

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE-ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre  
Oued Athmania (600 ha), wilaya de Mila.**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> : MEDOUKALI Dawoud**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> AZIB Makhlof</b>	<b>Professeur</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>r</sup> BENKACI Tarik</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>me</sup> MAZOUZI Sabra</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> BOUZIANE Omar</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>me</sup> AZIEZ Wahiba</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Promotrice</b>

**Juin 2018**

# DEDICACE

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

- *Mes parents et Mes frères*
- *Et à toute ma famille*
- *Mes frères de scout*
- *Ma promotrice*
- *Ainsi qu'à tous mes amis de l'ENSH.*

*Et tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.*

# REMERCIEMENTS

*Je remercie ALLAH qui m'a armé de courage pour compléter mes études.*

*Je remercie mon promoteur : Mme O.AZIEZ de m'avoir guidé par ses conseils afin de Maîtriser ce mémoire.*

*Je remercie aussi :*

- Les membres de jury .*
- Le corps enseignant et les étudiants de l'ENSH.*

MEDOUKALI DAOUD

## ملخص:

يندرج الهدف من إنجاز هذه المذكرة ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، الواقعة بمنطقة واد العثمانية ولاية ميلة، قصد الرفع من المردودية الفلاحية لها وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي والتسيير الأمثل للموارد المائية. وهذا لن يتحقق إلا بوجود أنظمة سقي حديثة، والتي فرضت فعاليتها في الميدان، كنظام السقي بالتقطير الذي يعد الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة، نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي، ومن بين ما يتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

## Résumé :

L'objectif de mon mémoire entre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone d' Oued Athmania Wilaya de MILA. Il est question d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau et cela en adoptant des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée est le technique le mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie. Ce système présente de multiples avantages, comme l'économie d'eau.

## Abstract:

My present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management of Oued Athmnia, wilaya of MILA , in order to increase its agricultural productivity . By using the most efficient irrigation system and the best management of water ressources through the adoption of modern and reliable irrigation systems, such as : the highly advanced localized one . These systems have many advantages like the conservation of great quantities of water .

## *Table des matières*

<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	
<b>Chapitre I. Présentation de la zone d'étude</b>	<b>3</b>
<b>I.1. Introduction :</b>	<b>3</b>
<b>I.2. Situation géographique :</b>	<b>3</b>
<b>I.3. Hydrographie :</b>	<b>3</b>
<b>I.4. Conditions géologiques et hydrogéologiques :</b>	<b>4</b>
<b>I.5. Climatologie :</b>	<b>5</b>
I.5.1. Pluies annuelles :	5
I.5.2. Pluies mensuelles :	6
I.5.3. Les températures:	6
I.5.4. Humidité relative :	7
I.5.5. Les vents :	7
I.5.6. Gelée blanche :	7
I.5.7. Le Sirocco :	8
<b>I.6. La classification du climat:</b>	<b>8</b>
I.6.1. Indice de Martonne :	8
I.6.2. Quotient pluvio-thermique d'EMBERGER :	9
I.6.3. Diagramme de Bagnouls et Gaussen :	10
<b>I.7. Etude foncière :</b>	<b>11</b>
<b>I.8. Conclusion :</b>	<b>12</b>
<b>Chapitre II. Ressources en eau et en sol</b>	<b>14</b>
<b>II.1. Introduction</b>	<b>14</b>
<b>II.2. Le bassin versant de l'Oued Rhumel :</b>	<b>14</b>
<b>II.3. Estimation de la qualité de l'eau</b>	<b>15</b>
II.3.1. Classification des eaux pour l'irrigation	15
• Classification mondiale (F.A.O)	15
• Classification américaine	15
II.3.2. la conductivité électrique C.E.	15
II.3.3. le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R	16
<b>II.4. Classification des sols :</b>	<b>19</b>
II.4.1. Les sols calcimagnésiques :	19
II.4.2. Les sols peu évolués	20

II.5. Caractéristiques hydrodynamiques des sols :	21
II.6. Conclusion	21
<b>Chapitre III. Hydrologie</b>	<b>24</b>
III.1. Introduction	24
III.2. Présentation de la station	24
III.2.1. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique	25
III.2.2. Ajustement statistique des pluies	27
III.2.3. Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss	28
III.2.4. Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton	30
III.3. Détermination de l'année de calcul	32
III.4. Conclusion	33
<b>Chapitre IV. les besoins en eau des cultures</b>	<b>34</b>
IV.1. Introduction	34
IV.2. Occupation des sols	34
IV.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	34
IV.3.1. Calcul de l'évapotranspiration :	35
IV.3.2. La pluie efficace	36
IV.3.3. Calcul du débit spécifique	41
IV.3.4. Le débit caractéristique	42
IV.4. Estimation de volume d'eau total :	42
IV.5. Conclusion	42
<b>Chapitre V. Etude du système d'adduction</b>	<b>45</b>
V.1. Introduction :	45
V.2. Typologie des systèmes d'adduction d'eau	45
V.3. Choix du tracé	45
V.4. Choix de la variante	46
V.5. dimensionnement de la Conduite d'amenée :	46
V.6. dimensionnement de la conduite de refoulement	47
V.6.1. Diamètre économique de conduite de refoulement	47
V.6.2. Hauteur manométrique totale :	47
V.6.3. Calcul des frais d'amortissement	48
V.6.4. Calcul des Frais d'exploitation	49
V.6.5. Bilan total des frais	50

<b>V.7. Choix des pompes</b>	<b>51</b>
V.7.1. Choix du nombre de pompe	52
V.7.2. Couplage des pompes	52
V.7.3. Le moteur électrique	52
V.7.4. Détermination de la variante de pompage :	52
V.7.5. Etude du cavitation	54
<b>V.8. Dimensionnement du réservoir</b>	<b>55</b>
<b>V.9. Dimensionnement du réseau de distribution</b>	<b>56</b>
V.9.1. Calcul du débit aux bornes :	56
V.9.2. Choix du diamètre de la borne	56
V.9.3. Choix du matériau des conduites :	58
V.9.4. Calcul des diamètres :	58
V.9.5. Estimation des pertes de charge :	58
V.9.6. Vitesses admissibles :	59
V.9.7. Pièces spéciales :	64
<b>V.10. Conclusion :</b>	<b>64</b>
<b><i>Chapitre VI. Dimensionnement du réseaux d'irrigation</i></b>	<b>66</b>
<b>VI.1. Introduction :</b>	<b>66</b>
<b>VI.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :</b>	<b>66</b>
VI.2.1. L'asperseur :	67
VI.2.2. les rampes et portes rampe:	69
VI.2.3. Calcul de la pression en tête du réseau	70
<b>VI.3. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte :</b>	<b>71</b>
VI.3.1. Influence du taux de couverture du sol	71
VI.3.2. Les besoins journaliers en tenant compte de la réduction $K_r$	71
VI.3.3. La dose d'irrigation nette pratique	71
VI.3.4. Fréquence des arrosages	72
VI.3.5. La dose réelle	72
VI.3.6. La dose brute	72
VI.3.7. Durée d'arrosage par mois	72
VI.3.8. Durée d'arrosage journalier	72
VI.3.9. Nombre de poste	73
VI.3.10. Condition hydraulique	73
VI.3.11. calcul des débits	73
VI.3.12. Dimensionnement des différentes parties du réseau	74
VI.3.13. Vérification des pertes de charges	75
VI.3.14. Calculs hydrauliques de la rampe	75

VI.3.15. Calculs hydrauliques de la porte rampe _____	75
VI.3.16. Calcul les caractéristique du conduites tertiaire _____	75
VI.3.17. La pression d'eau à la borne de distribution _____	75
<b>VI.4. Conclusion :</b> _____	<b>76</b>
<b><i>Chapitre VII. Calcul économique du projet</i></b> _____	<b>78</b>
<b>VII.1. Introduction :</b> _____	<b>78</b>
<b>VII.2. Les opérations sur le réseau:</b> _____	<b>78</b>
<b>VII.3. Facture des différents typesde conduites du réseau de distribution</b> _____	<b>78</b>
<b>VII.4. Frais des travaux sur réseau d'irrigation</b> _____	<b>80</b>
VII.4.1. Calcul des différents volumes _____	81
<b>VII.5. Conclusion</b> _____	<b>82</b>
<b><i>CONCLUSION GENERALE</i></b> _____	<b>83</b>
<b><i>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i></b> _____	<b>84</b>
<b><i>ANNEXES</i></b> _____	<b>85</b>

## *Liste des figures*

Figure I-1 Localisation de la commune d'Oued Athmania dans la wilaya de MILA (fait par Arcgis) .....	3
Figure I-2 extrait des cartes géologiques Sétif-Constantine(1977)au sous B.V Rhumel Amont (Source : B.E Bahdja) .....	5
Figure I-3 : Répartition des températures moyennes à la station de Hammam Grouz .....	7
Figure I-4 : Diagramme bioclimatique d'Emberger .....	10
Figure I-5: Diagramme ombrothermique (Station de Hammam Grouz) .....	11
Figure II-1 Bassin versant d'oued Rhumel au site du barrage hammam grouz (B.E Sarl Elbehdja .BBA).....	15
Figure II-2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation d'après l'US SalinityLaboratory Staff (1954). .....	18
Figure III-1: Réseau d'observation pluviométrique du bassin de Rhumel amont de barrage de HammamGrouz(ANRH Constantine) .....	24
Figure III-2 Ajustement à une loi de Gauss.....	28
Figure III-3 .Les résultats de Test de Khi carrée (loi de Gauss) .....	29
Figure III-4. Ajustement à une loi de Galton.....	30
Figure III-5 les résultats de Test de Khi carrée (loi de Galton) .....	31
Figure III-6 ajustement à la loi racine normale .....	32
Figure V-1 Bilan total des frais .....	51
Figure V-2 Courbe caractéristique de la pompe (logiciel Caprari).....	54
Figure VI-1 système d'irrigation par aspersion (martineau-irrigation.fr).....	66
Figure VII-1 Disposition de la conduite dans une tranchée.....	80

## *Liste des planches*

- planche°1** : Plan de situation du périmètre
- planche°2** : plan de bornage
- planche°3** : profile en long d'adduction
- planche°4** : profile en long de distribution
- planche°5** : projection du réseau d'aspersion

## *Liste des tableaux*

Tableau I-1: Caractéristiques géographiques de la station de Hammam Grouz. (Source : ANRH Constantine) .....	5
Tableau I-2 Les pluies annuelles à la station de Hammam Grouz. (Source : ANRH Constantine).....	5
Tableau I-3: Les pluies moyennes mensuelles à la station de Hammam Grouz. (Source : ANRH Constantine).....	6
Tableau I-4: Répartition des températures moyennes mensuelles (station de Hammam Grouz). Source : A.N.R.H. de Constantine.....	6
Tableau I-5 : Humidité relative à la station de constantine. Source: ANRH constantine .....	7
Tableau I-6: Vitesse du vent moyenne. Source : ANRH constantine.....	7
Tableau I-7: Nombre de jours moyens de gelée à la station de Hamma Bouziane. Source : ANRH constantine .....	8
Tableau I-8 : Nombre de jours moyens de sirocco à la station de Constantine. Source : ONM 2016.....	8
Tableau I-9 : Classification du climat selon l'indice de Martonne.....	9
Tableau I-10: Les pluies moyennes mensuelles et temperature à la station de Hammam Grouz. (Source : ANRH Constantine) .....	10
Tableau I-11: Distribution du foncier par classes. Source : B.E.T Elbahdja .....	11
Tableau II-1 Résultats des analyses physicochimiques des eaux de barrage hammam grouz Source: ANRH Constantine.....	17
Tableau II-2 : Résultats des analyses physico-chimiques(B.E ELBEHJA).....	20
Tableau II-3: Résultats des analyses physico-chimiques (B.E ELBEHJA).....	21
Tableau II-4 : Propriétés hydrodynamiques des sols (B.E ELBEHJA) .....	21
Tableau III-1 Les caractéristiques de La station de Hammam Grouz .....	24
Tableau III-2 : Pluies mensuelles (Station : HammamGrouz). Source : ANRH CONSTANTINE.....	25
Tableau III-3 : Test d'homogénéité de la série pluviométrique de Hammam Grouz .....	25
Tableau III-4 Ajustement à une loi de Gauss .....	27
.Tableau III-5Ajustement à une loi de Galton .....	29
Tableau III-6 ajustement à la loi racine normale .....	31
Tableau III-7. Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul .....	33
Tableau IV-1 : cultures proposées à la zone de Oued Athmania. ....	34
Tableau IV-2 : Evapotranspiration de référence (ETo) de la zone d'étude.....	36
Tableau IV-3 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	37
Tableau IV-4 : Calcul des besoins en eau du Blé.....	37
Tableau IV-5 : Calcul des besoins en eau de l' haricot .....	38
Tableau IV-6 : Calcul des besoins en eau de la tomate. ....	38
Tableau IV-7 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre .....	38
Tableau IV-8 : Calcul des besoins en eau de l'ail .....	39
Tableau IV-9 : Calcul des besoins en eau de la luzerne .....	39
Tableau IV-10 : Calcul des besoins en eau du pommier. ....	40
Tableau IV-11 : Calcul des besoins en eau du figuier. ....	40

Tableau IV-12 : Les besoins mensuelle.....	41
Tableau IV-13 : Besoin en eau d'irrigation des cultures.....	42
Tableau V-1 Hauteur manométrique totale .....	48
Tableau V-2 Calcul des frais d'amortissement.....	49
Tableau V-3 Calcul des frais d'exploitation.....	50
Tableau V-4 Calcul du bilan total des frais .....	51
Tableau V-5 la variante de pompage.....	53
Tableau V-6 Choix de Nombre de pompes de secours (NP : nombre de pompe) .....	53
Tableau V-7 Variation de la tension de vapeur d'eau en fonction de la température .....	54
Tableau V-8 les caractéristiques de réservoir.....	56
Tableau V-9 : Choix du diamètre de la borne. ....	56
Tableau V-10 : Calcul des débits des ilots et du diamètre de la borne .....	57
Tableau V-11 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon .....	58
Tableau V-12 Calculs de réseau de distribution.....	60
Tableau VI-1 Caractéristique de la rampe .....	75
Tableau VI-2 Caractéristiques de la conduite du porte rampe.....	75
Tableau VII-1 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution. ....	79
Tableau VII-2: Fourniture de pose de pièces spéciales. ....	79
Tableau VII-3 : Quantité des travaux de terrassement. ....	81
Tableau VII-4: Coût des travaux de terrassement. ....	82

# INTRODUCTION GENERALE

La situation de l'agriculture en Algérie est très difficile, les ressources en eau sont limitées et réduisent progressivement. Une portion importante de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau.

L'Algérie est confrontée à une irrigation mal conduite qui présente un risque de causer de fortes pertes d'eau et le lessivage des principes éléments nutritifs du sol, et de réduire de ce fait la productivité du sol.

Le périmètre d'irrigation étudié se situe dans la wilaya de MILA et fait partie du périmètre de 3000 hectares constitue les secteurs CHELGOUM LAID (2000ha), AIN MLOUK (400ha) et le périmètre de OUED ATHMANIA qui connaît des baisses de rendements remarquables à cause de l'effet combiné des changements climatiques induisant la rareté de la ressource en eau mobilisable d'une part, et l'usage de systèmes d'irrigation archaïques et peu adéquats. Ce qui exige le recours à des solutions concrètes et rationnelles en vue de remédier à cette problématique.

Notre sujet d'étude entre dans ce contexte, il vise à mobiliser l'eau du barrage de Hammam Grouz qui nécessite la mise en place d'un système d'adduction et de distribution en introduisant des systèmes d'irrigation modernes et performants tels que l'aspersion et le goutte à goutte. Pour ce faire nous avons réparti ce travail en plusieurs étapes comme suit :

- connaître les caractéristiques naturelles de la région.
- déterminer la qualité des eaux et de sol.
- déterminer les besoins en eau des cultures mises en place.
- projeter le système d'adduction.
- dimensionner le réseau d'irrigation.
- calculer le cout global de projet et évaluer sa rentabilité.

# ***Chapitre I***

## ***Présentation De La Zone D'étude***

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

### I.1. Introduction :

Dans ce chapitre on va déterminer les différentes caractéristiques naturelles de la zone d'étude y compris la situation géographique, le réseau hydrographique et les conditions climatiques. Ces dernières qui conditionnent le choix des cultures et système d'irrigation.

### I.2. Situation géographique :

La zone d'étude, se situe principalement dans le Nord de la commune Oued Athmania, à environ 36° de latitude nord et 6° de longitude. Les cotes absolues de la surface terrestre dans les limites du périmètre d'irrigation évoluent entre 750 et 800 m en moyenne au-dessus du niveau de la mer.

La commune de Oued Athmania est située à l'est de la wilaya de Mila, à 13 km au Nord-Est de Chelghoum Laïd., elle s'étend sur une superficie de 273.45 km<sup>2</sup>.

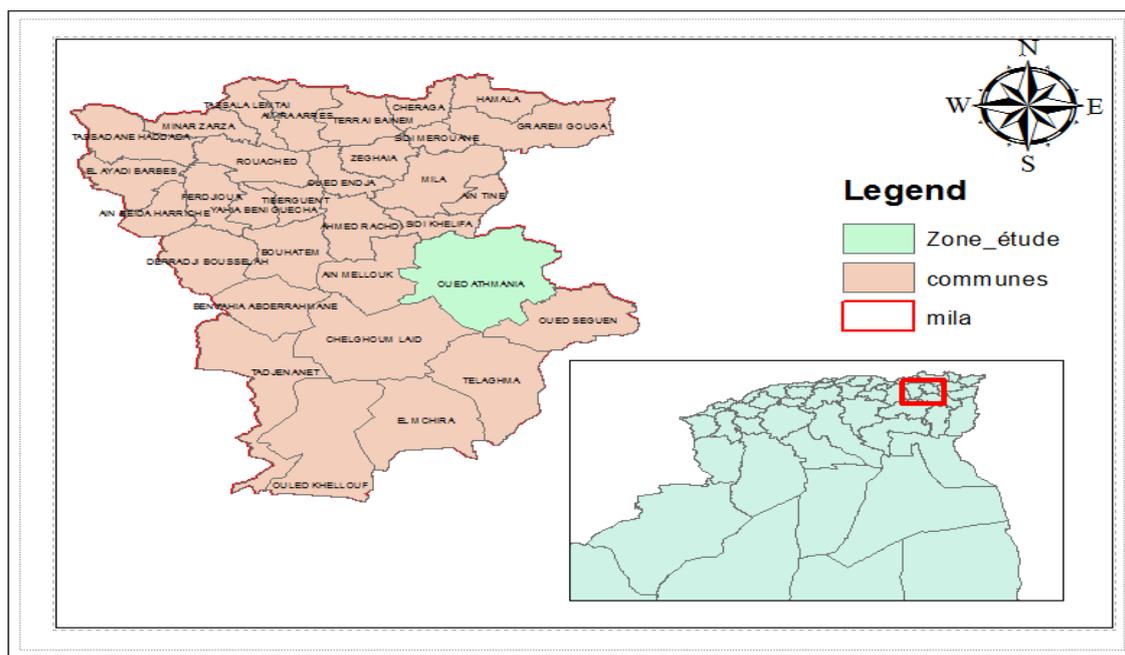


Figure I-1 Localisation de la commune d'Oued Athmania dans la wilaya de MILA (fait par Arcgis)

### I.3. Hydrographie :

Le réseau hydrographique est constitué par 3 oueds :

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### 1. Oued RHUMEL

C'est le plus important des oueds, son débit a été complétement réduit par le barrage HAMMAM GROUZ. Les risques d'inondation des terrains se trouvent entre la route R, N.5.A Constantine et c.w.17 ont été réduits.

### 2. Oued BOUYACOUR

C'est un affluent de l'oued RHUMEL. Qu'il soit à sec en été, il demeure très dangereux en hivers par les risques de crues. Il doit être canalisé en amont comme il a été proposé dans le cadre de Z.H.U.N.

### 3. Oued ATHMANIA

Il ne présente aucun danger pour l'agglomération du fait de son éloignement même pour l'extension à long terme.

