500	Ø50
500 à 800	Ø80
900 à 1400	Ø125
1400 à 1700	Ø200

(Source: APD de l'aménagement hydro-agricole de la vallée d'Oued Sahel)

➤ **Les vidanges:**

Leur fonction est de mettre hors d'eau les conduites , dans le cas de problème sur le réseau. La vidange étant placée sur les points bas pouvant évacuer l'eau gravitairement et placée uniquement sur des gros diamètres >200mm avec une nécessité de placer la vidange près d'un exutoire naturel pour les petits diamètres . Les volumes à évacuer sont faibles donc on effectuera des vidanges par pompage ou par bornes placées à des points bas.

➤ **Les brises charge:**

Ils servent à diminuer les pressions là où on le souhaite. Dans notre cas , ils seront placés pour tous les tronçons où la pression est supérieure ou égale à 6bar.

**VII.5.Facture des différents types de conduites du réseau de distribution :**Le calcul du cout des conduites utilisées dans le système de distribution avec les équipements de protection est détaillé dans les tableaux qui suivent.

**Tableau VII.4:** Facture des tuyaux du réseau de distribution

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)	
			(m)			
Ø50		Ml	223	120	26760	
Ø63		Ml	298	150	44700	
Ø75		Ml	177	193.61	34268.97	
Ø 90	PEHD	Ml	522	298.2	155660.4	
Ø 110		Ml	866	416.1	360342.6	
Ø 125		ml	785	530.1	416128.5	
Ø 140		ml	420	1650	693000	
Ø160		ml	786	868.3	682483.8	
Ø 200		ml	2307	1358.5	3134059.5	
Ø 225		ml	724	1600	1158400	
Ø280		ml	880	1900	1672000	
Ø315		Fonte	ml	150	3363	504450
Ø355			ml	1028	4200	4317600
Ø700	ml		344	18500	6364000	
Ø600	ml		73	13300	970900	
Ø500	ml		1453	8398	12202294	
Ø350	Acier	ml	144	5249.74	755962.56	
<b>Total (HT)</b>					33493010.33	
<b>TVA (19%)</b>					6363671.96	

<b>Total (TTC)</b>		<b>39856682.29</b>
--------------------	--	--------------------

**Tableau VII.5:** Cout des équipements de protection du réseau de distribution

équipement	unité de mesure	Quantité	prix unitaire(DA)	Montant(DA)
bornes d'irrigation	U	41	50000	2050000
Ventouses Ø80	U	2	3800	7600
vidange Ø80	U	2	2200	4400
Anti-bélier Ø50	U	2	4000	8000
Vannepapillon à brides Ø350	U	1	13000	13000
vanne papillon à brides Ø500	U	2	15000	30000
Vannes opércule à brides Ø100	U	2	11000	22000
Vannes opércule à brides Ø125	U	1	11500	11500
Vannes opércule à brides Ø150	U	1	12000	12000
Brises charge	U	55	80000	4400000
les goutteurs	U	48125	31	1491875
les rampes Ø16	MI	9600	30.64	294144
les portes rampes Ø110	MI	320	450.62	1441984
conduite tertiaire Ø110	MI	100	200	20000
vanne	U	1	14000	14000
Les asperseurs	U	8	600	4800
Les rampesØ50	MI	970	100	97000
Les portesrampeØ75	MI	5020	500	2510000
ConduitetertiaireØ75	MI	200	250	50000
vanne	U	1	14000	14000
<b>Total</b>				<b>12496303</b>
TVA 19%				<b>2374297.57</b>
<b>TCC</b>				<b>14870600.57</b>

**VII.6.Frais des travaux sur réseau d'irrigation:**

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

**VII.6.1.calcul des volumes de remblai et de déblai:****✓ La longueur du fond de tranchée:**

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

$$l=D+(2\times 0.3)\dots\dots(VII.2)$$

Avec:

D: le diamètre de la conduite en (m).