## I.4. Conditions géologiques et hydrogéologiques :

L'ensemble des formations géologiques au niveau du périmètre est constitué de Dépôts continentaux du Néogène (Miocène supérieur - Pliocène - Villefranchien) et de dépôts alluvionnaires du Quaternaire.

Les dépôts continentaux du Néogène constituent les matériaux de remblaiement des anciennes dépressions topographiques. Ils correspondent à une période de forte érosion qui nivela sensiblement les reliefs par usure des montagnes «primaires» (régions anticlinales) et comblement des vallées primaires (régions synclinales).

#### 1- Miocène supérieur

Le Miocène supérieur affleure au Nord de l'Oued Athmania (longeant à peu près la Route Nationale Oued Athmania - Mila). Il constitue à la base une série de marnes grises avec des intercalations dans la partie inférieure de quelques bancs de grès calcaires, au sommet se sont des calcaires.

A 7 Km à l'Est de Oued Athmania, sur la rive droite de l'Oued Rhumel, le Miocène supérieur forme un affleurement d'environ 2 Km qui est constitué d'alternance de couches marneuses gris-noir avec de bancs de calcaires concrétionnés.

#### 2- Pliocène - Villefranchien

Le Pliocène - Villefranchien occupe de grandes surfaces constituées de différents faciès:

\* Au nord de la Route Nationale n°5 (Oued Athmènia - Constantine), on distingue deux faciès:

- Marnes ou argiles rouges et croûtes calcaires, calcaires lacustres qui occupent en général des reliefs mous.

- Calcaires lacustres et croûtes calcaires plus récentes.

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

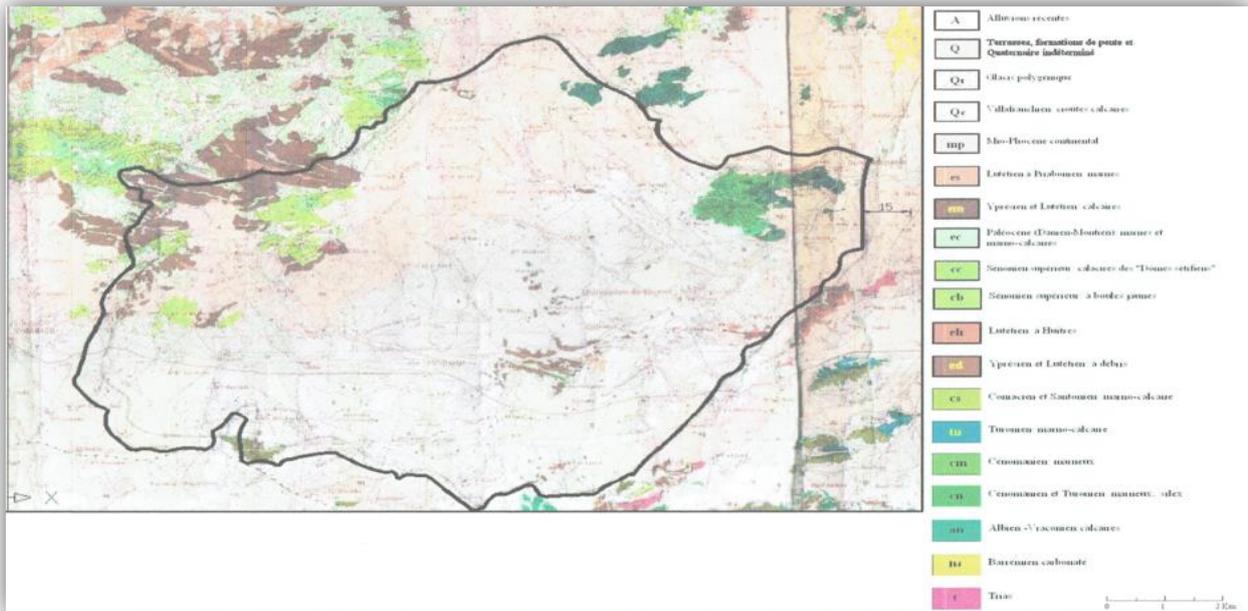


Figure I-2 extrait des cartes géologiques Sétif-Constantine(1977) au sous B.V Rhumel Amont (Source : B.E Bahdja)

### I.5. Climatologie :

Les données climatologiques sont très importantes dans la gestion agricole. Les facteurs climatiques étudiés sont les températures, l'humidité relative, l'intensité des vents et leur direction, la fréquence des jours de gelée et de sirocco.

#### la Station climatologique :

Tableau I-1: Caractéristiques géographiques de la station de Hammam Grouz. (Source : ANRH Constantine)

Nom de la station	Coordonnées	Altitude
<b>Hammam Grouz</b>	X : 813,03 Km ; Y : 333,41 Km ;	Z : 778 m

#### I.5.1. Pluies annuelles :

Les pluies moyennes annuelles sont données par le tableau suivant :

Tableau I-2 Les pluies annuelles à la station de Hammam Grouz. (Source : ANRH Constantine)

Année	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
<b>P(mm)</b>	351	292.5	273.3	417.5	513.5	147.6	245.2
Année	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/2001

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

<b>P(mm)</b>	425.7	512.0	264.8	470.9	278.6	415.5	229.7
<b>Année</b>	<b>2001/02</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>	<b>2006/07</b>	<b>2007/08</b>
<b>P(mm)</b>	278.4	668.8	502.1	550.7	412.4	426.3	335.4

### I.5.2. Pluies mensuelles :

Les pluies moyennes mensuelles sont données par le tableau suivant :

**Tableau I-3: Les pluies moyennes mensuelles à la station de Hammam Grouz. (Source : ANRH Constantine)**

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Tot
<b>Pluie (mm)</b>	41,1	28	40,6	50,1	55,1	27	30,9	38,8	43,2	14,7	4,1	11,4	385

### I.5.3. Les températures:

La température est parmi les facteurs les plus importants. Ces valeurs sont données par le tableau suivant :

**Tableau I-4: Répartition des températures moyennes mensuelles (station de Hammam Grouz). Source : A.N.R.H. de Constantine**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Tmin °C	1,6	2,2	4.1	5.6	10	14.4	17	17.5	13.8	10.9	6.1	2.7
Tmax °C	11.5	13.3	16.3	18.7	24.9	31	34.3	34.4	28.8	23.2	16.6	12.4
Tmoy °C	6.5	7.6	10.4	12.1	17.8	22.8	25.8	26	22	17.1	11.4	7.9

On remarque que les mois les plus chauds sont les mois de Juillet et Aout, avec une moyenne de 26 °C, et la période froide couvre les mois de Décembre, janvier et Février, avec une moyenne de 7.3°C.

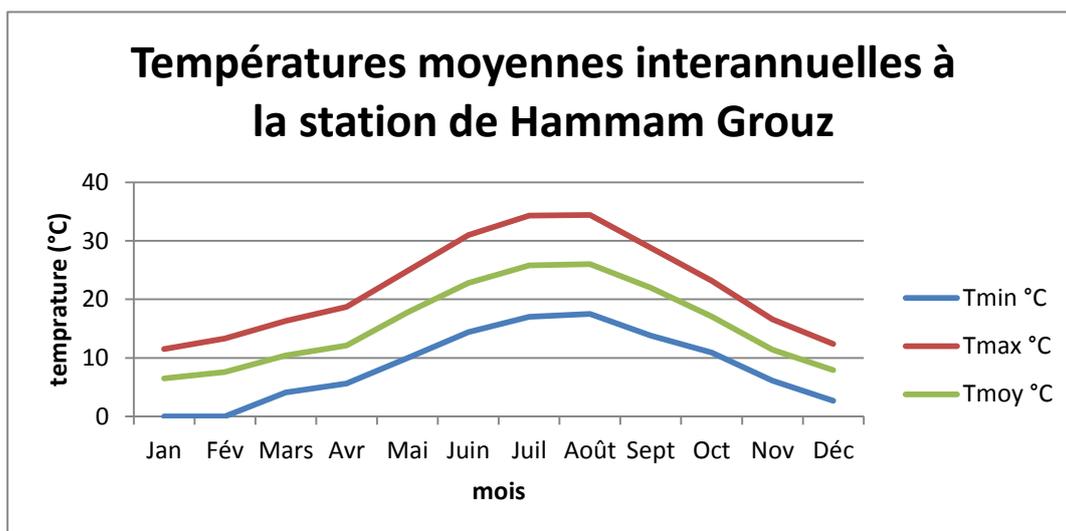


Figure I-3 : Répartition des températures moyennes à la station de Hammam Grouz

**I.5.4. Humidité relative :**

L'humidité est donnée par le tableau suivant :

Tableau I-5 : Humidité relative à la station de constantine. Source: ANRH constantine

Indice	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Année
Humidité%	64,3	69,3	74,1	78,5	78,6	76,3	71,2	69,3	63,5	53,5	47,6	50,0	66,3

**I.5.5. Les vents :**

la vitesse du vent a une influence directe sur le choix de système d'irrigation , en particulier l'rrigation par aspersion.

Tableau I-6: Vitesse du vent moyenne. Source : ANRH constantine

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
La vitesse de vent m/s	1.7	1.7	1.7	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.5	1.7	1.7

Les vents de la zone étudié prédominant du nord-ouest et du nord du mois d'octobre et jusqu'au mois de février inclus les vents prédominants sont ceux d'ouest (des directions sud-ouest jusqu'au nord-ouest) qui sont froids et humides en hiver. Depuis mars jusqu'à avril les vents prédominants sont ceux du nord et du nord-ouest.

**I.5.6. Gelée blanche :**

On s'intéresse au gelée vu leur effets dangereux sur les cultures .le tableau suivant nous montre le nombre de jours de gelée.

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Tableau I-7: Nombre de jours moyens de gelée à la station de Hamma Bouziane. Source : ANRH constantine

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Nombre	0	0	0.7	1.8	3.4	2	1.5	0.1	0	0	0	0

On constate qu'il y a en moyen 9.5 jours de gelée répartis de mois de novembre jusqu'à avril.

### I.5.7. Le Sirocco :

C'est le vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes ,donc il peut provoquer le stress hydrique pour les cultures .

Tableau I-8 : Nombre de jours moyens de sirocco à la station de Constantine. Source : ONM 2016

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Nombre de jours	2,6	1,0	1,1	0,1	0,1	0,5	1,1	1,8	1,9	3,8	6,0	4,0

## I.6. La classification du climat:

On utilise les données de température et précipitation pour classer le climat dominant sur notre région.

### I.6.1. Indice de Martonne :

Cet indice nous permet de connaître la nécessité d'irrigation durant l'année.

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \quad (\text{I-1})$$

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

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

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

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Tableau I-9 : Classification du climat selon l'indice de Martonne

Valeurs de I	Type de climat	Irrigation
<b>I&lt;5</b>	Désertique	Indispensable
<b>5&lt;I&lt;10</b>	Très sec	Indispensable
<b>10&lt;I&lt;20</b>	Sec	Souvent Indispensable
<b>20&lt;I&lt;30</b>	Relativement humide	Parfois utile
<b>I&gt;30</b>	Humide	Inutile

Dans notre cas, nous avons :

$$I = \frac{385}{15.6 + 10} = 15.03$$

$$I_A = 15.03 \text{ donc : } 10 < I_A < 20$$

D'où notre climat est sec, donc l'irrigation est souvent indispensable.

**I.6.2. Quotient pluvio-thermique d'EMBERGER :**

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

Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : précipitation moyenne annuel (mm)

m : Température moyenne maximale du mois la plus chaud en K° (degré kelvin)

M : Température moyenne minimale du mois la plus froid en (K°)

Pour :

$$P = 385 \text{ mm}$$

$$M = 34.4 + 273 = 307.4^\circ \text{K}$$

$$m : 1.6 + 273 = 274.6^\circ \text{K}$$

$$\text{On aura : } Q = \frac{2 * 1000 * 385}{(307.4)^2 - (274.6)^2} = 40.34$$

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Après la projection sur le diagramme bioclimatique d'Emberger (voir Figure I-5), on note que le climat est un climat semi aride.

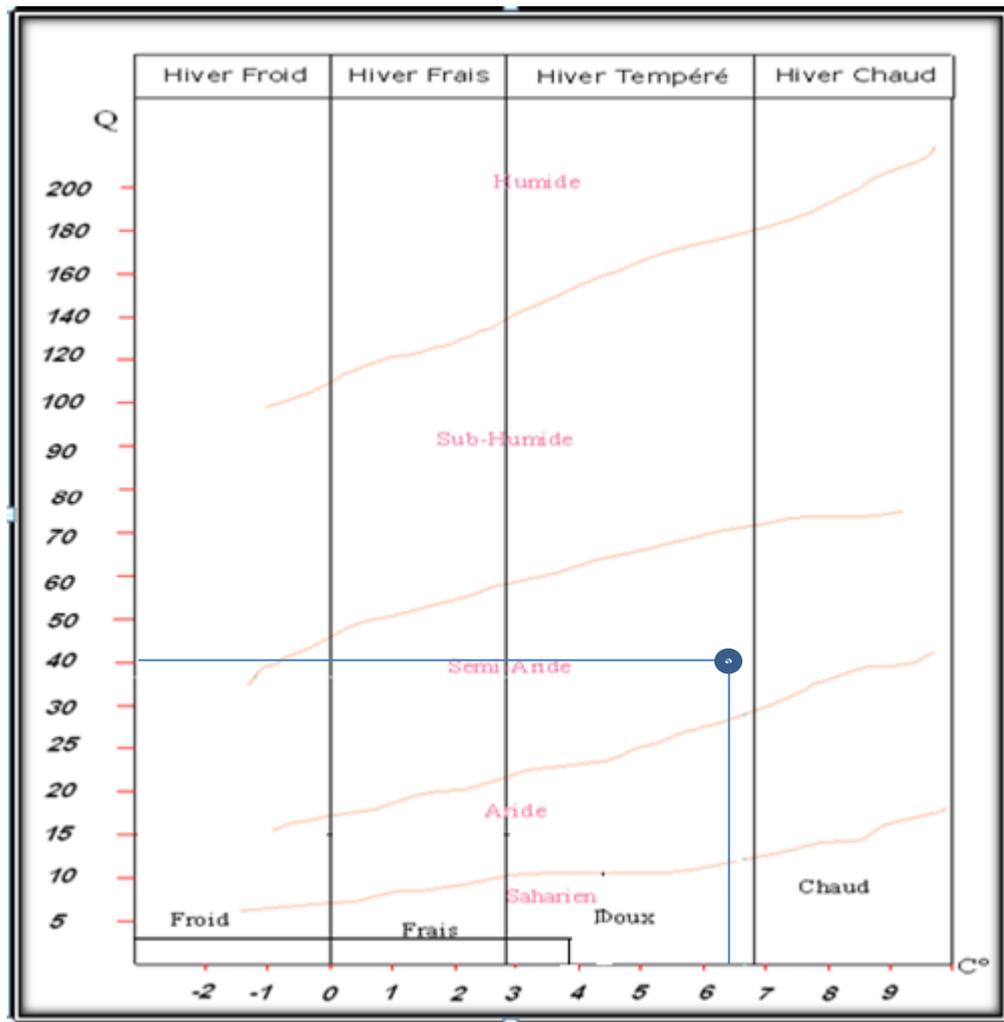


Figure I-4 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

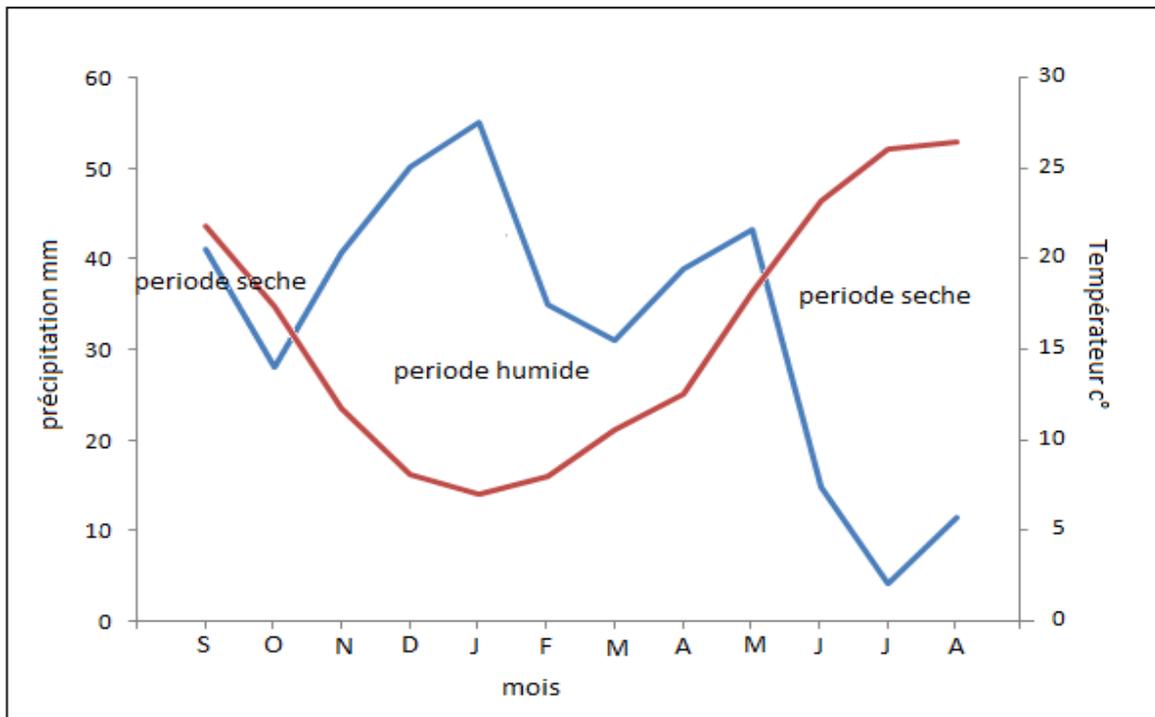
### I.6.3. Diagramme de Bagnouls et Gaussen :

ce diagramme ombrothermique permet la détermination du saison sèche.

Tableau I-10: Les pluies moyennes mensuelles et température à la station de **Hamman Grouz**. (Source : ANRH Constantine)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou
Précipitations, (mm)	41,1	28,0	40,6	50,1	55,1	27,0	30,9	38,8	43,2	14,7	4,1	11,4
Tmoy °C	22	17,1	11,4	7,9	6,5	7,6	10,4	12,1	17,8	22,8	25,8	26

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE



**Figure I-5: Diagramme ombrothermique (Station de Hammam Grouz)**

diagramme de Bagnolles et Gaussen (figure I.6) nous montre que la saison humide s'étale de mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai. la saison sèche couvre le reste de l'année.

### I.7. Etude foncière :

Après une enquête sur le terrain, on note que Les exploitations en secteur public sont celles qui prédominent dans la zone d'étude, occupent 92% de la superficie totale du périmètre étudié comme le tableau suivant montre.

**Tableau I-11: Distribution du foncier par classes. Source : B.E.T Elbahdja**

Classes	Nbr d'exploitation (%)	Superficie (%)
EAC	11	527
Privé	1	73.86
Totale	12	600.86

- **Exploitation Agricole individuel (EAI) :** terrain qui appartient à l'Etat et exploité par un agriculteur individuel.

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- **Exploitation Agricole Collective (EAC) :** terrain qui appartient à l'Etat et exploité en usufruit par une collectivité d'agriculteur.

### I.8. Conclusion :

Le climat de notre région est semi aride ce qui necessite l'installation d'un système d'irrigation adéquate satisfaisant les besoins en eau des différents cultures mise en place, surtout pendant la saison sèche qui s'étale de Mai jusqu'à le mois d'Octobre selon le diagramme ombrothermique. On constate aussi que la plus part des terrains de la zone d'étude sont de vocation public ce qui influe sur la gestion de réseau d'irrigation ultérieurement.

***Chapitre II***  
***Ressources en eau et en sol***

## Chapitre II. Ressources en eau et en sol

### II.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à déterminer la source d'eau et sa qualité pour l'irrigation afin de maintenir la productivité du sol et la protection de l'environnement, et aussi la connaissance des caractéristiques hydrodynamiques du sol de notre périmètre pour le choix des cultures et calculer ses besoins en eau.

#### I. Ressources en eau :

### II.2. Le bassin versant de l'Oued Rhumel :

Le barrage de hammam grouz se trouve sur l'oued el Rhumel à 1.5km au sud de la ville d'Oued Athmania et à environ 45 kilomètres d'ouest de Constantine. Il est situé dans une gorge incisée par l'oued Rhumel dans les calcaires du crétacé qui forment le djbel Grouz.

La superficie du bassin versant de l'oued el Rhumel au site du barrage Hammam Grouz est  $1130\text{km}^2$ .

Caractéristiques principales de l'aménagement de hammam grouz:

- ✓ type : béton poids
- ✓ hauteur : 49.5 m
- ✓ cote de volume régularisée : 772.00 m
- ✓ capacité initiale :  $45.00\text{ hm}^3$
- ✓ capacité levé (2009):  $40.15\text{ hm}^3$
- ✓ apport moyen annuel :  $30\text{ hm}^3$
- ✓ envasement annuel :  $0.4\text{ hm}^3/\text{an}$
- ✓ apport régularisé :  $15.77\text{ hm}^3/\text{an}$
- ✓ quantité destinée pour l'irrigation :  $12\text{ hm}^3$

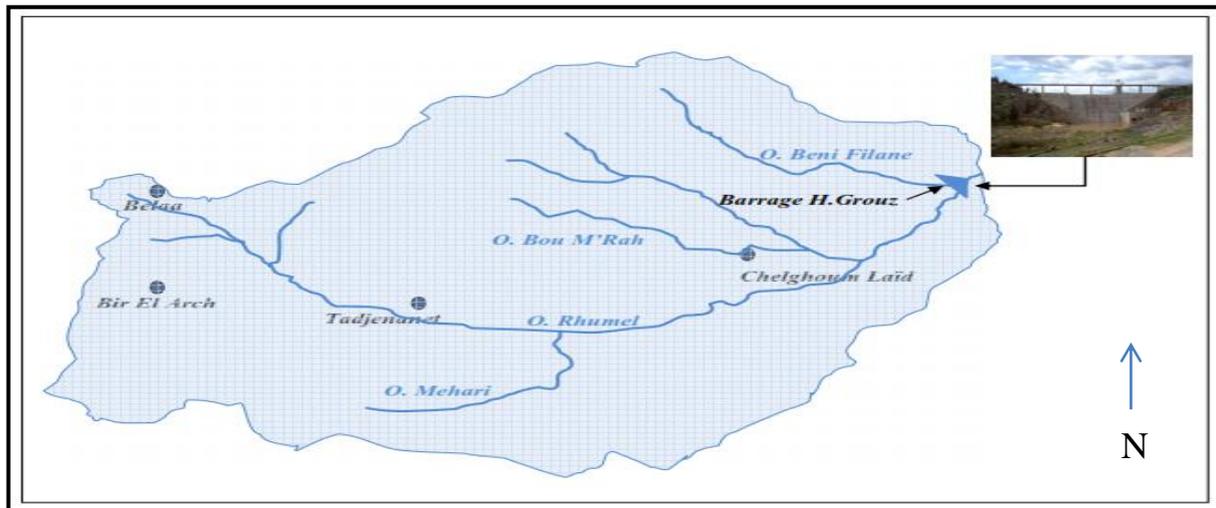


Figure II-1 Bassin versant d’oued Rhumel au site du barrage hammam grouz (B.E Sarl Elbehdja .BBA)

### II.3. Estimation de la qualité de l’eau

pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture les facteurs les plus importants sont les suivants:

- ✓ risque de salinité
- ✓ risque de sodium (degré d'adsorption du sodium ou SAR)
- ✓ ph

#### II.3.1. Classification des eaux pour l’irrigation

- *Classification mondiale (F.A.O)*

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

- 1 g/l bonne irrigation.
- 1 - 3 g/l faiblement salée.
- 3 - 5 g/l moyennement salée
- 5 - 10 g/l fortement salée.
- >10g/l extrêmement salée.

- *Classification américaine*

La classification américaine est basée sur deux paramètres (CE à 25°C et S.A.R)

#### II.3.2. la conductivité électrique C.E.

- C1 : C.E<0,250 mmhos/cm l’eau de faible salinité
- C2 : 0 ,250<CE< 0,750 mmhos/cm l’eau de salinité moyenne
- C3 : 0,750<C. < 2,250 mmhos/cm l’eau à forte salinité

- C4 : CE>2,250 mmhos/cm l'eau à très forte salinité

### II.3.3. le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

S.A.R est calculé par la formule suivante :

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

Avec : Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, et Mg<sup>++</sup> en meq/l.

- S<sub>1</sub> risque alcalin faible 0 – 10.
- S<sub>2</sub> risque alcalin moyen 10 – 18.
- S<sub>3</sub> risque alcalin élevé 18 – 26.
- S<sub>4</sub> risque alcalin très élevé > 26

#### ➤ S1 : S.A.R<10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

#### ➤ S2 :10<S.A.R<18

Les eaux contenant une faible quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

#### ➤ S3 :18<S.A.R<26

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matière organiques. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

#### ➤ S4 :S.A.R>26

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou

amendements analogues permettent l'utilisation.

**Tableau II-1 Résultats des analyses physicochimiques des eaux de barrage hammam grouz** Source: ANRH Constantine

Elément	mg/l	méq/l
<b>Ca</b>	<b>88</b>	<b>4.4</b>
<b>Mg</b>	<b>40.5</b>	<b>3.38</b>
<b>Na</b>	<b>129.3</b>	<b>5.62</b>
<b>K</b>	<b>5.6</b>	-
<b>Cl</b>	<b>217.8</b>	-
<b>SO<sub>4</sub></b>	<b>209.1</b>	-
<b>PH</b>	<b>8.94</b>	-
<b>Conductivité mmho/cm</b>	<b>1,36</b>	

$$S.A.R = \frac{5.62}{\sqrt{\frac{(4.4+3.38)}{2}}} = 2.85$$

- SAR = 2.85
- CE = 1,3 mhos/cm

D'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954), le diagramme de Riverside nous permet de déterminer la classe des eaux d'irrigation de notre barrage.

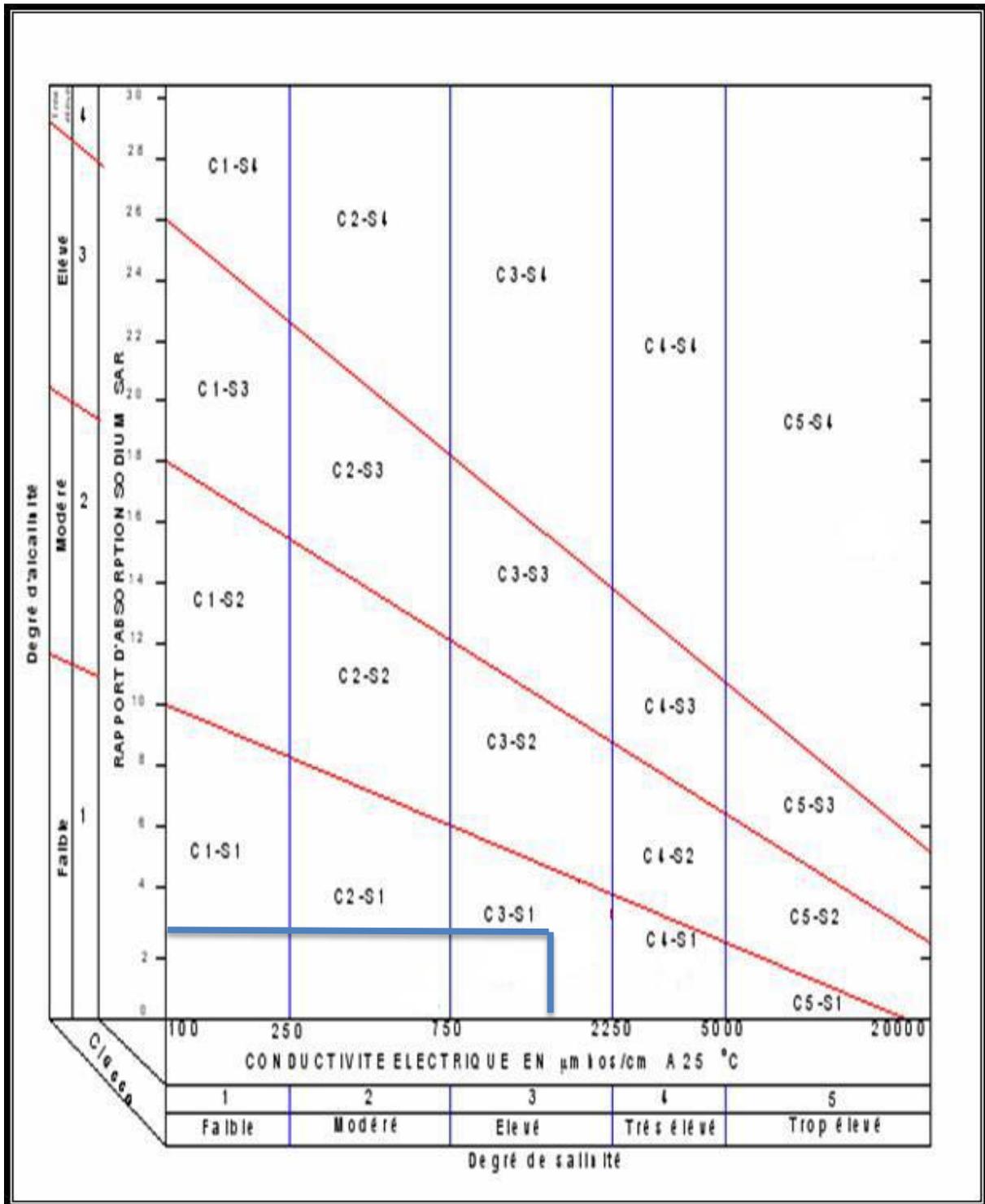


Figure II-2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).

Après la projection sur le diagramme de classification, nous disons que La classe de notre eau d'irrigation est de **C3S1** c'est-à-dire salinité élevé et risque d'alcalinité faible.

## II. Ressources en sol:

### II.4. Classification des sols :

L'étude pédologique des sols de notre périmètre nous a permis à dire qu'il y a 2 classes ( CSPS 1967) de sols comme suit :

#### II.4.1. Les sols calcimagnésiques :

Les roches calcaires ou magnésiennes, quand elles libèrent des quantités suffisantes de calcaire actif, sont à l'origine des sols calcimagnésiques, encore appelés sols calcimorphes.

On peut rappeler que le calcaire actif a quatre effets principaux sur les sols : il stimule fortement l'activité des lombrics, des bactéries et des autres composantes de la pédofaune ou de la pédoflore ; il provoque un blocage précoce de l'humification avec la formation de mull carbonaté (l'humus est fortement lié à l'argile par un pont calcique) ; le complexe argilo humique est très fortement flocculé, ce qui donne aux sols une structure grumeleuse très caractéristique ; le fer est retenu dans les horizons supérieurs qui apparaissent très colorés (*Typologie des sols*). Ces sols sont représentés par le profil 1.

Profil type N°1 :

- Coordonnées : X= 252140.406 ; Y = 4018080.884
- Occupation du sol : céréaliculture
- Géomorphologie : glacis
- Etat de la surface : 5% fragments calcaires
- Relief : pente 3-6%vers l'est

Les horizons de profil :

Sols calcimagnésiques, carbonatés, bruns calcaires différenciés, à caractère vertique.

**0-33 cm** : Horizon brun (7.5 YR 4/4), à l'état sec,structure polyédrique fine, texture limono-argileuse, présence de fentes de retrait, peu compact, enracinement très nombreuses, charge 1% de fragments calcaires et cailloux, vive effervescence a Hcl, transition nette.

**33-88 cm** : Horizon brun foncé (7.5 YR 3/3), à l'état sec,structure polyédrique moyenne, texture limoneuse, porosité moyenne , peu d'enracinement, charge 2% de fragments calcaires, vive effervescence a Hcl, transition nette.

**88-105 cm** : Horizon brun noirâtre (7.5 YR 3/2), à l'état frais,structure moyenne, texture limono-argileuse,peu poreux, enracinement faible, charge 1% de fragments calcaires et cailloux, vive effervescence a Hcl.

Tableau II-2 : Résultats des analyses physico-chimiques(B.E ELBEHJA)

Profondeur (cm)	00-33	33-88	88-105
Argiles (%)	30.7	19	35.8
Limons (%)	46.2	70	49
Sables (%)	23.1	11	15.2
Conduct.P.S (mmhos/cm)	1.2	1.4	0.32
Matière organique (%)	2.8	2.2	1.7
Calcaire total (%)	26	23	19
Calcaire actif (%)	16	14	15
C/N	10.4	9.8	9.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)	60	30	15
pH	7.9	9.8	8

#### II.4.2. Les sols peu évolués

Les sols de cette classe présentent un horizon humifère net, parfois assez important. L'altération de la roche-mère est poussée mais il est souvent difficile, sur la simple observation du profil, de déterminer un sens d'évolution par suite d'une grande jeunesse du sol ou bien en raison de climat ne permettant pas des processus d'évolution bien tranchés.

Dans les zones méditerranéenne et intertropicale, les sols peu évolués correspondent surtout à des zones rajeunies par l'érosion (sols peu évolués d'érosion) ou des sols résultants d'apports par les cours d'eau et très souvent il s'agit de sols d'origine alluviale, par les volcans (cendres ou coulées). La faible évolution des sols se traduit en général par une richesse chimique considérable (Ségalen et al, 1970), ces sols sont représentés par le profil 2.

Profil type N°2 :

- Coordonnées : X= 253598.774 Y= 4017557.079
- Occupation du sol : céréaliculture
- Géomorphologie : terrasse colluviale élevées
- Etat de la surface : 1% de gravier
- Relief : pente 12-15% vers le nord

les horizons de profil :

**0-27 cm** : Horizon brun (7.5 YR 4/3), à l'état sec, structure polyédrique fine, texture argilo-sablo-limoneuse, présence de quelques fentes de retrait, peu compact, enracinement très nombreuses, charge caillouteuse 10% de gravier et cailloux, vive effervescence à HCl, transition nette.

**27-55 cm** : Horizon brun noirâtre (7.5 YR 3/2), à l'état sec, structure polyédrique moyenne, texture argilo-limono-sableuse, compact, enracinement moyen, charge caillouteuse 15% de

gravier cailloux et blocs , vive effervescence a Hcl, transition peu nette.

**Supérieur à 55 cm :** Horizon brun (7.5 YR 6/3), a l'état sec, structure massive, texture sablo-argilo-limoneuse, peu compact, très faible enracinement , charge caillouteuse 1% de gravier , vive effervescence a Hcl.

Les caractéristiques physico-chimiques du profil sont comme suit :

**Tableau II-3: Résultats des analyses physico-chimiques (B.E ELBEHJA)**

Profondeur (cm)	00-27	27-55	Sup à 55
Argiles (%)	34	36	27
Limons (%)	21	32	23
Sables (%)	45	32	60
Conduct.P.S (mmhos/cm)	0.9	0.9	0.7
Matière organique (%)	2.1	0.3	0.2
Calcaire actif (%)	15	14	16
Calcaire total (%)	29	24	26
C/N	10.4	7	9.8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)	20	10	5
pH	8.1	8.1	8.1

## II.5. Caractéristiques hydrodynamiques des sols :

Afin de déterminer les propriétés hydrodynamiques du périmètre, l'étude se fait sur plus de 100 profils .

**Tableau II-4 : Propriétés hydrodynamiques des sols (B.E ELBEHJA)**

Texture	Argileux-limoneux
Capacité au champ (%)	28%
Point de flétrissement (%)	17%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	8
Densité apparente	1,3-1.4

## II.6. Conclusion

D'après les résultats des analyses physico-chimiques des eaux et le degré d'adsorption du sodium ( SAR) la classe est C3S1, donc l'eau de salinité élevée et risque alcalin faible,cette eau peut être donc, utilisée pour l'irrigation.

L'inspection agro-pédologique montre que le sol de notre périmètre ont des caractéristique hydrodynamique adéquates pour une multitudes de cultures, ce qui donne au région d' Oued Athmania un potentiel agricole et économique important.



## ***Chapitre III***

### ***Hydrologie***

## Chapitre III. Hydrologie

### III.1. Introduction

Le but de l'étude hydrologique est de déterminer l'année de calcul, et ainsi par l'ajustement de la série pluviométrique au loi de probabilité soit la loi normale ou log- normale et de savoir laquelle est la plus appropriée en utilisant le test de khi carré, mais avant cela nous devons vérifier d'homogénéité de la série pluviométrique à l'aide de Test de Wilcoxon.

### III.2. Présentation de la station

La station de Hammam Grouz est prise comme station de référence, les caractéristiques de cette dernier sont résumé dans le tableau suivant.

Tableau III-1 Les caractéristiques de La station de Hammam Grouz

Nom de la station	Hammam Grouz
X	813.03
Y	333.41
Z	778
Période d'observation	1987/88-2007/08
Nombre d'années observées	21

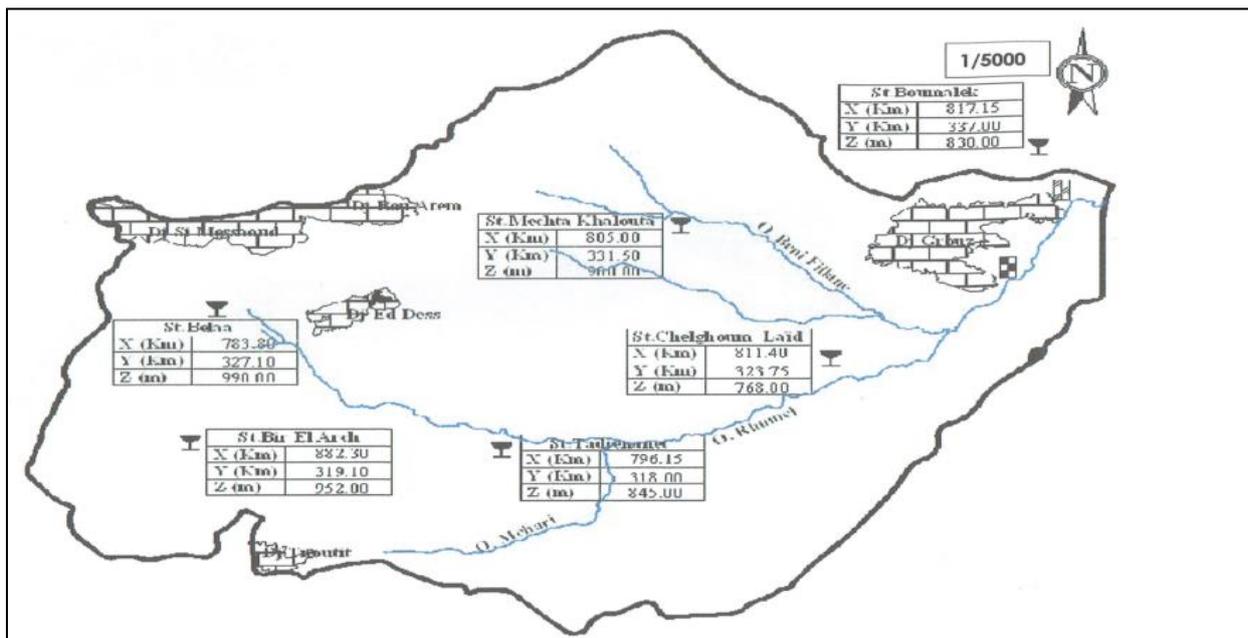


Figure III-1: Réseau d'observation pluviométrique du bassin de Rhumel amont de barrage de HammamGrouz(ANRH Constantine)

**Tableau III-2 : Pluies mensuelles (Station : HammamGrouz). Source : ANRH CONSTANTINE**

Mois	Sep	OCT	Nov	Déc	Janv	Fév
P (mm)	41,1	28	40,6	50,1	55,1	27
Mois	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou
P (mm)	30,9	38,8	43,2	14,7	4,1	11,4

### III.2.1. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

On utilise le Test de Wilcoxon pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur les étapes suivantes : On divise la série complète des précipitations moyennes annuelles (**Annexe 2**) en deux sous séries x et y tel que :  $N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_2 > N_1$ .