**✓ Profondeur de la tranchée:**

La profondeur de la conduite doit être correctement installée.

$$H=D+0.8+e \dots\dots\dots(VII.3)$$

e=hauteurs du lit de pose (m)

**✓ Volume de déblai:**

On s'intéresse à une surface rectangulaire

$$Vd=H\times l\times L\dots\dots\dots(VII.4)$$

**✓ Volume de remblai:**

$$V_{\text{remblai}}=Vd-Vc-Vs\dots\dots\dots(VII.5)$$

Vd: volume de déblai (m<sup>3</sup>)

Vs: volume du sable (m<sup>3</sup>)

VC: volume occupé par la conduite (m<sup>3</sup>).

$$Vc=L\times(\pi\times D^2/4) \dots\dots\dots(VII.6)$$

**✓ Volume du lit de sable:**

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

$$Vs=e\times l\times L\dots\dots\dots(VII.7)$$

**✓ Volume excédentaire:  $V_{ex}=Vd-Vr \dots\dots\dots(VII.8)$**

Le volume des différents travaux réalisés et les frais qui se sont engendrés seront regroupés dans les deux tableaux suivants.

**Tableau VII.6:** Calcul des différents volumes

D	L	H	L	Vd	Vc	Vr	Vs	Vex
0,7	344	1,6	1,30	715,52	132,32	538,48	44,72	177,04
0,28	73	1,18	0,88	75,80	4,49	64,89	6,42	10,92
0,14	79	1,04	0,74	60,80	1,22	53,74	5,85	7,06
0,2	342	1,1	0,80	300,96	10,74	262,86	27,36	38,10
0,14	71	1,04	0,74	54,64	1,09	48,30	5,25	6,35
0,11	280	1,01	0,71	200,79	2,66	178,25	19,88	22,54
0,11	90	1,01	0,71	64,54	0,85	57,29	6,39	7,24
0,28	365	1,18	0,88	379,02	22,46	324,43	32,12	54,58
0,225	180	1,125	0,83	167,06	7,15	145,06	14,85	22,00
0,11	49	1,01	0,71	35,14	0,47	31,19	3,48	3,94
0,2	369	1,1	0,80	324,72	11,59	283,61	29,52	41,11
0,09	105	0,99	0,69	71,73	0,67	63,81	7,25	7,91
0,2	422	1,1	0,80	371,36	13,25	324,35	33,76	47,01
0,125	110	1,025	0,73	81,74	1,35	72,42	7,98	9,32
0,14	23	1,04	0,74	17,70	0,35	15,64	1,70	2,06
0,14	88	1,04	0,74	67,72	1,35	59,86	6,51	7,87
0,2	273	1,1	0,80	240,24	8,57	209,83	21,84	30,41
0,14	63	1,04	0,74	48,48	0,97	42,85	4,66	5,63
0,125	24	1,025	0,73	17,84	0,29	15,80	1,74	2,03
0,125	32	1,025	0,73	23,78	0,39	21,07	2,32	2,71
0,5	644	1,4	1,10	991,76	126,39	794,54	70,84	197,23
0,5	201	1,4	1,10	309,54	39,45	247,98	22,11	61,56
0,2	66	1,1	0,80	58,08	2,07	50,73	5,28	7,35

<b>0,16</b>	147	1,06	0,76	118,42	2,95	104,30	11,17	14,13
<b>0,075</b>	112	0,975	0,68	73,71	0,49	65,66	7,56	8,05
<b>0,14</b>	37	1,04	0,74	28,48	0,57	25,17	2,74	3,31
<b>0,14</b>	138	1,04	0,74	106,20	2,12	93,87	10,21	12,34
<b>0,5</b>	116	1,4	1,10	178,64	22,77	143,12	12,76	35,53
<b>0,315</b>	150	1,215	0,92	166,76	11,68	141,35	13,73	25,41
<b>0,16</b>	68	1,06	0,76	54,78	1,37	48,25	5,17	6,53
<b>0,28</b>	220	1,18	0,88	228,45	13,54	195,55	19,36	32,90
<b>0,14</b>	42	1,04	0,74	32,32	0,65	28,57	3,11	3,75
<b>0,225</b>	127	1,125	0,83	117,87	5,05	102,35	10,48	15,52
<b>0,11</b>	47	1,01	0,71	33,70	0,45	29,92	3,34	3,78
<b>0,2</b>	233	1,1	0,80	205,04	7,32	179,08	18,64	25,96
<b>0,2</b>	244	1,1	0,80	214,72	7,66	187,54	19,52	27,18
<b>0,09</b>	32	0,99	0,69	21,86	0,20	19,45	2,21	2,41
<b>0,16</b>	236	1,06	0,76	190,12	4,74	167,44	17,94	22,68
<b>0,09</b>	51	0,99	0,69	34,84	0,32	30,99	3,52	3,84
<b>0,125</b>	135	1,025	0,73	100,32	1,66	88,88	9,79	11,44
<b>0,125</b>	121	1,025	0,73	89,92	1,48	79,66	8,77	10,26
<b>0,09</b>	313	0,99	0,69	213,81	1,99	190,22	21,60	23,59
<b>0,09</b>	86	0,99	0,69	58,75	0,55	52,27	5,93	6,48
<b>0,355</b>	727	1,255	0,96	871,33	71,92	729,98	69,43	141,35
<b>0,355</b>	101	1,255	0,96	121,05	9,99	101,41	9,65	19,64
<b>0,075</b>	28	0,975	0,68	18,43	0,12	16,41	1,89	2,01
<b>0,355</b>	26	1,255	0,96	31,16	2,57	26,11	2,48	5,06
<b>0,05</b>	23	0,95	0,65	14,20	0,05	12,66	1,50	1,54
<b>0,355</b>	174	1,255	0,96	208,54	17,21	174,71	16,62	33,83

<b>0,225</b>	33	1,125	0,83	30,63	1,31	26,59	2,72	4,03
<b>0,075</b>	14	0,975	0,68	9,21	0,06	8,21	0,95	1,01
<b>0,2</b>	184	1,1	0,80	161,92	5,78	141,42	14,72	20,50
<b>0,09</b>	41	0,99	0,69	28,01	0,26	24,92	2,83	3,09
<b>0,2</b>	143	1,1	0,80	125,84	4,49	109,91	11,44	15,93
<b>0,16</b>	23	1,06	0,76	18,53	0,46	16,32	1,75	2,21
<b>0,11</b>	36	1,01	0,71	25,82	0,34	22,92	2,56	2,90
<b>0,125</b>	73	1,025	0,73	54,25	0,90	48,06	5,29	6,19
<b>0,063</b>	24	0,963	0,66	15,32	0,07	13,66	1,59	1,67
<b>0,11</b>	46	1,01	0,71	32,99	0,44	29,28	3,27	3,70
<b>0,11</b>	81	1,01	0,71	58,09	0,77	51,56	5,75	6,52
<b>0,05</b>	30	0,95	0,65	18,53	0,06	16,52	1,95	2,01
<b>0,05</b>	105	0,95	0,65	64,84	0,21	57,81	6,83	7,03
<b>0,11</b>	229	1,01	0,71	164,22	2,18	145,78	16,26	18,43
<b>0,11</b>	56	1,01	0,71	40,16	0,53	35,65	3,98	4,51
<b>0,28</b>	15	1,18	0,88	15,58	0,92	13,33	1,32	2,24
<b>0,09</b>	13	0,99	0,69	8,88	0,08	7,90	0,90	0,98
<b>0,28</b>	119	1,18	0,88	123,57	7,32	105,77	10,47	17,80
<b>0,05</b>	22	0,95	0,65	13,59	0,04	12,11	1,43	1,47
<b>0,28</b>	160	1,18	0,88	166,14	9,85	142,22	14,08	23,93
<b>0,14</b>	27	1,04	0,74	20,78	0,42	18,37	2,00	2,41
<b>0,225</b>	105	1,125	0,83	97,45	4,17	84,62	8,66	12,84
<b>0,09</b>	244	0,99	0,69	166,68	1,55	148,29	16,84	18,39
<b>0,09</b>	65	0,99	0,69	44,40	0,41	39,50	4,49	4,90
<b>0,225</b>	279	1,125	0,83	258,95	11,09	224,84	23,02	34,11
<b>0,063</b>	38	0,963	0,66	24,26	0,12	21,62	2,52	2,64