On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. A ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

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

$$W_{\min} < W_y < W_{\max} \quad (\text{III-1})$$

Avec :

$$W_y = |Rang|_y$$

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

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

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

Le tableau ci-dessous montre Les résultats du test de Wilcoxon:

**Tableau III-3 : Test d'homogénéité de la série pluviométrique de Hammam Grouz**

Rang	P(mm)	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI(mm)	XUY	Rang (Y)
1	351.0	351.0	264.8	668.8	Y	01

HYDROLOGIE

2	292.5	292.5	470.9	550.7	Y	02
3	273.3	273.3	278.6	513.5	X	
4	417.5	417.5	415.5	512	X	
5	513.5	513.5	229.7	502.1	Y	05
6	147.6	147.6	278.4	470.9	X	
7	245.2	245.2	668.8	426.3	Y	07
8	425.7	425.7	502.1	425.7	X	
9	512.0	512.0	550.7	417.5	X	
10	264.8		412.4	415.5	Y	10
11	470.9		426.3	412.4	Y	11
12	278.6		335.4	351	X	
13	415.5			335.4	Y	13
14	229.7			292.5	X	
15	278.4			278.6	X	
16	668.8			278.4	Y	16
17	502.1			273.3	X	
18	550.7			264.8	X	
19	412.4			245.2	X	
20	426.3			229.7	Y	20
21	335.4			147.6	X	

**85**

on obtient :

**Wy = 85**

**Wmin = 70.92**

**Wmax= 264.65**

**Donc : 70.92 < Wy < 264.65**

- Le test de Wilcoxon est vérifiée, alors la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Hammam Grouz est homogène.

**III.2.2. Ajustement statistique des pluies**

**\* loi normal ou loi de gauss :**

Le procédé de calcul consiste à:

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazan.

➤ Variable réduite de gauss : 
$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \dots\dots\dots(III-4)$$

- Calcul des caractéristiques empirique de loi ( $\bar{X}$  ;  $\delta$  ; Cv; CS=0).

➤ Le coefficient de variation : 
$$Cv = \frac{\delta}{\bar{X}} \dots\dots\dots(III-5)$$

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

$$XP\% = \bar{X} + \delta * Up\% \dots\dots\dots(III-6)$$

Avec : XP%: précipitation de probabilité P%.

$Up\%$ : variable réduit de Gauss.

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

$\delta$  : Écart type

Pour les calculs on a utilisée le logiciel HYFRAN.

**Tableau III-4 Ajustement à une loi de Gauss**

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)			
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
<b>10000.0</b>	0.0001	-95.8	80.5	-254 62
<b>2000.0</b>	0.0005	-40.8	72.4	-183 101
<b>1000.0</b>	0.0010	-15.1	68.7	-150 120
<b>200.0</b>	0.0050	50.9	59.3	-65.4 167
<b>100.0</b>	0.0100	82.9	54.9	-24.7 191
<b>50.0</b>	0.0200	118	50.2	19.5 216
<b>20.0</b>	0.0500	170	43.6	85.0 256
<b>10.0</b>	0.1000	217	38.2	142 292
<b>5.0</b>	0.2000	274	32.8	209 338
<b>3.3</b>	0.3000	314	30.0	256 373
<b>2.0</b>	0.5000	382	28.0	327 436
<b>1.5000</b>	0.6667	437	29.3	379 494
<b>1.2500</b>	0.8000	490	32.8	425 554
<b>1.1111</b>	0.9000	546	38.2	471 621
<b>1.0526</b>	0.9500	593	43.6	507 678

<b>1.0204</b>	0.9800	645	50.2	547	744
<b>1.0101</b>	0.9900	680	54.9	573	788
<b>1.0050</b>	0.9950	712	59.3	596	828
<b>1.0010</b>	0.9990	778	68.7	643	913
<b>1.0005</b>	0.9995	804	72.4	662	946
<b>1.0001</b>	0.9999	859	80.5	701	1020

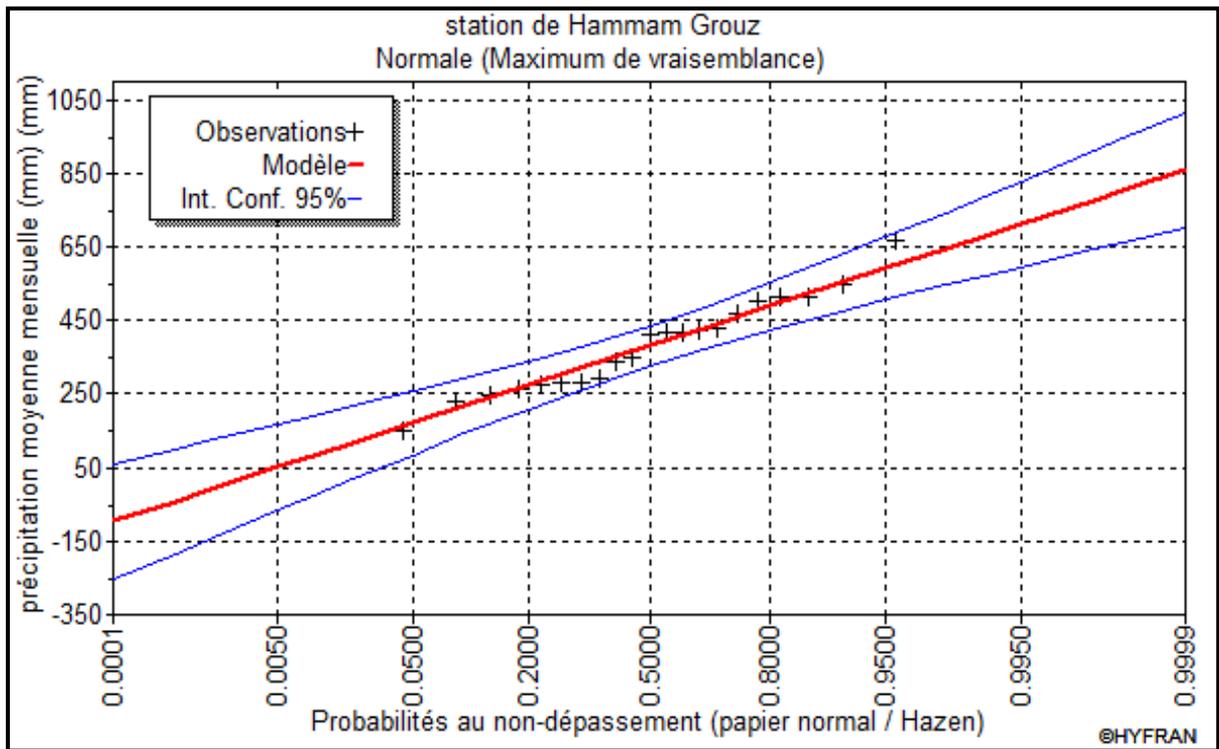


Figure III-2 Ajustement à une loi de Gauss

### III.2.3. Test de validité de l’ajustement à la loi de Gauss

➤ Test de Khi carrée :

- On calcule  $\chi^2_{calculé}$ .
- On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :
- On détermine  $\chi^2_{théorique}$  sur la table de Pearson III (voir tableau **Annexe 3**)

Avec :  $\chi^2_{théorique} = g(\gamma, \alpha) \dots \dots \dots (III-7)$

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

D’après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivant:

Résultats	
Résultat de la statistique :	$\chi^2 = 2.71$
p-value	$p = 0.4378$
Degrés de liberté :	3
Nombre de classes :	6

Conclusion	
Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %	

Figure III-3 .Les résultats de Test de Khi carrée (loi de Gauss)

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.71 \quad \gamma=3$$

D’après la table de Pearson du  $\chi^2$  on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 7.82$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.71 < \chi^2_{\text{théorique}} = 7.82$$

Donc l’ajustement est à considérer.

**\* Loi du log normal ou loi de Galton**

Cette méthode est comme suit :

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

Nous avons l’équation de la droite de Galton qui s’écrit :

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%} \dots \dots \dots ( \text{III-8} )$$

Avec:

Ln: symbole de l’opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

$X_{p\%}$  : précipitation probable à p%.

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

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

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots \dots \dots ( \text{III-9} )$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \dots \dots \dots ( \text{III-10} )$$

$U_{p\%}$ : variable réduite de Gauss.

.Tableau III-5Ajustement à une loi de Galton

T = 1/q q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000	0.0001	93.9	21.3	52.2	136
2000	0.0005	110	22.3	65.8	153

<b>1000</b>	0.0010	118	22.8	73.2	162
<b>50</b>	0.0200	171	24.2	124	219
<b>20</b>	0.0500	199	24.4	151	246
<b>10</b>	0.1000	226	24.4	179	274
<b>5</b>	0.2000	266	24.5	217	314
<b>2</b>	0.5000	360	28.4	304	415
<b>1.25</b>	0.8000	488	45.0	399	576

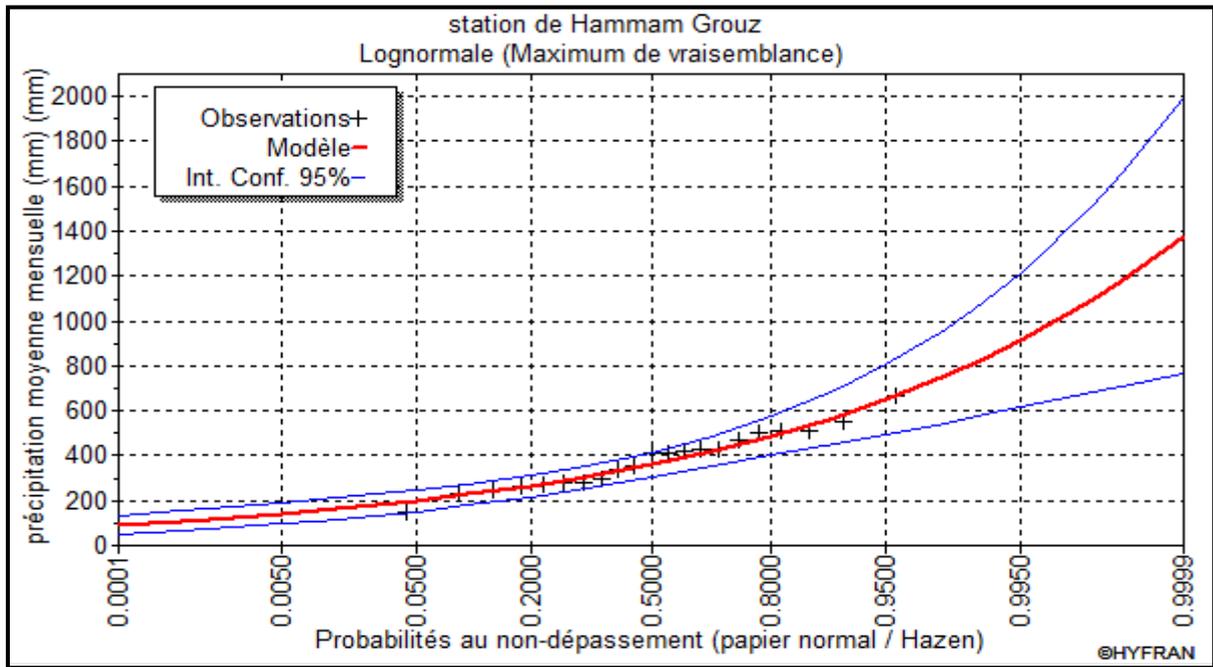


Figure III-4. Ajustement à une loi de Galton

**III.2.4. Test de validité de l’ajustement à la loi de Galton**

➤ Test de Khi carrée :

- On calcule  $\chi^2_{calculé}$ .
- On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$ .
- On détermine  $\chi^2_{théorique}$  sur la table de Pearson III.

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

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

D’après le logiciel HYFRAN on obtenu les résultats suivant:

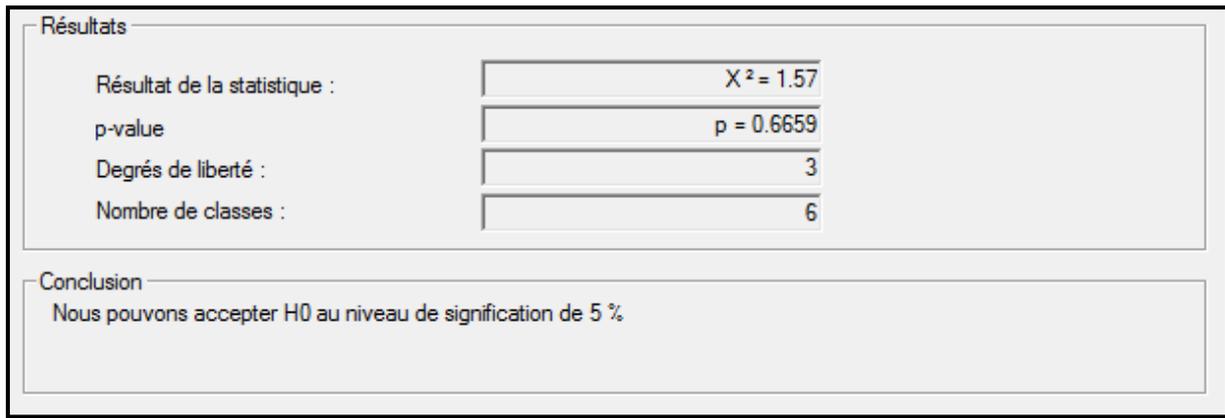


Figure III-5 les résultats de Test de Khi carrée (loi de Galton)

$\chi^2_{calculé} = 1.57 \quad \gamma = 3$

D'après la table de Pearson du  $\chi^2$  on a :

$\chi^2_{théorique} = 7.82$

$\chi^2_{calculé} = 1.57 < \chi^2_{théorique} = 7.82$

Donc l'ajustement est considéré.

**Conclusion**

Le test de Khi carré et les Figures ci-dessus montrent que loi de Log-Normale présente une adéquation meilleure que la loi Normale.

**\* loi racine normal :**

Pour les calculs on a utilisée le logiciel HYDROLAB.

Tableau III-6 ajustement à la loi racine normale

Observations classées	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
1993	147.6	1	0.0238	-1.981	147.6	159.73456	85.83425729	215.494472
2001	229.7	2	0.0714	-1.465	229.7	206.25207	134.6315569	260.303978
1994	245.2	3	0.1190	-1.180	245.2	234.56544	165.6312425	287.893821
1997	264.8	4	0.1667	-0.967	264.8	256.80604	190.2614471	309.965754
1990	273.3	5	0.2143	-0.792	273.3	275.97968	211.5078292	329.396401
2000	278.4	6	0.2619	-0.637	278.4	293.36224	230.6638946	347.414719
1999	278.6	7	0.3095	-0.497	278.6	309.64205	248.4312383	364.696822
1989	292.5	8	0.3571	-0.366	292.5	325.25279	265.2488078	381.683575
2008	335.4	9	0.4048	-0.241	335.4	340.5035	281.4235716	398.704949
1988	351	10	0.4524	-0.120	351	355.6404	297.1930042	416.040248
2006	412.4	11	0.5000	0.000	412.4	370.88192	312.7601566	433.954028
2000	415.5	12	0.5476	0.120	415.5	386.44322	328.317183	452.723621
1991	417.5	13	0.5952	0.241	417.5	402.55818	344.0651084	472.666979
1995	425.7	14	0.6429	0.366	425.7	419.50509	360.2353076	494.178623
2007	426.3	15	0.6905	0.497	426.3	437.64392	377.1190229	517.784926
1998	470.9	16	0.7381	0.637	470.9	457.47944	395.1160111	544.240679
2004	502.1	17	0.7857	0.792	502.1	479.78318	414.8272587	574.718195
1996	512	18	0.8333	0.967	512	505.86401	437.2592678	611.229717
1992	513.5	19	0.8810	1.180	513.5	538.2892	464.3661018	657.758832

2005	550.7	20	0.9286	1.465	550.7	583.46938	500.9830606	724.336787
2003	668.8	21	0.9762	1.981	668.8	669.66963	568.1958774	855.674336

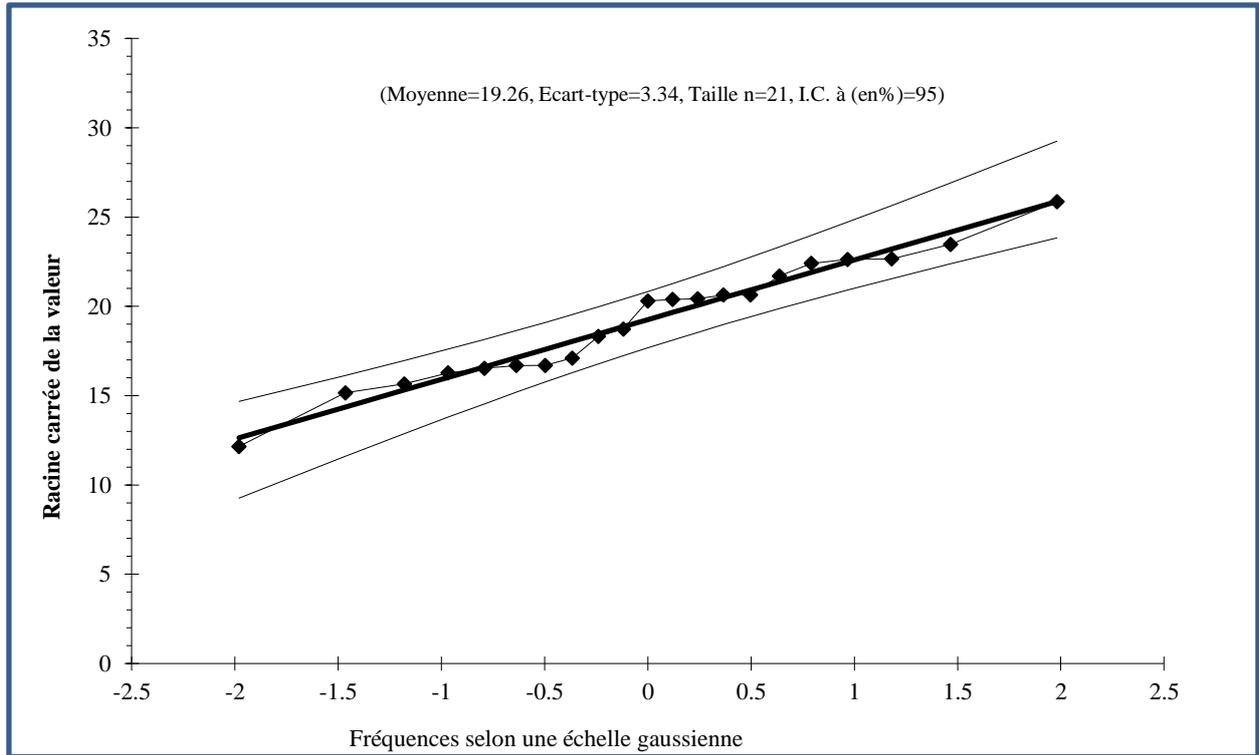


Figure III-6 ajustement à la loi racine normale

### III.3. Détermination de l'année de calcul

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

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

$$P_{i, 80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}} \dots\dots\dots (III-11)$$

Avec : i : mois

On déduit les résultats suivants :

$$P_{\text{théo ann 80\%}} = 266\text{mm.}$$

$$P_{\text{théo ann 50\%}} = 360\text{mm.}$$

$$\frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}} = 0.73.$$

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

Tableau III-7. Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

mois	Sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
<b>P</b>												
<b>i.moy (mm)</b>	41,1	28,0	40,6	50,1	55,1	27,0	30,9	38,8	43,2	14,7	4,1	11,4
<b>Pi,80% (mm)</b>	30	20.44	29.64	36.58	40.22	19.71	22.56	28.32	31.54	10.73	3	8.32

### III.4. Conclusion

Le Test de Wilcoxon montre que la série des pluies moyennes annuelles est homogène. Concernant l'ajustement des séries, on constate aussi que la loi de Galton, la plus adéquate pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région dans notre projet.

***Chapitre IV***  
***Les besoins en eau des cultures***

## Chapitre IV. les besoins en eau des cultures

### IV.1. Introduction

ce chapitre représente une importance fondamentale dans l'élaboration d'un projet d'irrigation. Parce que sans calcul des besoins on n'arrivera jamais à l'évaluation de débit spécifique et caractéristique, ces deux derniers qui nous permet de faire le dimensionnement de réseau d'adduction et distribution, dimensionnement à la parcelle et le calcul économique.

Pour cela , il faut choisir les cultures, ensuite on passe à l'estimation de l'évapotranspiration maximal et les pluies efficaces, et enfin on va estimer le volume total après le calcul des besoins de chaque culture.

### IV.2. Occupation des sols

Le choix des cultures se plie à plusieurs critères concernant les conditions climatiques, type de sols, cycle végétatif ( **Annexe 4**), la vocation agricole qui dominant dans la région ainsi que la rentabilité économique de culture. pour notre projet, on propose les cultures cités dans le tableau suivant :

**Tableau IV-1 : cultures proposées à la zone de Oued Athmania.**

Cultures	Superficie en (ha)	Superficies (%)
Blé	210	35
luzerne	90	15
Pomme de terre	60	10
Tomate ind	50	8.5
lentille	45	7.5
ail	85	14
figuier	20	3.3
Pommier	40	6.7
Somme	600	100

### IV.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

Vu le climat, la culture durant son cycle végétatif a besoin une certain quantité d'eau à fournir pour satisfaire ses exigences biologiques. elle est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{B} = \mathbf{ETM} - (\mathbf{P}_{\text{eff}} + \mathbf{K} \cdot \mathbf{RFU}_{i-1}) \quad (\text{IV-1})$$

Avec :

**B** : besoin en eau d'irrigation (mm). L'irrigation est faite lorsque **B** (bilan hydrique) > **0**.

**K** : coefficient qui dépend des conditions climatologiques

**ETM** : évapotranspiration (mm/mois).

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

**RFU<sub>i-1</sub>** : c'est la réserve facilement utilisable par les cultures, elle exprime l'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures. Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$\mathbf{RFU} = \mathbf{Y} (\mathbf{H}_{\text{cc}} - \mathbf{H}_{\text{pf}}) \cdot \mathbf{D}_a \cdot \mathbf{Z} \quad (\text{IV-2})$$

**Y** : degré de tarissement.

**D<sub>a</sub>** : densité apparente (1.3).

**Z** : profondeur d'enracinement mm.

**H<sub>cc</sub>** : humidité à la capacité au champ (28%)

**H<sub>pf</sub>** : humidité au point de flétrissement (17%)

#### IV.3.1. Calcul de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration de référence est l'évapotranspiration d'une surface de référence, bien alimentée en eau, le couvert de référence est exempt de maladie, cultivé dans des champs de large superficie, dans des conditions de sol optimales, possédant un rendement maximal dans les conditions climatiques existantes. Elle correspond à un gazon homogène en phase active de croissance, bien alimenté en eau et couvrant totalement le sol (Boulet, 2003).

On utilise la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (\text{IV-3})$$

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],

ea : pression de vapeur réelle [kPa],

es-ea : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C-1],

g : constante psychrométrique [kPa °C-1].

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

**Tableau IV-2 : Evapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>) de la zone d'étude**

Pays		algerie		Station		Hamam Grouz	
Altitude		778	m.	Latitude		36.00	°N
				Longitude		6.30	°E
Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET <sub>0</sub>
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm/jour
Janvier	2.3	11.8	79	147	5.1	9.0	1.10
Février	2.6	13.4	76	147	6.6	12.6	1.57
Mars	4.6	16.6	71	147	7.7	16.9	2.44
Avril	6.2	19.0	69	138	8.4	20.5	3.19
Mai	10.9	25.4	64	112	9.3	23.3	4.24
Juin	15.2	31.2	54	103	10.6	25.7	5.36
Juillet	17.8	34.4	48	95	11.3	26.4	5.83
Août	18.4	34.5	50	95	9.5	22.5	5.26
Septembre	14.8	28.8	64	104	8.1	18.2	3.88
Octobre	11.4	23.4	69	130	7.2	14.1	2.72
Novembre	6.6	16.9	74	130	5.6	9.9	1.60
Décembre	3.4	12.8	78	147	5.2	8.4	1.12
<b>Moyenne</b>	<b>9.5</b>	<b>22.4</b>	<b>66</b>	<b>125</b>	<b>7.9</b>	<b>17.3</b>	<b>3.19</b>

#### ➤ Calcul de ETM :

Pour estimer l'évapotranspiration maximale (ETM) à partir de l'évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>), souvent appelée ETP, on utilise les coefficients culturaux (K<sub>c</sub>)(Annexe 5), dépendant du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques qui y règnent. L'évapotranspiration maximale (ETM) est mesurée expérimentalement et comparée à une évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>) d'où l'on tire :

$$K_c = ETM / ET_0 \quad (IV-4)$$

#### IV.3.2. La pluie efficace

c'est la partie de la pluie qui participent effectivement à la satisfaction des besoins en eau de la plante. Elle est calculés par la méthode de pourcentage comme suit :

Pluies efficaces = A × Pluies totales

(IV-5)

Avec : A : coefficient estimé à 0,8.

**Tableau IV-3 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.**

Station	Hamмам Grouz	Eff. rain method	Fixed percentage
		Rain	Eff. rain
		mm	mm
<b>January</b>	40.2	32.2	
<b>February</b>	19.7	15.8	
<b>March</b>	22.6	18.0	
<b>April</b>	28.3	22.7	
<b>May</b>	31.5	25.2	
<b>June</b>	10.7	8.6	
<b>July</b>	3.0	2.4	
<b>August</b>	8.3	6.6	
<b>September</b>	30.0	24.0	
<b>October</b>	20.4	16.4	
<b>November</b>	29.6	23.7	
<b>December</b>	36.6	29.3	
<b>Total</b>	<b>281.0</b>	<b>224.8</b>	

Les différents besoins des cultures sont calculés comme suit :

**Tableau IV-4 : Calcul des besoins en eau du Blé**

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	30.00	24.00	116.46		0.00	0.00		0.00	-24.00
Octobre	20.44	16.35	84.26		0.00	0.00		0.00	-16.35
Novembre	29.64	23.71	47.97	0.30	28.50	0.00	0.40	19.19	-4.52
Décembre	36.58	29.26	34.58	0.50	47.50	28.50	0.70	24.21	-33.55
Janvier	40.22	32.18	34.12	0.50	47.50	47.50	0.85	29.00	-50.68
Février	19.71	15.77	44.03	0.60	57.00	47.50	0.95	41.83	-21.44
Mars	22.56	18.05	75.59	0.60	57.00	57.00	1.00	75.59	0.54
Avril	28.32	22.66	95.71	0.60	57.00	28.50	1.05	100.50	49.34
Mai	31.54	25.23	131.48	0.60	57.00	28.50	1.03	135.42	81.69
Juin	10.73	8.58	160.77	0.60	57.00	0.00	0.50	80.39	71.81
Juillet	3.00	2.40	180.74		0.00	0.00		0.00	-2.40
Août	8.32	6.66	162.92		0.00	0.00		0.00	-6.66

**Tableau IV-5 : Calcul des besoins en eau de l' haricot**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	30.00	24.00	116.46	0.70	66.50	0.00	0.90	104.81	80.81
Octobre	20.44	16.35	84.26		0.00	33.25		0.00	-49.60
Novembre	29.64	23.71	47.97		0.00	0.00		0.00	-23.71
Décembre	36.58	29.26	34.58		0.00	0.00		0.00	-29.26
Janvier	40.22	32.18	34.12		0.00	0.00		0.00	-32.18
Février	19.71	15.77	44.03		0.00	0.00		0.00	-15.77
Mars	22.56	18.05	75.59		0.00	0.00		0.00	-18.05
Avril	28.32	22.66	95.71		0.00	0.00		0.00	-22.66
Mai	31.54	25.23	131.48	0.40	38.00	0.00	0.40	52.59	27.36
Juin	10.73	8.58	160.77	0.50	47.50	0.00	0.50	80.39	71.81
Juillet	3.00	2.40	180.74	0.50	47.50	0.00	0.65	117.48	115.08
Août	8.32	6.66	162.92	0.70	66.50	0.00	0.95	154.77	148.11

**Tableau IV-6 : Calcul des besoins en eau de la tomate.**

Mois	P moy(mm)	Peff( mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	30.00	24.00	116.46		0.00	0.00		0.00	-24.00
Octobre	20.44	16.35	84.26		0.00	0.00		0.00	-16.35
Novembre	29.64	23.71	47.97		0.00	0.00		0.00	-23.71
Décembre	36.58	29.26	34.58		0.00	0.00		0.00	-29.26
Janvier	40.22	32.18	34.12		0.00	0.00		0.00	-32.18
Février	19.71	15.77	44.03		0.00	0.00		0.00	-15.77
Mars	22.56	18.05	75.59	0.70	66.50	0.00	0.50	37.80	19.75
Avril	28.32	22.66	95.71	0.90	85.50	33.25	0.85	81.35	25.44
Mai	31.54	25.23	131.48	1.20	114.00	42.75	1.15	151.20	83.22
Juin	10.73	8.58	160.77	1.20	114.00	0.00	0.90	144.69	136.11
Juillet	3.00	2.40	180.74		0.00	0.00		0.00	-2.40
Août	8.32	6.66	162.92		0.00	0.00		0.00	-6.66

**Tableau IV-7 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre**

Mois	P moy(mm)	Peff( mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	30.00	24.00	116.46		0.00	0.00		0.00	-24.00
Octobre	20.44	16.35	84.26	0.40	38.00	0.00	0.50	42.13	25.78

## BESOINS EN EAU DES CULTURES

Novembre	29.64	23.71	47.97	0.60	57.00	19.00	0.70	33.58	-9.13
Décembre	36.58	29.26	34.58	0.60	57.00	57.00	1.00	34.58	-51.68
Janvier	40.22	32.18	34.12	0.60	57.00	57.00	0.75	25.59	-63.59
Février	19.71	15.77	44.03		0.00	57.00		0.00	-72.77
Mars	22.56	18.05	75.59		0.00	0.00		0.00	-18.05
Avril	28.32	22.66	95.71		0.00	0.00		0.00	-22.66
Mai	31.54	25.23	131.48		0.00	0.00		0.00	-25.23
Juin	10.73	8.58	160.77		0.00	0.00		0.00	-8.58
Juillet	3.00	2.40	180.74		0.00	0.00		0.00	-2.40
Août	8.32	6.66	162.92		0.00	0.00		0.00	-6.66

**Tableau IV-8 : Calcul des besoins en eau de l'ail**

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	30.00	24.00	116.46		0.00	0.00		0.00	-24.00
Octobre	20.44	16.35	84.26	0.40	38.00	0.00	0.50	42.13	25.78
Novembre	29.64	23.71	47.97	0.40	38.00	19.00	0.75	35.98	-6.73
Décembre	36.58	29.26	34.58	0.40	38.00	38.00	0.95	32.85	-34.41
Janvier	40.22	32.18	34.12	0.40	38.00	38.00	0.95	32.41	-37.77
Février	19.71	15.77	44.03	0.40	38.00	38.00	0.75	33.02	-20.75
Mars	22.56	18.05	75.59		0.00	38.00		0.00	-56.05
Avril	28.32	22.66	95.71		0.00	0.00		0.00	-22.66
Mai	31.54	25.23	131.48		0.00	0.00		0.00	-25.23
Juin	10.73	8.58	160.77		0.00	0.00		0.00	-8.58
Juillet	3.00	2.40	180.74		0.00	0.00		0.00	-2.40
Août	8.32	6.66	162.92		0.00	0.00		0.00	-6.66

**Tableau IV-9 : Calcul des besoins en eau de la luzerne**

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	30.00	24.00	116.46	0.40	38.00	0.00	0.50	58.23	34.23
Octobre	20.44	16.35	84.26	0.40	38.00	19.00	0.65	54.77	19.42
Novembre	29.64	23.71	47.97	0.70	66.50	19.00	0.70	33.58	-9.13
Décembre	36.58	29.26	34.58	0.90	85.50	66.50	0.80	27.66	-68.10
Janvier	40.22	32.18	34.12	1.00	95.00	85.50	0.90	30.71	-86.97
Février	19.71	15.77	44.03	1.20	114.00	95.00	0.95	41.83	-68.94

BESOINS EN EAU DES CULTURES

Mars	22.56	18.05	75.59	1.20	114.00	114.00	1.05	79.37	-52.68
Avril	28.32	22.66	95.71	1.20	114.00	57.00	1.05	100.50	20.84
Mai	31.54	25.23	131.48	1.20	114.00	57.00	1.15	151.20	68.97
Juin	10.73	8.58	160.77	1.20	114.00	0.00	1.20	192.92	184.34
Juillet	3.00	2.40	180.74	1.20	114.00	0.00	1.05	189.78	187.38
Août	8.32	6.66	162.92	1.20	114.00	0.00	1.05	171.07	164.41

**Tableau IV-10 : Calcul des besoins en eau du pommier.**

Mois	P moy(mm)	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	30.00	24.00	116.46	1.50	142.50	0.00	0.70	81.52	57.52
Octobre	20.44	16.35	84.26	1.50	142.50	71.25	0.70	58.98	-28.62
Novembre	29.64	23.71	47.97	1.50	142.50	71.25	0.70	33.58	-61.38
Décembre	36.58	29.26	34.58	1.50	142.50	142.50	0.70	24.21	-147.55
Janvier	40.22	32.18	34.12	1.50	142.50	142.50	0.70	23.88	-150.80
Février	19.71	15.77	44.03	1.50	142.50	142.50	0.70	30.82	-127.45
Mars	22.56	18.05	75.59	1.50	142.50	142.50	0.80	60.47	-100.08
Avril	28.32	22.66	95.71	1.50	142.50	71.25	0.85	81.35	-12.56
Mai	31.54	25.23	131.48	1.50	142.50	71.25	0.85	111.76	15.28
Juin	10.73	8.58	160.77	1.50	142.50	0.00	0.70	112.54	103.96
Juillet	3.00	2.40	180.74	1.50	142.50	0.00	0.70	126.52	124.12
Août	8.32	6.66	162.92	1.50	142.50	0.00	0.70	114.04	107.38

**Tableau IV-11 : Calcul des besoins en eau du figuier.**

Mois	P moy (mm)	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU THEO	RFU REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	30.00	24.00	116.46	1.50	142.50	0.00	0.85	98.99	74.99
Octobre	20.44	16.35	84.26	1.50	142.50	71.25	0.55	46.34	-41.26
Novembre	29.64	23.71	47.97	1.50	142.50	71.25	0.55	26.38	-68.58
Décembre	36.58	29.26	34.58	1.50	142.50	142.50	0.75	25.94	-145.83
Janvier	40.22	32.18	34.12	1.50	142.50	142.50	0.70	23.88	-150.80
Février	19.71	15.77	44.03	1.50	142.50	142.50	0.70	30.82	-127.45
Mars	22.56	18.05	75.59	1.50	142.50	142.50	0.80	60.47	-100.08
Avril	28.32	22.66	95.71	1.50	142.50	71.25	0.80	76.57	-17.34
Mai	31.54	25.23	131.48	1.50	142.50	71.25	1.00	131.48	35.00
Juin	10.73	8.58	160.77	1.50	142.50	0.00	1.00	160.77	152.19

## BESOINS EN EAU DES CULTURES

Juillet	3.00	2.40	180.74	1.50	142.50	0.00	1.10	198.81	196.41
Août	8.32	6.66	162.92	1.50	142.50	0.00	1.10	179.21	172.55

**Tableau IV-12 : Les besoins mensuelle**

Mois	Blé	haricot	tomate	ail	Pomme de terre	Luzerne	figuier	pommier	total
Septembre	0	80.81	0	0	0	34.23	74.99	57.52	247.55
Octobre	0	0	0	25.78	25.78	19.42	0	0	70.98
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0.54	0	19.75	0	0	0	0	0	20.29
Avril	49.34	0	25.44	0	0	20.84	0	0	95.62
Mai	81.69	27.36	83.22	0	0	68.97	35	15.28	311.52
Juin	71.81	71.81	136.11	0	0	184.34	152.19	103.96	720.22
Juillet	0	115.08	0	0	0	187.38	196.41	124.12	622.99
Août	0	148.11	0	0	0	164.41	172.55	107.38	592.45

### IV.3.3. Calcul du débit spécifique

c'est la quantité d'eau instantané nécessaire pour irriguer chaque hectare de périmètre pendant vingt-quatre heure, calculée par rapport les besoin de mois de pionte. elle ne doit pas dépassé 1.5l/s/ha. Il est calculé par la formule suivante:

$$qs = \frac{Bnet*10*1000}{Nj*Ni*3600*Ei} \text{ l/s/ha} \quad (IV-6)$$

**Bnet** : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

**Ni** : nombre des heures d'irrigation=24h

**Nj** : nombre de jours du mois de pointe =30 jours

**Ei** : Efficiencie d'irrigation, on prend 0.75

On prend les besoins nets de mois de pointe. Dans notre cas c'est le mois de juin qu'est égale à 720.22 mm. Si on fait le calcul, on abouti à un resultat de 3.7 l/s/ha qui dépasse 1.5 l/s/ha. Pour éviter le risque de surdimensionnement, on prend les besoins de la culture la plus exigeante au mois de pointe qui est le figuier avec 196.41 mm, ce qui donne :

$$q_s = \frac{196.41 \cdot 10 \cdot 1000}{30 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0.75} = 1 \text{ l/s/ha}$$

#### IV.3.4. Le débit caractéristique

C'est le débit qu'on doit fournir pour assurer l'irrigation de la totalité du périmètre. Il est utilisé pour le dimensionnement de système d'irrigation ainsi que le choix de pompe.

$$Q_{car} = q_s \cdot S \quad (IV-7)$$

$q_s$  : débit spécifique en (l/s/ha)

$S$  : la superficie nette à irriguer = 600 ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1 \cdot 600 = 600 \text{ l/s.}$$

#### IV.4. Estimation de volume d'eau total :

Afin de garantir les besoins en eau des cultures il doit prendre en considération les pertes qui dépendent de l'efficacité de système d'adduction et réseau de distribution. Donc on divise par le coefficient d'efficacité de 0.75. Les calculs sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau IV-13 : Besoin en eau d'irrigation des cultures.**

Culture	Superficies (ha)	Besoins nets (mm)	Besoins nets (m3/ha)	Efficienc	Besoins bruts (m3/ha)	Besoins totaux (m3)
<b>Blé</b>	210.00	203.38	2033.80	0.75	2711.73	569464.00
<b>luzerne</b>	90.00	679.59	6795.90	0.75	9061.20	815508.00
<b>Pomme de terre</b>	60.00	25.78	257.80	0.75	343.73	20624.00
<b>Tomate ind</b>	50.00	264.52	2645.20	0.75	3526.93	176346.67
<b>Haricot</b>	45.00	443.17	4431.70	0.75	5908.93	265902.00
<b>Ail</b>	85.00	25.78	257.80	0.75	343.73	29217.33
<b>Figuier</b>	20.00	631.14	6311.40	0.75	8415.20	168304.00
<b>Pommier</b>	40.00	408.26	4082.60	0.75	5443.47	217738.67
<b>2263104.67</b>						

#### IV.5. Conclusion

Après le calcul des besoins en eau de chaque culture et le volume totale nécessaire pour

## BESOINS EN EAU DES CULTURES

l'irrigation de notre périmètre , On déduit que le volume régularisé pour l'irrigation du barrage de Hammam Grouz est largement suffisant( $12\text{hm}^3$ ) pour satisfaire les besoin de périmetre de Oued Athmania.

On retient aussi que le débit spécifique de notre projet est de 1 l/s/ha et le débit caractéristique égale à 600 l/s.

## ***Chapitre V***

### ***Etude du système d'adduction***

## Chapitre V. Etude du système d'adduction

### V.1. Introduction :

Pour amener l'eau de barrage Hammam Grouz de la cote 772m vers le perimètre de cote moyen de 765m ,en premier lieu il faut refouler l'eau vers un réservoir de 827 m de hauteur par le biais d'un station de pompage qu'on doit dimensionner en fonction de débit et HMT, ensuite on dissocie l'eau gravitairement vers les parcelles en utilisant un réseau de distribution , c'est ça le système d'adduction.