<b>0,2</b>	133	1,1	0,80	117,04	4,18	102,22	10,64	14,82
<b>0,09</b>	50	0,99	0,69	34,16	0,32	30,39	3,45	3,77
<b>0,2</b>	239	1,1	0,80	210,32	7,50	183,70	19,12	26,62
<b>0,09</b>	67	0,99	0,69	45,77	0,43	40,72	4,62	5,05
<b>0,16</b>	54	1,06	0,76	43,50	1,09	38,31	4,10	5,19
<b>0,05</b>	20	0,95	0,65	12,35	0,04	11,01	1,30	1,34
<b>0,05</b>	23	0,95	0,65	14,20	0,05	12,66	1,50	1,54
<b>0,16</b>	24	1,06	0,76	193,34	4,82	170,28	18,24	23,06
<b>0,16</b>	17	1,06	0,76	13,70	0,34	12,06	1,29	1,63
<b>0,075</b>	23	0,975	0,68	15,14	0,10	13,48	1,55	1,65
<b>0,14</b>	26	1,04	0,74	20,01	0,40	17,69	1,92	2,32
<b>0,063</b>	16	0,963	0,66	10,22	0,05	9,10	1,06	1,11
<b>0,063</b>	85	0,963	0,66	54,27	0,26	48,37	5,64	5,90
<b>0,063</b>	70	0,963	0,66	44,69	0,22	39,83	4,64	4,86
<b>0,063</b>	32	0,963	0,66	20,43	0,10	18,21	2,12	2,22
<b>0,125</b>	78	1,025	0,73	57,96	0,96	51,35	5,66	6,61
<b>0,125</b>	220	1,025	0,73	163,49	2,70	144,84	15,95	18,65
<b>0,125</b>	64	1,025	0,73	47,56	0,79	42,14	4,64	5,43
<b>0,125</b>	209	1,025	0,73	155,31	2,56	137,60	15,15	17,72
<b>0,09</b>	39	0,99	0,69	26,64	0,25	23,70	2,69	2,94
<b>0,09</b>	333	0,99	0,69	227,47	2,12	202,38	22,98	25,09
<b>0,09</b>	47	0,99	0,69	32,11	0,30	28,56	3,24	3,54

Tableau VII.7: Cout des travaux réalisés

volumes	Unité	quantité	Prix unitaire	montant
déblai	M <sup>3</sup>	11560,67	1000	115606700
remblai	M <sup>3</sup>	9887,69	1100	10876459
Lit de sable	M <sup>3</sup>	1010,02	600	606012
Terre évacuée	M <sup>3</sup>	1672,97	500	836485
TOTAL				127925656
TVA				24305874,64
TTC				152231530,6

Après calcul des frais cités précédemment, le cout du projet s'élève à **206958814Da**.

#### **Détermination du nombre d'années nécessaires pour récupérer le montant du projet :**

On a la surface irriguée est de 412ha

Le montant du projet est de 206958814 da, alors : 1ha peut faire gagner : 502327 Da

1tonne de pomme de terre coute : 80000 da

On aura :  $502327/80000 = 6.3$  années

C'est-à-dire que le projet sera rentable à partir de 6 ans et 4 mois

#### **VII.7.Conclusion:**

Au cours de ce dernier chapitre, on a défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'un réseau d'irrigation et on a fait un récapitulatif des volumes de terrassement à entreprendre en précisant les engins nécessaires pour chaque opération. Une pose bien faite influe positivement sur la canalisation qui va devenir un excellent outil de transport d'eau, sûr économique et durable .En définitive, la mise en œuvre de ce projet repose sur une étude très précise de toutes les phases d'exécution du projet avec une recherche approfondie des prix les plus raisonnables disponibles sur le marché. Le cout du projet est de l'ordre de: *deux cent six millions neuf cent cinquante-huit mille huit cent quatorze dinars*, sans compter les frais de construction de la station de pompage.

## CONCLUSION GENERALE

Notre zone d'étude se situe au niveau de Chorfa , l'une des communes de la wilaya de Bouira, située aux frontières Est de celle-ci avec la wilaya de Bejaïa.

Notre étude a eu pour but de dimensionner un réseau d'irrigation pour le secteur Chorfa qui n'a jamais été exploité auparavant. On a essayé de répondre au mieux aux critères technico-économiques qui assurent la préservation de la ressource en eau et les meilleurs rendements .

On a démarré par l'analyse des données climatiques, qui nous a renseigné sur le climat semi-aride de notre région d'étude . Suivie par l'interprétation des résultats de l'analyse des échantillons du sol et d'eau faites par l'ANRH ,d'où on a conclut que notre sol est de type sablo-limoneux, assez perméable, pas salé avec une quantité faible en matière organique et que notre eau a une forte salinité.

Ensuite, place à l'étude hydrologique, qui nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit utiliser pour reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% et calculer les besoins en eau des cultures à planter , qui était d'ailleurs, l'étape suivante.