### V.2. Typologie des systèmes d'adduction d'eau

Il existe deux types d'adduction :

- l'adduction gravitaire, où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure à l'altitude du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom. C'est le principe du château d'eau ;
- l'adduction par refoulement où la pression sur le réseau et l'acheminement de l'eau se fait à l'aide de pompes à l'intérieur de stations de pompage.

Dans notre cas on fait l'adduction par refoulement.

### V.3. Choix du tracé

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- Éviter les forets, bois et zones marécageuses ;
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...)

Nous avons proposé deux variantes pour la prise d'eau la première à l'amont du barrage, la deuxième à l'aval du barrage

- **.La variante 01 :**

La première variante la station de pompage sera sous forme de puits sur la cuvette du barrage de Hammam Grouz avec la conduite de refoulement vers les réservoirs qui distribue vers le périmètre.

- **La variante 02 :**

La deuxième variante la station de pompage a l'aval du barrage Hammam Grouz avec la conduite de refoulement vers les réservoirs qui distribue vers le périmètre

- **Les inconvénients de prise d'eau puits (variante 01)**

- A l'aval du barrage il existe un tapper argileux a cause la perméabilité de sol a l'amont du barrage ce que en peut dire difficile de traverse pour réalisé un puits et remise le tapper a état initiale
- La couche d'envasement existante d'environ 2 m c'est un obstacle pour réalisation
- Le bon sol (géotechnique) la profondeur d'environ 20 m
- D'après La géologie à l'amont du barrage la cuvette est plein des failles
- Vide le barrage dans le période de réalisation
- La durée de recrépissage du barrage
- Pour réalisé le puits il faut une passerelle

#### **V.4. Choix de la variante**

Après l'analyse des deux variantes proposées, nous constatons que la variante 02 est adaptable et répond à nos besoins, elle permet l'irrigation de bonnes terres à l'aval de la retenue

A l'aval de barrage nous avons proposé 03 variantes d'itinéraires de la conduite de ronflement (station de pompage vers réservoir) l'un traversé par le centre ville Oued Athmania, la deuxième contourné la ville Oued Athmania, la troisième traversé le foret et évité la ville.

Nous avons retenu à troisième variantes pour les motifs suivants

- la première traversé le centre ville, il existe plusieurs obstacles (conduites de gaz, AEP, assainissement, habitants...etc.),
- la deuxième variantes contourné la ville la trajectoire est long.

#### **V.5. dimensionnement de la Conduite d'amenée :**

l'eau s'écoule gravitairement de barrage vers la station de pompage.on se base sur la relation de Darcy-Weisbakh :

$$D^{5.2} = \frac{k \times L \times Q^2}{\Delta h t} \quad (V-1)$$

La longueur equivalente de la conduite gravitaire :

$$L = 1.1 L_g = 1.1 \times 710 = 781 \text{ m}$$

$$\Delta h t = 772 - 767 = 5 \text{ m}$$

$$K = 0.00175$$

$$> D = 0.640 \text{ m}$$

$$> D = 700 \text{ mm}$$

$$> V = 4Q / (\pi \times 0.7^2) = 1.56 \text{ m/s}$$

## V.6. dimensionnement de la conduite de refoulement

le rôle de cette conduite est d'acheminer l'eau de station de pompage vers le reservoir avec un débit de 600 l/s et sur une distance de 4842m. l'étude technico-économique nous aide à déterminer son diamètre.

### V.6.1. Diamètre économique de conduite de refoulement

\*débit d'équipement :

$$Q_{eq} = a \times Q_{max.j}$$

a : coefficient de correction (1.04-1.08)

on prend a=1.05

$$Q_{eq} = 1.05 \times 0.6 = 0.63 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le choix de la gamme des diamètres se fait par la relation de Bonin :

$$D_{éc} = \sqrt{Q} \dots \dots \dots (V-3)$$

Où :

Déc : diamètre économique de la conduite (m) ;

Qeq : débit véhiculé par la conduite (m3/s).

$$D_{éc} = \sqrt{Q_{eq}} = 793 \text{ mm}$$

Donc on peut prendre la gamme du diamètre suivant : (600– 900) mm

### V.6.2. Hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale sera calculée de la manière suivante :

$$H_{mt} = H_g + \sum H_p \dots \dots \dots (V-5)$$

Hg : Différence de niveau entre le plan d'aspiration et le plan de refoulement (m) ;

$\sum H_p$  : Somme des pertes de charge linéaires et singulières (m).

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

$$\sum H_p = 1.1 \times \Delta h_p^{lin} \dots\dots\dots (V-6)$$

$\Delta h_p^{lin}$ : Pertes de charge linéaires (m) ; elle est selon Darcy-Weisbakh:

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \dots\dots\dots (V-7)$$

$g$  : Accélération de la pesanteur ( $m/s^2$ ) ;

$Q$  : Débit à refouler ( $m^3/s$ ) ;

$L$  : longueur géométrique de la conduite (m) ;

$\lambda$  : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,

Formule de Nikuradzé :

$$\lambda = \left( 1.14 - 0.86 \times \ln \frac{\epsilon}{D} \right)^{-2} \dots\dots\dots (V-8)$$

Formule Cole brook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \times \log \left( \frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \times \sqrt{\lambda}} \right) \dots\dots\dots (V-9)$$

**Remarque :**

Dans les calculs introduisant le coefficient  $\lambda$  , ce dernier est estimé par la formule de Nikuradzé avec

$\epsilon$  : Rugosité absolue de la conduite ;

$D$  : diamètre de la conduite (m) ;

**Tableau V-1 Hauteur manométrique totale**

D (mm)	Vitesse (m/s)	$\lambda$	longueur (m)	Hg (m)	$\Delta HT$ (m)	HMT (m)
600	2.12	0.013453213	4842	60	27.44	87.44
700	1.56	0.013048837	4842	60	12.31	72.31
800	1.19	0.012713108	4842	60	6.80	66.80
900	0.94	0.012427614	4842	60	3.69	63.69

**V.6.3. Calcul des frais d'amortissement**

➤ **Amortissement annuel**

Les frais d'amortissement sont en fonction de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité. Il est déterminé par la relation suivante :

$$F_{am} = P_{rc} \times A \dots\dots\dots (V-10)$$

Avec :

$P_{rc}$ : Prix de la conduite en (DA) ;

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

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \dots\dots\dots (V-11)$$

$A$  : Frais d'amortissement (DA) ;

$i$  : Taux d'annuité ;  $i = 8 \%$  ;

$n$  : Durée de l'amortissement de la conduite,  $n = 30$  ans.

A.N :  $A = \frac{0,08}{(1+0,)^{30} - 1} + 0,08 \Rightarrow A = 8.88 \%$

**Tableau V-2 Calcul des frais d'amortissement**

le matériau des conduites est la fonte.				
D (mm)	Prix de mL (DA)	longueur (m)	Annuité (%)	Frais d'ammortissement
600	38 828.00	4842	8.88	16694859.93
700	49 571.74	4842	8.88	21314342.94
800	62 903.75	4842	8.88	27046698.72
900	75 958.83	4842	8.88	32659986.55

**V.6.4. Calcul des Frais d'exploitation**

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$F_{exp} = E \times e \dots\dots\dots (V-12)$$

Avec :

$F_{exp}$  : Frais d'exploitation (DA) ;

$E$  : Énergie totale dépensée par la pompe (Kw) ;

**e:** Prix unitaire d'un Kw imposé par la SONELGAZ. (e = 4,69DA)

\*Puissance des pompes : La puissance absorbée par la pompe est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{g \times Q \times H_{MT}}{\eta} \dots\dots\dots (V-13)$$

Avec :

**P:** Puissance absorbée par la pompe (kw) ;

**g:** Accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>) ;

**Q:** Débit à refoulé (m<sup>3</sup>/s) ;

**H<sub>MT</sub>** : Hauteur manométrique totale (m);

**η** : Rendement du pompage (85%).

\*Energie consommée par la pompe : L'énergie consommée par la station de pompage est donnée par la formule :

$$E = P \times T \times 365 \dots\dots\dots (V-14)$$

Avec :

**E:** Énergie totale consommée par la pompe pendant une année (kwh) ;

**P:** Puissance absorbée (Kw) ;

**T:** Temps de pompage en (heure) ; dans notre cas T =22h

**Tableau V-3 Calcul des frais d'exploitation**

<b>D (mm)</b>	<b>HMT (m)</b>	<b>P (KW)</b>	<b>E (KWh)</b>	<b>Prix du KWh (DA)</b>	<b>Frais d'exploitation</b>
<b>600</b>	87.44	595.39	4780986.60	4.690	22422827.14
<b>700</b>	72.31	492.40	3953974.94	4.690	18544142.47
<b>800</b>	66.80	454.89	3652777.56	4.690	17131526.77
<b>900</b>	63.69	433.69	3482554.22	4.690	16333179.30

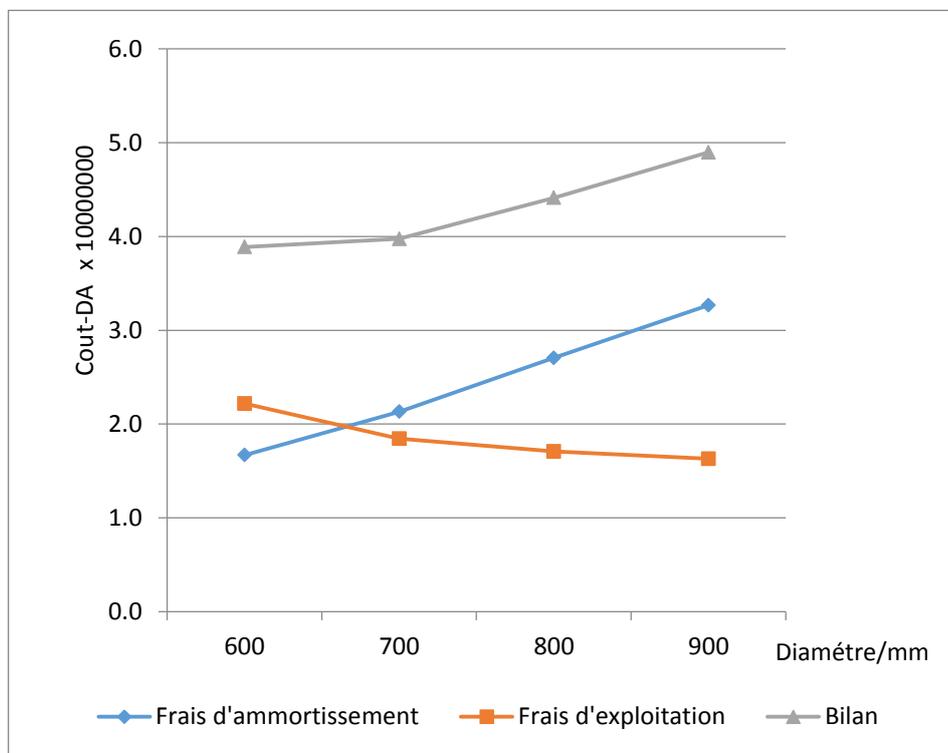
**V.6.5. Bilan total des frais**

Le bilan des frais d'exploitation et d'amortissement permet de déterminer le diamètre économique de la conduite de refoulement.

Le calcul du bilan total des frais est représenté dans le tableau et illustré dans la figure.

**Tableau V-4 Calcul du bilan total des frais**

D (mm)	Frais d'ammortissement	Frais d'exploitation	Bilan
600	16694859.93	22422827.14	39117687.07
700	21314342.94	18544142.47	39858485.41
800	27046698.72	17131526.77	44178225.49
900	32659986.55	16333179.30	48993165.85



**Figure V-1 Bilan total des frais**

D'après les résultats de tableau et la Figure au dessus, on prend comme diamètre économique  $D_{éc} = 600$  mm .

### V.7. Choix des pompes

Les stations de pompage sont des ouvrages hydrauliques servant à relever l'eau à une altitude supérieure. Dans le but de véhiculer l'eau gravitairement vers les parcelles avec une pression suffisante. Elle est conçue, ainsi, pour abriter les pompes et les moteurs qui les entraînent. Une station de pompage est projetée à proximité de barrage Hammam Grouz soit de 767m.

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé  $Q_{app}$  et la hauteur HMT ;

- Meilleur rendement ;
- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids les plus faibles ;
- Vitesse de rotation la plus élevée ;
- Puissance absorbée minimale ;
- Etre fabriquée en série.

### **V.7.1. Choix du nombre de pompe**

Le choix du nombre de pompe repose sur les critères suivants :

- Recherche de l'investissement minimal par limitation du nombre de pompe de groupe sans perdre de point de vue la sécurité de fonctionnement ;
- Assure la hauteur et le débit calculer ;
- Assurer le rendement maximal de pompe ;
- Présenter le minimum d'encombrement ;
- La disponibilité, surtout sur le marché national.

### **V.7.2. Couplage des pompes**

On distingue deux types de couplage des pompes :

- Le couplage en série : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation de la hauteur d'élévation des pompes.
- Le couplage en parallèle : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation du débit refoulé par les pompes.

### **V.7.3. Le moteur électrique**

Les critères de choix du moteur électrique sont :

- Puissance absorbée minimale ;
- Position de l'arbre de transmission horizontale ou verticale ;
- Tension d'alimentation en fonction de la puissance du moteur et de l'investissement.

### **V.7.4. Détermination de la variante de pompage :**

le choix se fait en fonction des données suivant :

$$\text{HMT} = 87.5 \text{ m}$$

$$Q = 600 \text{ l/s}$$

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes choisie par le logiciel CAPRARI PUMP TUTOR dans le tableau V.7

**Tableau V-5 la variante de pompage**

N.var	n	Qtotal (l/s)	HMT (m)	Type de pompe	$\eta$ (%)	$P_{abs}$ (KW)	Vitesse (tr/min)	N d'étage	(NPSH) r (m)
1	(1-2-3-4)	-	-	-	-	-	-		-
2	5	583	86	PM 150/ 3C	73.1	160	1750	3	7.37
3	5	606	88.1	PM 150/ 4D	66.1	200	1750	4	8.15
4	6	604	87.9	PM 150/ 3D	76.1	132	1750	3	5.11
5	6	638	91.2	PM 150/ 4E	70.1	160	1750	4	5.82

A partir de ce tableau, on remarque que la 4<sup>ème</sup> variante est le choix le plus convenable.

Pour assurer le fonctionnement permanant , il faut mettre des pompes de secours tel que son nombre choisie comme suit :

**Tableau V-6 Choix de Nombre de pompes de secours (NP : nombre de pompe)**

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

La courbe caractéristique de la pompe est comme suit :

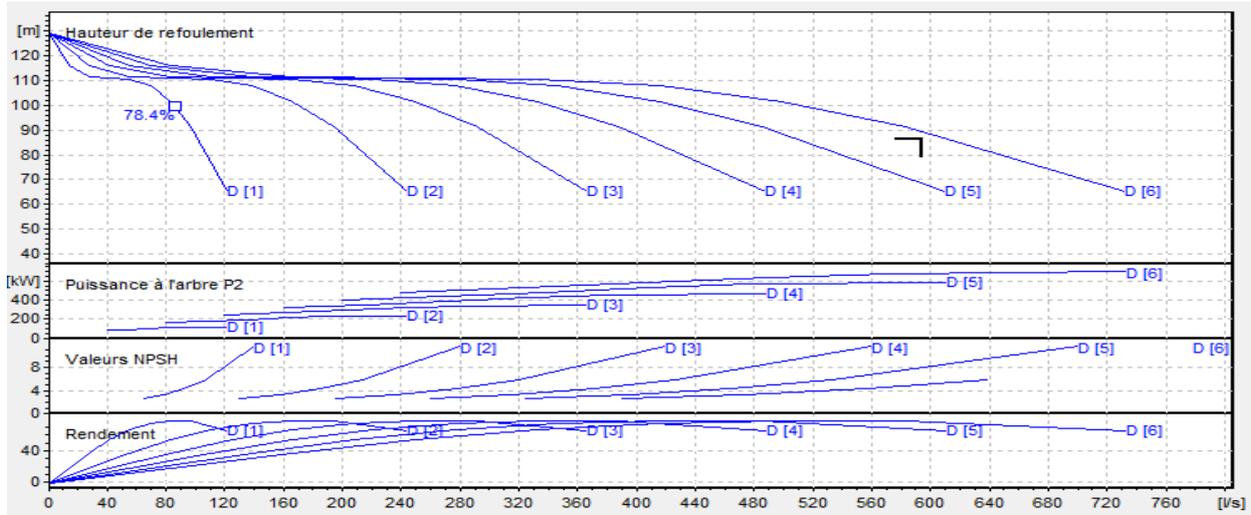


Figure V-2 Courbe caractéristique de la pompe (logiciel Caprari)

**V.7.5. Etude du cavitation**

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

Afin d'éviter le phénomène de cavitation, la condition suivante doit être vérifiée :

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d$$

(NPSH)<sub>r</sub> : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur ;

(NPSH)<sub>d</sub> : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur.

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + r \quad ; \quad r : \text{marge de sécurité, } r = (0,3 - 0,5) \text{ m,}$$

On prend :  $r = 0,5 \text{ m}$ .

Pour une pompe donnée fonctionnant à une vitesse déterminée, il existe une hauteur limite d'aspiration en delà de laquelle il convient toujours de se tenir.

Dans notre cas, on a choisi des installations en aspiration au niveau de notre station de pompage, alors la hauteur d'aspiration admissible est régie par la relation suivante :

$$h_{qp}^{adm} = P_{at} - (NPSH)_r - r - T_v - \frac{v_a^2}{2 \times g} - \Delta h_{asp} \dots\dots\dots (V-15)$$

$v_a$  : vitesse d'écoulement dans la conduite d'aspiration (m/s) ;

$P_{at}$  : pression atmosphérique (m.c.e) ;

$T_v$  : tension de vapeur d'eau (m.c.e) ;

\*la détermination de la tension de vapeur d'eau :

**Tableau V-7 Variation de la tension de vapeur d'eau en fonction de la température**

T° (°C)	5	10	20	30	40	50	80	100
Tv (m.c.e)	0,09	0,12	0,24	0,43	0,75	1,25	4,82	10,33

La tension de vapeur d'eau sera choisie pour une température de 20°C donc  $T_v = 0.24$  mce

\*la détermination de la pression atmosphérique :

Nous avons une charge nette d'aspiration (NPSH)<sub>r</sub> de 5.11m. La station de pompage sera implanté a la cote 767m ce qui donne une pression atmosphérique de :

$$P_{atm} = 10,33 - 0,00139 \times H \dots\dots\dots(V-16)$$

Avec : H : altitude de la station

$$P_{atm} = 10.33 - 0.00139 \times 767 = 9.26 \text{ mce}$$

\*calcul des pertes de charge d'aspiration :

$\Delta h_p^{lin}$ : Pertes de charge linéaires (m) ; elle est selon ( Darcy-Weisbakh) :

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \dots\dots\dots(V-17)$$

g : Accélération de la pesanteur ( $m/s^2$ ) ;

Q : Débit à refouler ( $m^3/s$ ) ;

L : longueur géométrique de la conduite (m) ;

$\lambda$  : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,

Formule de Nikuradzé :

$$\lambda = \left( 1.14 - 0.86 \times \ln \frac{\epsilon}{D} \right)^{-2} \dots\dots\dots(V-18)$$

On a  $D = 200$  mm et  $Q = 0.59$  m<sup>3</sup>/s

$$\text{Donc } \lambda = 0.01696$$

$$\Delta h_{linasp} = \frac{8 \times 0.01696 \times 0.05 \times 0.59^2}{\pi^2 \times g \times 0.2^5} = 0.22 \text{ mce}$$

$$\Delta h_{totasp} = 1.1 \times \Delta h_{linasp} = 0.24 \text{ mce}$$

Remarque : on néglige  $\frac{v_a^2}{2 \times g}$

$$H_{asp_{adm}} = 9.26 - 5.11 - 0.5 - 0.24 - 0.24 = 3.17 \text{ mce}$$

$$\text{Donc } NPSH_d = 9.26 - 0.24 - 0.24 - 3.17 = 5.61 \text{ mce}$$

$$(NPSH)_d > (NPSH)_r$$

On peut dire donc que notre pompe est loin de risque de cavitation.

## V.8. Dimensionnement du réservoir

Dans notre choix, Les critères les plus importants à respecter lors du l'emplacement du bassin du stockage et de distribution sont :

- Adaptation d'une hauteur manométrique assurant la distribution gravitaire touche toutes les cultures du périmètre on assurant le point le plus défavorable.
- Connaitre l'homogénéité du terrain ou le réservoir sera implanté par le fait des études géotechniques, afin de connaitre la portance des sols qui recevront ce bassin .

La capacité de stockage de réservoir sera définie par la formule suivante :

$$V = Q \times T \dots\dots\dots (V-19)$$

Avec :

- $Q$  : Débit de pointe, exprimé en m<sup>3</sup>/h.
- $T$  : Heures de pointe = 2 heures

Débit de pompage = 600 l/s = 2160 m<sup>3</sup>/h

Le volume total du réservoir est égal à 4320 m<sup>3</sup>.

On a  $V=S \times H$ , sachant que H : La hauteur de réservoir : 5 m

Donc  $S= 864 \text{ m}^2$

$S = \pi r^2$  (On suppose que le réservoir est circulaire) donc  $r = 16.58 \text{ m}$ ,

On prend  $r=17\text{m}$  donc  $D= 34 \text{ m}$

**Tableau V-8 les caractéristiques de réservoir**

Diamètre	34m
Surface	864m <sup>2</sup>
Hauteur	5 m
Volume	4320 m <sup>3</sup>

## V.9. Dimensionnement du réseau de distribution

### V.9.1. Calcul du débit aux bornes :

Chaque borne doit irriguer un ilot qui est un ensemble des parcelles, on divise notre périmètre en 33 ilots. Le débit de chaque borne est calculé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S$$

$Q_b$  = Débit de chaque ilot (l/s)

$q_s$  = Débit spécifique (l/s/ha)

$S$  = Superficie de l'ilot (ha)

### V.9.2. Choix du diamètre de la borne

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

**Tableau V-9 : Choix du diamètre de la borne.**

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

Type B	40 m <sup>3</sup> /h (11.11l/s) < Q < 80 m <sup>3</sup> /h (22.22 l/s)	2 Entrée Φ80, 100, 125	2 Sortie Φ100
Type C	Q>80 m <sup>3</sup> /h (33.33 l/s)	2 Entrée Φ80, 100, 125	1 Sortie Φ150

**Tableau V-10 : Calcul des débits des ilots et du diamètre de la borne**

ilot	Surface(ha)	Débit (l/s)	Matériel	Type de borne
1	30	29.70	fonte	C
2	33	32.67	fonte	C
3	19.03	18.84	fonte	B
4	20.4	20.20	fonte	B
5	11.2	11.09	fonte	A
6	40	39.60	fonte	C
7	14.69	14.54	fonte	B
8	19.1	18.91	fonte	B
9	13.7	13.56	fonte	B
10	13.97	13.83	fonte	B
11	9.36	9.27	fonte	A
12	16.9	16.73	fonte	B
13	16.9	16.73	fonte	B
14	19.26	19.07	fonte	B
15	11.59	11.47	fonte	A
16	9.5	9.41	fonte	A
17	16.68	16.51	fonte	B
18	25	24.75	fonte	C
19	20.77	20.56	fonte	B
20	19.5	19.31	fonte	B
21	12.19	12.07	fonte	B
22	26	25.74	fonte	C
23	8.9	8.81	fonte	A
24	7.97	7.89	fonte	A
25	19	18.81	fonte	B
26	11.95	11.83	fonte	A
27	10.34	10.24	fonte	A
28	40	39.60	fonte	B
29	20	19.80	fonte	B
30	18	17.82	fonte	B
31	20	19.80	fonte	B
32	18	17.82	fonte	B

33	7.1	7.03	fonte	A
----	-----	------	-------	---

**V.9.3. Choix du matériau des conduites :**

Le choix du matériau se fait suivant les critères:

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

**V.9.4. Calcul des diamètres :**

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits et les vitesses.

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \tag{V-20}$$

Avec : Q : débit.

D: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.5 m/s

**V.9.5. 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 :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \tag{V-21}$$

Avec :

h<sub>Pu</sub>: Pertes de charge unitaire en mm/ml

Q : Débit en m<sup>3</sup>/s

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

C : coefficient compris une majoration de 15 % pour les pertes de charge singulière :

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

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

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

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

Les pertes de charge singulières sont estimées à **15%** des pertes de charge linéaires.  
L'estimation des pressions est basée sur le principe de Bernoulli entre le point A et le point B :

$$Z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H \quad (V-22)$$

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.

#### **V.9.6. Vitesses admissibles :**

On opte les vitesses compris entre 0.5 m/s et 2.5 m/s comme des vitesses admissibles. ce choix permet d'éviter les risques d'érosion et risque de dépôts solides.

le tableau suivant montre les résultats :

Tableau V-12 Calculs de réseau de distribution

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface(Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m3/S)	Diametre calculé(mm)	Diamètre Normalisé(mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale(m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
R-ST	690.4	0.6904	600	588	0.588	706.7	700	1.53	1.74	758.00	825.3	67.3	6.7
ST-R1	530	0.53	600	588	0.588	706.7	700	1.53	1.33	742.40	823.9	81.5	8.2
R1-B1	57	0.06	33	32.34	0.032	165.7	200	1.03	0.32	743.5	823.6	80.1	8.0
R1-R2	69.4	0.07	567	555.66	0.556	686.9	700	1.44	0.16	743.92	823.8	79.9	8.0
R2-B2	55	0.06	30	29.4	0.029	158.0	160	1.46	0.78	743.47	823.0	79.5	8.0
B2-N1	421	0.42	537	526.26	0.526	668.5	700	1.37	0.86	765.2	822.1	56.9	5.7
N1-R3	327	0.327	395.83	387.9134	0.388	574.0	600	1.37	0.81	766.62	821.3	54.7	5.5
R3-B3	53.5	0.054	19	18.62	0.019	125.8	125	1.52	1.11	766.46	820.2	53.8	5.4
R3-R4	71.3	0.0713	376.83	369.2934	0.369	560.0	600	1.31	0.16	766.53	821.2	54.6	5.5
R4-B4	56.5	0.0565	20.4	19.992	0.020	130.3	160	0.99	0.39	766.69	820.8	54.1	5.4
R4-N2	300	0.3	356.43	349.3014	0.349	544.7	600	1.24	0.61	772.3	820.5	48.2	4.8
N2-R5	349	0.349	250.11	245.1078	0.245	456.2	500	1.25	0.91	766.2	819.6	53.4	5.3
R5-B5	56	0.056	40	39.2	0.039	182.5	200	1.25	0.45	768.3	819.2	50.9	5.1
R5-R6	49.5	0.0495	210.11	205.9078	0.206	418.2	500	1.05	0.09	766	819.5	53.5	5.4
R6-B6	56	0.056	11.2	10.976	0.011	96.5	110	1.16	0.81	763.35	818.7	55.4	5.5
R6-N3	482.4	0.4824	198.91	194.9318	0.195	406.9	400	1.55	2.49	781	817.1	36.1	3.6
N3-R7	205	0.205	120.91	118.4918	0.118	317.2	400	0.94	0.41	790.58	816.6	26.1	2.6
R7-B7	56	0.056	19.26	18.8748	0.019	126.6	125	1.54	1.19	786.73	815.5	28.7	2.9
R7-R8	764	0.764	101.65	99.617	0.100	290.9	300	1.41	4.68	764.83	812.0	47.1	4.7
R8-B8	56	0.056	13.97	13.6906	0.014	107.8	110	1.44	1.23	761.96	810.7	48.8	4.9

ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

R8-R9	21.5	0.0215	87.68	85.9264	0.086	270.1	300	1.22	0.10	765.67	811.9	46.2	4.6
R9-B9	56	0.056	13.7	13.426	0.013	106.8	110	1.41	1.18	768.65	810.7	42.0	4.2
R9-R10	260	0.26	73.98	72.5004	0.073	248.1	250	1.48	2.18	773.92	809.7	35.8	3.6
R10-B10	56	0.056	16.9	16.562	0.017	118.6	125	1.35	0.93	777.5	808.8	31.3	3.1
R10-R11	22.3	0.0223	57.08	55.9384	0.056	218.0	250	1.14	0.11	774.76	809.6	34.8	3.5
R11-B11	56	0.056	9.36	9.1728	0.009	88.3	90	1.44	1.57	771.36	808.0	36.6	3.7
R11-N4	123	0.123	47.72	46.7656	0.047	199.3	200	1.49	1.38	778.43	808.2	29.8	3.0
N4-R12	134	0.134	11.6	11.368	0.011	98.3	110	1.20	2.07	789.94	806.1	16.2	1.6
R12-B12	56	0.056	11.6	11.368	0.011	98.3	110	1.20	0.86	795.49	805.3	9.8	1.0
N4-R13	207	0.207	36.12	35.3976	0.035	173.4	160	1.76	4.18	764.75	804.0	39.3	3.9
R13-B13	56	0.056	19.26	18.8748	0.019	126.6	125	1.54	1.19	764.7	802.8	38.1	3.8
R13-R14	128	0.128	16.9	16.562	0.017	118.6	125	1.35	2.12	761.62	801.9	40.3	4.0
R14-B14	56	0.056	16.9	16.562	0.017	118.6	125	1.35	0.93	762.54	801.0	38.4	3.8
N1-R15	311	0.311	141.17	138.3466	0.138	342.8	300	1.96	3.54	758.18	818.6	60.4	6.0
R15-B15	56	0.056	20.77	20.3546	0.020	131.5	125	1.66	1.37	761.24	817.2	56.0	5.6
R15-N5	162.3	0.1623	120.4	117.992	0.118	316.6	300	1.67	1.37	754.66	817.2	62.6	6.3
N5-R16	300	0.3	73.31	71.8438	0.072	247.0	250	1.46	2.47	756.84	814.7	57.9	5.8
R16-B16	56	0.056	19.5	19.11	0.019	127.4	125	1.56	1.22	754.97	813.5	58.6	5.9
R16-R17	364	0.364	53.81	52.7338	0.053	211.6	200	1.68	5.11	740.48	809.6	69.2	6.9
R17-B17	56	0.056	7.97	7.8106	0.008	81.4	75	1.77	2.90	740.89	806.7	65.8	6.6
R17-R18	53.4	0.0534	45.84	44.9232	0.045	195.3	200	1.43	0.55	738.19	809.1	70.9	7.1
R18-B18	56	0.056	19	18.62	0.019	125.8	125	1.52	1.16	737.3	807.9	70.6	7.1
R18-R19	232	0.232	26.84	26.3032	0.026	149.5	160	1.31	2.68	734.94	806.4	71.5	7.1
R19-B19	56	0.056	7	6.86	0.007	76.3	75	1.55	2.27	733.95	804.1	70.2	7.0

ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

R19-R20	211	0.211	19.84	19.4432	0.019	128.5	125	1.59	4.73	736.93	801.7	64.7	6.5
R20-B20	56	0.056	9.5	9.31	0.009	88.9	90	1.46	1.62	738.5	800.1	61.6	6.2
R20-R21	83.4	0.0834	10.34	10.1332	0.010	92.8	90	1.59	2.83	739.39	798.8	59.5	5.9
R21-B21	56	0.056	10.34	10.1332	0.010	92.8	90	1.59	1.90	738.8	796.9	58.1	5.8
N5-R22	162	0.162	47.1	46.158	0.046	198.0	200	1.47	1.77	748.96	815.4	66.5	6.6
R22-B22	56	0.056	12.19	11.9462	0.012	100.7	110	1.26	0.95	738.8	814.5	75.7	7.6
R22-R23	189	0.189	34.91	34.2118	0.034	170.5	160	1.70	3.58	744.22	811.9	67.6	6.8
R23-B23	56	0.056	26	25.48	0.025	147.1	160	1.27	0.61	743.45	811.3	67.8	6.8
R23-R24	306	0.306	8.9	8.722	0.009	86.1	90	1.37	7.82	735.26	804.0	68.8	6.9
R24-B24	56	0.056	8.9	8.722	0.009	86.1	90	1.37	1.43	733.78	802.6	68.8	6.9
N2-N6	358	0.358	68.32	66.9536	0.067	238.5	250	1.36	2.58	763.12	818.0	54.8	5.5
N6-R25	339	0.339	41.68	40.8464	0.041	186.3	200	1.30	2.94	745.26	815.0	69.8	7.0
R25-B25	56	0.056	16.68	16.3464	0.016	117.8	125	1.33	0.91	745.15	814.1	69.0	6.9
R25-R26	46	0.046	25	24.5	0.025	144.2	160	1.22	0.46	744.31	814.6	70.3	7.0
R26-B26	56	0.056	25	24.5	0.025	144.2	160	1.22	0.56	743.54	814.0	70.5	7.0
N6-N7	220	0.22	26.64	26.1072	0.026	148.9	160	1.30	2.50	764.31	815.5	51.2	5.1
N7-R27	304	0.304	11.95	11.711	0.012	99.7	110	1.23	4.96	747.1	810.5	63.4	6.3
R27-B27	56	0.056	11.95	11.711	0.012	99.7	110	1.23	0.91	747.12	809.6	62.5	6.2
N7-R28	364	0.364	14.69	14.3962	0.014	110.6	110	1.52	8.78	755.23	806.7	51.5	5.1
R28-B28	56	0.056	14.69	14.3962	0.014	110.6	110	1.52	1.35	757.54	805.3	47.8	4.8
N2-R29	842.3	0.8423	38	37.24	0.037	177.8	200	1.19	6.13	756.12	814.4	58.3	5.8
R29-B29	56	0.056	20	19.6	0.020	129.0	125	1.60	1.28	754.56	813.1	58.6	5.9
R29-R30	167.6	0.1676	18	17.64	0.018	122.4	125	1.44	3.13	756.89	811.3	54.4	5.4
R30-B30	56	0.056	18	17.64	0.018	122.4	125	1.44	1.05	756.92	810.2	53.3	5.3

ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

N3-R31	336.2	0.3362	78	76.44	0.076	254.8	250	1.56	3.11	785.4	813.9	28.5	2.9
R31-B31	56	0.056	40	39.2	0.039	182.5	200	1.25	0.45	787.46	813.5	26.0	2.6
R31-R32	741.2	0.7412	38	37.24	0.037	177.8	200	1.19	5.39	773.86	808.6	34.7	3.5
R32-B32	56	0.056	18	17.64	0.018	122.4	160	0.88	0.30	774.22	808.3	34.0	3.4
R32-R33	66.2	0.0662	20	19.6	0.020	129.0	125	1.60	1.51	780.52	806.7	26.2	2.6
R33-B33	56	0.056	20	19.6	0.020	129.0	125	1.60	1.28	777.71	805.5	27.8	2.8

**V.9.7. Pièces spéciales :**

le réseau d'irrigation doit être muni des équipements spécifiques assurant le bon fonctionnement tel que les ventouses qu'on met au niveau des points élevés afin d'évacuer les poches d'air emprisonné dans les conduites, et les vannes de sectionnement et vidange pour une contrôle efficace surtout en cas de réparation des fuites .

**V.10. Conclusion :**

Afin de mieux gestion de le périmètre de Oued Athmania on l'a découpé en 33 ilots sur une surface totale de 600 ha. on a projetée un conduite d'amenée de 700 mm de diamètre, un station de pompage consistant de 8 pompes qui débite dans une conduite de refoulement avec un diametre de 600 mm vers un reservoir de 4500 m<sup>3</sup> de capacité. On voit aussi que les pressions dans le réseau de distribution sont généralement suffisantes pour opter n'importe quel système d'irrigation.

## ***Chapitre VI***

### ***Dimensionnement du réseaux d'irrigation***

## Chapitre VI. Dimensionnement du réseaux d'irrigation



Figure VI-1 système d'irrigation par aspersion (martineau-irrigation.fr)

### VI.1. Introduction :

le choix de système d'irrigation se fait en fonction de plusieurs facteurs tel que le type de culture, climat, type de sol, la disponibilité de l'eau, le vent, le taux d'investissement et la topographie du terrain. Dans ce qui suit, on va dimensionner « système par aspersion » le plus adéquat pour les grandes cultures et « système goutte à goutte » pour irriguer l'arboriculture.

### VI.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :

Il faut noter que l'eau d'irrigation est caractérisée par une salinité élevée, donc l'utilisation du système d'aspersion peut provoquer des brûlures au niveau des feuilles ce qui peut perturber la croissance de la plante. On choisit la luzerne parce qu'il y a l'élevage dans la région d'étude.

culture	parcelle	Temps de travail	pression de borne	Perméabilité du sol	Besoins de pointe	Dose pratique
luzerne	2ha 100x200m	18h/jour 26j /mois	5.1bars	8 mm/h	187.4 mm/mois	RFU=64.4 mm

$$\begin{aligned} \text{➤ RFU} &= Y (H_{cc} - H_{pf}).Da.Z && \text{(VI-1)} \\ &= 2/3 * (28-17) / 100 * 1.35 * 650 = 64.4 \text{ mm} \end{aligned}$$

**VI.2.1. L'asperseur :**

**a) Calcul du diamètre de l'ajutage**

La perméabilité du sol  $K = 8 \text{ mm/h}$ ; On pose  $p \leq k$  tel que  $p$  : pluviométrie de la buse.

$$P = \frac{1,5 \cdot d}{1,04} \quad (\text{VI-2})$$

D'où :  $d = \frac{8 \cdot 1,04}{1,5} = 5,54 \text{ m}$

D'après la fiche technique de l'asperseur (**Annexe 6**), le diamètre de la buse normalisé est de 6 mm.

**b) Calcul de la portée du jet (L)**

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \quad (\text{VI-3})$$

$d$  : le diamètre de la buse (mm)

$h$  : pression à la buse (m),  $P = 3 \text{ bars}$ , hauteur d'eau = 30m.

$L = 3 \cdot (6)^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 17,2 \text{ m} \Rightarrow 17,5 \text{ m}$  D'après la fiche technique (**annexe 6**)

**c) Ecartements entre les rampes et arroseurs**

$E_l$  entre les lignes d'arrosage : 1,25L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

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

On a vent faible :

$E_l = 1,25 \cdot 17,5 = 21,3 \text{ m} \Rightarrow E_l = 24 \text{ m}$

$E_a = 0,8 \cdot 17,5 = 14 \text{ m} \Rightarrow E_a = 18 \text{ m}$

**d) Débit de l'asperseur**

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$q = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0,00065 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{VI-4})$$

$q = 2,34 \text{ m}^3/\text{h}$

**e) Vérification de la pluviométrie de la buse**

$$P = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \quad (\text{VI-5})$$

$q$  : débit de l'asperseur  $\Rightarrow q = 2,34 \text{ m}^3/\text{h}$

D'où  $p = \frac{2,34}{24 \cdot 18} = 5,4 \text{ mm/h}$  Donc  $P \leq K = 8 \text{ mm/h}$ , c'est vérifié.

## Dimensionnement de réseaux d'irrigation

### f) Calcul du tour d'eau :

La durée du tour d'eau correspond à la durée nécessaire à l'arrosage de l'ensemble des parcelles.

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_J}{B_{mp}} \quad (VI-6)$$

Teau = (64.4 \* 26) / 187.4 = 8.93 jours.

On prend un tour d'eau de 8 jours.

Donc on irrigue 3 fois par mois.

### g) La dose réelle :

Dr = 8 \* 187.4 / 30 = 50 mm.

### h) Calcul de la dose brute :

Db = La dose réelle / 0,75 = 50 / 0,75 = 66.63 mm

### i) Temps d'arrosage :

$$T = \frac{dose\_brute}{pluviometrie} = 66.63 / 5.4 = 12.3 \text{ h}$$

T = 12 h.

Donc on adapte 1 position par jour pour un asperseur.