A la fin, ce qu'on a obtenu comme résultats après tout ce travail , nous a conduit à dimensionner la canalisation de refoulement (**DN700**) et celles du réseau de distribution, ainsi que celles du réseau d'irrigation par goutte à goutte et par aspersion. A coté de ça, on a pu dimensionner un réservoir de distribution ayant un volume de **3350 m<sup>3</sup>** et choisir un groupe de cinq (**5**) pompes avec deux (**2**) pompes de secours pour une **HMT=46,7 m** et un débit de **0,476m<sup>3</sup> /s** à refouler, pour notre station de pompage.

Pour conclure , on a fait une estimation du coût du projet qui s'élève à **deux cent six millions neuf cent cinquante huit mille huit cent quatorze dinars (206958814 DA)** , sans compter les frais dus à la réalisation de la station de pompage.

On considère ce montant seul, comme étant un investissement considérable d'où la nécessité de faire des calculs hydrauliques minutieux et précis.

# Références bibliographiques

---

-**ANRH** d'Alger:Partie géologique etEnregistrement pluviométrique « station M'chedallah, Code 150301 »,**2013**.

- **ONM Alger**: Les données climatologique « station de BOUIRA »,**2016**.

-**BONNIN. J**, Aide mémoire d'Hydraulique urbaine, Editions Eyrolles, Paris, 127pages,**1982**.

-**JEAN. R.T**, Traité d'irrigation,2<sup>ème</sup> édition, Edition TEC & DOC, Paris,1266pages,**2006**.

-**MERIEM.D**, Etude du périmètre d'OUED FADHEL,400Ha(W.Batna), Mémoire d'ingénieur, ENSH de BLIDA,110pages,**2018**.

-**TOUAIBIA. B**, Manuel Pratique d'Hydrologie, Office des publications universitaires, 166pages,**2004**.

# Annexe

---

## Annexe 1

Table de  $\chi^2$  théorique

$\alpha \backslash \gamma$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

# Annexe

## Annexe 2

### Coefficient culturel Kc

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Banancier tropical subtropical	0.4 -0.5 0.5 -0.65	0.7 -0.85 0.8 -0.9	1.0 -1.1 1.0 -1.2	0.9 -1.0 1.0 -1.15	0.75-0.85 1.0 -1.15	0.7 -0.8 0.85-0.95
Haricot vert sec	0.3 -0.4 0.3 -0.4	0.65-0.75 0.7 -0.8	0.95-1.05 1.05-1.2	0.9 -0.95 0.65-0.75	0.85-0.95 0.25-0.3	0.85-0.9 0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré grain	0.3 -0.5 0.3 -0.5*	0.7 -0.9 0.7 -0.85*	1.05-1.2 1.05-1.2*	1.0 -1.15 0.8 -0.95	0.95-1.1 0.55-0.6*	0.8 -0.95 0.75-0.9*
Oignon sec vert	0.4 -0.6 0.4 -0.6	0.7 -0.8 0.6 -0.75	0.95-1.1 0.95-1.05	0.85-0.9 0.95-1.05	0.75-0.85 0.95-1.05	0.8 -0.9 0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Poivron, frais	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Pomme de terre	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Riz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soja	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9

Kc	Initial	développement	saison	de saison	Récolte	Total
Haricots verts	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
Haricots secs	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
Vigne	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Maïs doux	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Maïs grain	0,3-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	0,8-0,95	0,55-0,6	0,75-0,9
Pois	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Patates	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
Riz	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,3	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Betterave	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Tournesol	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Tabac	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Tomate	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Blé	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9

# Annexe

## Annexe 3

### Les caractéristiques de la pompe choisie.



Modena - Italy

COMPANY  
WITH QUALITY SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
**ISO 9001**

---

**PM 150/ 2 B**

**Caractéristiques requises**

Débit 476 l/s  
Hauteur de refoulement 46 m  
Fluide Eau potable  
Température 290 K  
Type d'installation Pompes identiques en parallèle  
N.be de pompes 5

**Caractéristiques de la pompe**

Débit 95,2 l/s  
Hauteur de refoulement 46 m  
Puissance absorbée 57,5 kW  
Rendement 76,3%  
Hauteur manométrique H(Q=0) 71 m  
Orif. de refoulement 150 mm

**Caractéristiques moteur**

Fréquence 50 Hz  
Tension nominale 400 V  
Vitesse nominale 1450 1/min  
Nombre de pôles 4  
Puissance nominale P2 75 kW  
Courant nominal - A  
Type de moteur 3~  
Classe d'isolation F  
Degré de protection IP 55

**Limites opérationnelles**

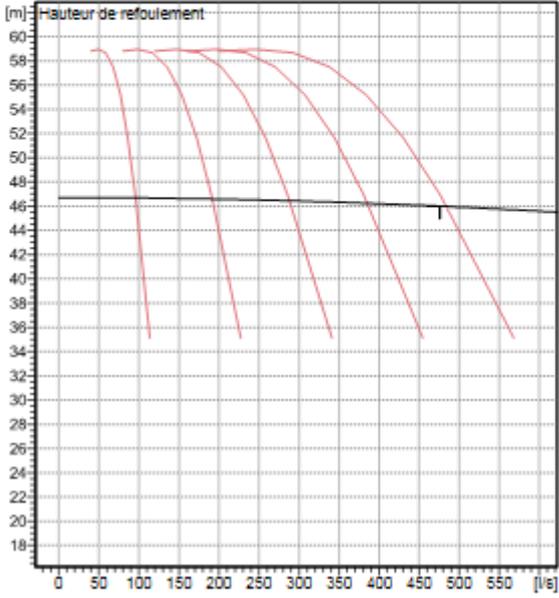
Démarrages / h max. 5  
Température max. du liquide pompé 363 K  
Teneur maximum en matières solides 40 g/m<sup>3</sup>  
Densité max. 998 kg/m<sup>3</sup>  
Viscosité max. 1 mm<sup>2</sup>/s

**Caractéristiques générales**

Poids 1260 kg

**Matériaux**

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile
Roulements à billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée

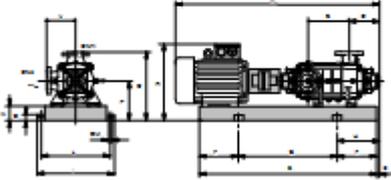


**Caractéristiques de fonctionnement** UN/ISO 2548/C

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

**Dimensions mm**

A = 2119  
B = 1741  
C = 360  
D = 351  
DNa = 200  
DNm = 150  
E = 241  
F = 300  
G = 1141  
H = 541  
I = 670  
L = 820  
M = 20  
N = 160  
O = 42  
P = 475  
Q = 845  
R = 891  
V = 370



# Annexe

---

## Annexe 4

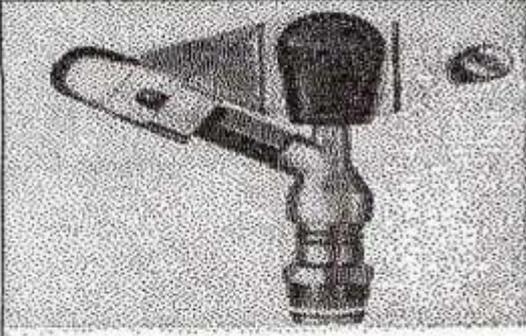
### Diamètres des conduites PEHD du groupe CHIALI

TABLEAU N° 1 – Diamètre extérieur

Diamètre extérieur nominal $d_n$ (mm)	Diamètre extérieur moyen	
	$d_{moy}$ (mm)	$d_{moy}$ (mm)
16	16,0	16,3
20	20,0	20,3
25	25,0	25,3
32	32,0	32,3
40	40,0	40,4
50	50,0	50,4
63	63,0	63,4
75	75,0	75,5
90	90,0	90,6
110	110,0	110,7
125	125,0	125,8
140	140,0	140,9
160	160,0	161,0
180	180,0	181,1
200	200,0	201,2
225	225,0	226,4
250	250,0	251,5
280	280,0	281,7
315	315,0	316,9
355	355,0	357,2
400	400,0	402,4
450	450,0	452,7
500	500,0	503,0
560	560,0	563,4
630	630,0	633,8
710	710,0	716,4
800	800,0	807,2
900	900,0	908,1
1000	1000,0	1009,0
1200	1200,0	1210,8
1400	1400,0	1412,6
1600	1600,0	1614,4

Annexe 5

Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



**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	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)