### j) Calcul du débit d'équipement (Qeq) :

$$Qeq = \frac{S(ha) \cdot B(mm) \cdot 10}{T.n.Nj} = \frac{2 \cdot 187.4 \cdot 10}{12 \cdot 26} = 12 m^3/h$$

### k) Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :

$$\text{La surface unitaire arrosée : } SU = \frac{S}{Teau \cdot n} = \frac{2}{12.1} = 0.17 ha$$

### l) Nombre d'asperseur requis (Nasp) :

$$Nasp = \frac{SU \cdot 10000}{El \cdot Ea} = \frac{0.17 \cdot 10000}{18.24} = 3.86 \approx 4 asp$$

### m) Calcul du volume fourni par un asperseur par mois

$$V = \text{nbr de position par jour} \cdot \text{nbr de jour par mois} \cdot \text{Dose} \cdot \text{Ea} \cdot \text{El} \quad (VI-7)$$

$$V = (1 \cdot 26 \cdot 66.63 \cdot 24 \cdot 18) / 1000 = 748.4 \text{ m}^3/\text{mois}$$

### n) Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

Vt = besoins mensuels \* surface

## Dimensionnement de réseaux d'irrigation

$$V_t = 187.4/1000 * 100 * 200 = 3748 \text{ m}^3$$

### VI.2.2. les rampes et portes rampe:

#### ➤ Longueur de la rampe

$$L = \text{largeur de terrain} / 2 - E_a / 2 = 100 / 2 - 18 / 2 = 41 \text{ m}$$

#### ➤ Nbre asperseur/rampe (N) :

$$N = \text{largeur} / E_a = L_r / E_a = 41 / 18 + 1 = 4 \text{ asperseurs}$$

#### ➤ Nombre de rampes(Nr) :

$$N_r = N_{\text{asp}} / (\text{nbr asp/ rampe}) = 1 \text{ rampes.}$$

On travaille avec une rampe.

#### ➤ Calcul du débit de la rampe(Qr) :

$$Q_r = \text{le débit de l'asperseur} \times \text{le nombre d'asperseur/ rampe.} \quad (\text{VI-8})$$

$$\text{Le débit de la rampe : } Q_r = 2.34 * 4 = 9.36 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nombre de position des rampes :

$$N_r = \frac{l_r}{E_l} = \frac{200}{24} \approx 8$$

#### ➤ Calcul du Diamètre de la rampe

$$D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi.V}} \quad (\text{on suppose , } V = 1.5 \text{ m/s})$$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 * 2.6 * 10^{-3}}{\pi * 1.5}} = 0,047 \text{ m} = 47 \text{ mm,}$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants:

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

⇒ Le diamètre normalisé ( $D_r = 50 \text{ mm}$ ).

#### ➤ Calcul de vitesse de la rampe

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 2.6 * 10^{-3}}{\pi * (50 * 10^{-3})^2} = 1.32 \text{ m/s} \text{ Ce qui est conforme.}$$

#### ➤ la porte-rampe :

de la même manière

$$*L_{pr} = 200 - 24 / 2 = 188 \text{ m}$$

## Dimensionnement de réseaux d'irrigation

$$*Q_{p\_rampe} = Q_{asp} * n_{asp} / rampe * N_{rampe} = 2.34 * 4 * 1 \text{ --- } Q = 0.0026 \text{ m}^3/\text{s}$$

On suppose que  $V = 1.5 \text{ m/s}$

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 * 2.6 * 10^{-3}}{\pi * 1.5}} = 0.046 = 46 \text{ mm},$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_{pr} = 50 \text{ mm}$ ).

\*La nouvelle vitesse est :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 2.6 * 10^{-3}}{\pi * (50 * 10^{-3})^2} = 1.32 \text{ m/s}$$

### ➤ Calcul des pertes de charge :

formule de Hazen Williams :

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \quad (\text{VI-9})$$

Ou  $\Delta H$  = Perte de charge unitaires (m/m)

Q : Débit de la conduite en  $\text{m}^3/\text{s}$

CH : coefficient (130).

$\Delta H_{rampe} = 1.16 \text{ m}$ .

$\Delta H_{porte-rampe} = 5.05 \text{ m}$ .

$\Delta H_t = 1.16 + 5.05 = 6.21 \text{ m}$  de perte de charge.

### VI.2.3. Calcul de la pression en tête du réseau

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \quad (\text{VI-10})$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H2 : perte de charge totale de rampe et porte rampe.

H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$H = 30 + 6.21 + 0 = 36.21 \text{ m}$ .

$P = 3,6 \text{ bar}$ .

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

culture	parcelle	Temps de travail	Espace ment	pression de borne	Perméabilité du sol	Besoins de pointe
pommier	1.5ha 150x100m	18h/jour 26j /mois	4/4	2.6 bars	8 mm/h	124.12 mm/mois

#### Caractéristique du goutteur :

Débit nominal : 4l/h

Pression nominal : 10 mce

Espacement des goutteurs : 1 m

Le nombre de goutteurs par arbre : 2

#### VI.3.1. Influence du taux de couverture du sol

On applique à L'ETM un coefficient de réduction :  $Kr$  qui dépend du taux de couverture du sol ( $Cs = 60\%$ ) calculé par l'un des formules suivantes :

KELLER et KARMELI (1974) :

$$Kr = \frac{Cs}{0.85} = 0.71 \dots\dots\dots(VI-11)$$

La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs) = 0.8 \dots\dots\dots(VI-12)$$

La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0.1 + Cs = 0.7 \dots\dots\dots(VI-13)$$

On prend La formule de Freeman et Garzoli donc :  $Kr = 0.8$

#### VI.3.2. Les besoins journaliers en tenant compte de la réduction $Kr$

$$Bj = \frac{\text{besoin du moi de pointe}}{\text{Nombre de jours}} \dots\dots\dots(VI-14)$$

$$Bj = \frac{124.12}{26} = 4.77 \text{ mm/j} \dots\dots\dots(VI-15)$$

D'où:

$$Bjl = Bj \times Kr = 0,8 \times 4.77 = 3.82\text{mm/j} \dots\dots\dots(VI-16)$$

#### VI.3.3. La dose d'irrigation nette pratique

$$Dp = (Hcc - Hpf). DaY. Z. P\% = RFU \times P\% \dots\dots\dots(VI-17)$$

## Dimensionnement de réseaux d'irrigation

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

➤ RFU=148.5 mm

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \quad (\text{VI-18})$$

P : Volume du sol humidifié

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

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

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

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

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

➤ On obtient P = 25 %

La dose nette corrigée est donc :

$$D_p = 216 \cdot 0.25 = 37.13 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{VI-19})$$

### VI.3.4. Fréquence des arrosages

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} = \frac{37.13}{3.82} = 9.72 \dots\dots\dots (\text{VI-20})$$

Donc on prend Fr = 10 jours.

### VI.3.5. La dose réelle

$$D_r = Fr \times B_{jl} = 10 \times 3.82 = 38.2 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{VI-21})$$

### VI.3.6. La dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{38.2}{0.9 \cdot 0.9} = 47.16 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{VI-22})$$

Avec :

C<sub>u</sub> : coefficient d'uniformité C<sub>u</sub>=90% et Eff : efficacité du réseau d'irrigation E<sub>ff</sub>=90%

### VI.3.7. Durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{D_b \cdot S_a \cdot S_r}{n \cdot qg} \dots\dots\dots (\text{VI-23})$$

$$\theta = \frac{47.16 \cdot 4 \cdot 4}{2 \cdot 4} = 94.32 \text{ heures/mois}$$

### VI.3.8. Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} \dots\dots\dots (\text{VI-24})$$

$$D_j = \frac{94.32}{10} = 9.4 \text{ heures/jour}$$

**VI.3.9. Nombre de poste**

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} \dots\dots\dots(\text{VI-25})$$

$$= \frac{22}{9.4} = 2.34 \text{ poste} \gg N=2$$

VIII.4.10.Surface du poste

$$Sp = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} \dots\dots\dots(\text{VI-26})$$

$$= \frac{1.5}{2} = 0.75 \text{ ha}$$

**VI.3.10. Condition hydraulique**

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots\dots\dots(\text{VI-27})$$

La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$  avec  $x=0.5$  (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \dots\dots\dots(\text{VI-28})$$

Tel que :

$q(g)$  : débit nominal du goutteur

$H(n)$  : pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\text{max.})}{10} \dots\dots\dots(\text{VI-29})$$

$$\Delta H(\text{max})=1/0.5 = 2\text{mce.} \dots\dots\dots(\text{VI-30})$$

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% de la variation maximale de pression :

$$Pdc_{\text{sing}} = 2 * 0,1 = 0,2\text{mce}$$

$$Pdc_{\text{linéaire}} = 2 - 0,2 = 1,8\text{mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

➤ 1/3 sur les porte- rampes : P.d.c (pr) = 0,6 m c e

➤ 2/3 sur les rampes : P.d.c (r) = 1,2 m c e

**VI.3.11. calcul des débits**

$$Qr = Qg \times Ng/r \dots\dots\dots(\text{VI-31})$$

$$Qpr = Qr \times Nr \dots\dots\dots(\text{VI-32})$$

Avec:

$Qr$  : Débit de rampe ;

## Dimensionnement de réseaux d'irrigation

Qg: Débit des goutteur ;

Ng/r : Nombre des goutteurs par rampe

Nr : Nombre des rampes ;

Qpr: Débit de porte rampe

Sachant que :

La longueur de la rampe  $L_r = 100$  m

La longueur de la porte rampe  $L_{pr} = 150$  m

La longueur de la conduite secondaire  $L_s : 25$  m

➤ Le nombre d'arbres par rampe :

$$\mathbf{N \text{ arbres} = L_r / E_r = 100 / 4 = 25 \text{ arbres/rampe} \dots\dots\dots (VI-33)}$$

➤ Nombre de goutteurs par rampe :

$$\mathbf{N_g = N_{arbres} \times n = 25 \times 2 = 50 \text{ goutteurs/rampe} \dots\dots\dots (VI-34)}$$

➤ Le nombre de rampes :

$$N_r = L_{pr} / E_r = 150 / 4 = 38 \text{ rampes} \dots\dots\dots (VI-35)}$$

➤ Débit de la rampe :

$$\mathbf{Q_r = N_g \times Q_g} \dots\dots\dots (VI-36)$$

$$Q_r = 50 \times 4 = 200 \text{ l/h}$$

➤ Débit de la porte rampe :

$$\mathbf{Q_{pr} = Q_r \times N_r = 200 \times 38 = 7600 \text{ l/h} \dots\dots\dots (VI-37)}$$

➤ Débit de la conduite d'approche :

$$Q_{cpl} = Q_{pr} \times N_{pr} = 7600 \times 1 = 7600 \text{ l/h} \dots\dots\dots (VI-38)$$

### VI.3.12. Dimensionnement des différentes parties du réseau

Le diamètre de rampes et portes rampes sont calculé par les formules :

$$\mathbf{\varnothing_r(cal) = \left[ \frac{P.d.c(r) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (VI-39)}$$

$$\mathbf{\varnothing_{pr}(cal) = \left[ \frac{P.d.c(pr) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (VI-40)}$$

Avec :

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

**VI.3.13. Vérification des pertes de charges**

on applique la formule de « Tison » pour calculer P.D.C,

La perte de charge unitaire :

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \dots\dots\dots(VI-41)$$

La perte de charge le long de la conduite en (m)

$$j = L \cdot i \dots\dots\dots(VI-42)$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation

**VI.3.14. Calculs hydrauliques de la rampe**

**Tableau VI-1** Caractéristique de la rampe

Nombre rampe	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	Hpr (m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	Hcal (m)
38	100	50	200	1.2	12.36	16	0.28	0.35

**VI.3.15. Calculs hydrauliques de la porte rampe**

**Tableau VI-2** Caractéristiques de la conduite du porte rampe

Nombre porte-rampe	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
01	150	38	7600	0.6	59.5	63	0.68	0.46

**VI.3.16. Calcul les caractéristique du conduites tertiaire**

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} = 50mm \dots\dots\dots (VI-43)$$

Avec : Q : débit de la conduite considérée (m3/s);

V : Vitesse d'écoulement (m/s) (on prend 1m).

**VI.3.17. La pression d'eau à la borne de distribution**

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

$$\Delta h = 0.23+0.46+0.35= 1.04 \text{ m}$$

## Dimensionnement de réseaux d'irrigation

$$P = 10 + 1.04 = 11.04 \text{ mce} \leq 26 \text{ mce}$$

### **VI.4. Conclusion :**

On conclue que l'irrigation par les méthodes modernes tel que l'irrigation par aspersion ou l'irrigation localisée ( goutte à goutte) non seulement garantie l'intensification de la production mais aussi permet d'éviter la perte énorme des quantités d'eau.

## ***Chapitre VII***

### ***Calcul économique du projet***

## Chapitre VII. Calcul économique du projet

### VII.1. Introduction :

dans ce chapitre qui représente la dernière étape dans notre étude, on va essayer de déterminer les différentes opérations à entreprendre, ainsi que les types d'engins utilisés pour réaliser ces opérations qui consiste le réseau de distribution ,conduite d'adduction, et enfin on estimera le cout total de notre projet .

### VII.2. Les opérations sur le réseau:

#### a) Exécution des tranchées

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

**b) Pose du lit de sable :** Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 20cm dans notre cas.

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

**d) Epreuve de joint et de la canalisation :** Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes .

**e) Remblayage des tranchées :**C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

**f) Nivellement et compactage :**Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

### VII.3. Facture des différents typesde conduites du réseau de distribution

Les prix des conduites sont détaillés comme suit :

**Tableau VII-1 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.**

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 75	PEHD	m/l	112	404.81	45 338.72
Ø 90	PEHD	m/l	613.4	608.62	373 327.51
Ø 110	PEHD	m/l	1194	721.62	861 614.28
Ø 125	PEHD	m/l	1242	934.26	1 160 350.92
Ø160	PEHD	m/l	1173.5	1 526.93	1 791 852.36
Ø 200	PEHD	m/l	2736	2 397.85	6 560 517.60
Ø 250	PEHD	m/l	1276	3 709.88	4 733 806.88
Ø 315	PEHD	m/l	1258.5	5 881.51	7 401 880.34
Ø 400	Fonte	m/l	687	9 500.90	6 527 118.30
Ø 500	Fonte	m/l	398.5	14 816.89	5 904 530.67
Ø 600	Fonte	m/l	1505	22 513.76	33 883 208.80
Ø 700	Fonte	m/l	1711.4	49571.744	84 837 082.68
<b>Total(HT)</b>					154 080 629.04
<b>TVA (19%)</b>					29 275 319.52
<b>Total(TTC)</b>					183 355 948.56

**Tableau VII-2: Fourniture de pose de pièces spéciales.**

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 600-160 mm PN 10	U	2	49 553.63	99107.26
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 600-110 mm PN 10	U	2	48 668.03	97336.06
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 600-90 mm PN 10	U	1	48 400.10	48400.1
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 500-250 mm PN 10	U	1	51 139.10	51139.1
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 500-160 mm PN 10	U	2	47 548.29	95096.58
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 500-110 mm PN 10	U	1	46 223.60	46223.6
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 400-110 mm PN 10	U	1	30 405.17	30405.17
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 315-200 mm PN 10	U	2	13 942.28	27884.56

## CALCUL ECONOMIQUE DU PROJET

Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 315-160 mm PN 10	U	1	13 279.92	13279.92
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 315-90 mm PN 10	U	1	12 788.75	12788.75
Fourniture pose de réduction en PEHD diamètre 200-160 mm PN 10	U	3	8 112.79	24338.37
Fourniture pose de borne d'irrigation	U	33	30000	990000
Fourniture et pose de Vannes Ø 600 PN 10	U	1	416270.43	416270.43
Fourniture et pose de Vannes Ø 400 PN 10	U	1	295601.27	295601.27
Fourniture et pose de Vannes Ø 315 PN 10	U	1	64 783.27	64783.27
Fourniture et pose de Vannes Ø 250 PN 10	U	1	42 204.65	42204.65
Fourniture et pose de Vannes Ø 200 PN 10	U	2	29 684.30	59368.6
Fourniture et pose de Vannes Ø 160 PN 10	U	6	16 737.18	100423.08
Fourniture et pose de Vannes Ø 110 PN 10	U	6	11 098.26	66589.56
Fourniture et pose de Vannes Ø 90 PN 10	U	3	9 334.92	28004.76
				11519245.09

### VII.4. Frais des travaux sur réseau d'irrigation

la disposition de la conduite au niveau de la tranchée est montré dans la figure suivante :

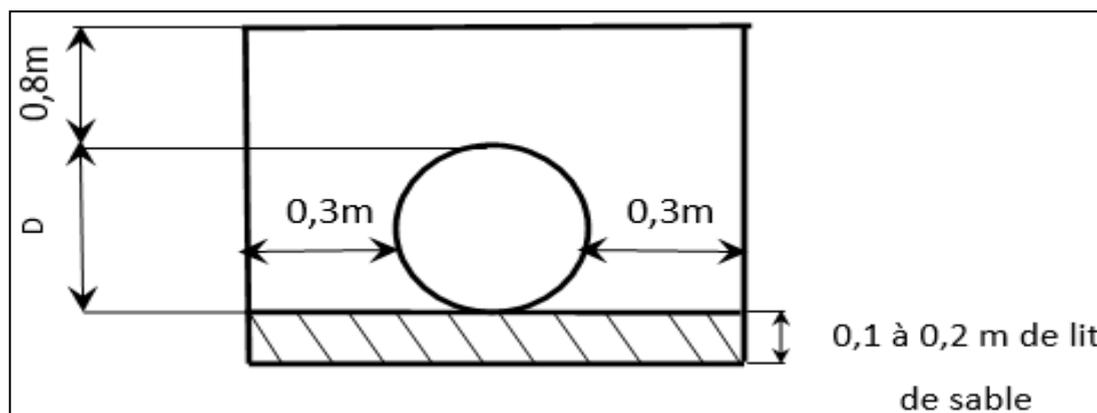


Figure VII-1 Disposition de la conduite dans une tranchée

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

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

La hauteur est de :

## CALCUL ECONOMIQUE DU PROJET

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

Avec :

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

L : la longueur de tranchée en mètres.

D : diamètre de la conduite.

\*Volume du déblaiement :

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

\*Volume de remblais :

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

$$\text{Avec : } V_{\text{cond}} = \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L$$

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

\*Volume de sable :

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

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

### VII.4.1. Calcul des différents volumes

Tableau VII-3 : Quantité des travaux de terrassement.

Conduites	l (m)	h (m)	L (m)	$V_{\text{deb}}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{cond}}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{sable}}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{remb}}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{excédentair}}$ (m <sup>3</sup> )
Ø 75	0.7	1.0	112.0	73.7	0.5	7.6	65.7	8.1
Ø 90	0.7	1.0	613.4	419.0	3.9	42.3	372.8	46.2
Ø 110	0.7	1.0	1194.0	856.2	11.3	84.8	760.1	96.1
Ø 125	0.7	1.0	1242.0	923.0	15.2	90.0	817.7	105.3
Ø160	0.8	1.1	1173.5	945.4	23.6	89.2	832.6	112.8
Ø 200	0.8	1.1	2736.0	2407.7	85.9	218.9	2102.9	304.8
Ø 250	0.9	1.2	1276.0	1247.3	62.6	108.5	1076.2	171.1
Ø 315	0.9	1.2	1258.5	1399.1	98.0	115.2	1185.9	213.2

## CALCUL ECONOMIQUE DU PROJET

Ø 400	1.0	1.3	687.0	893.1	86.3	68.7	738.1	155.0
Ø 500	1.1	1.4	398.5	613.7	78.2	43.8	491.6	122.0
Ø 600	1.2	1.5	2210.0	2709.0	425.3	180.6	2103.1	605.9
Ø 700	1.3	1.6	1711.4	3559.7	658.3	222.5	2678.9	880.8
Total				16047		1272	13226	2821

**Tableau VII-4: Coût des travaux de terrassement.**

Conduites	Unités de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	M <sup>3</sup>	16047	1000	16046851.7
Pose du lit de sable	M <sup>3</sup>	1272	1100	1399199.285
Remblai de la tranchée	M <sup>3</sup>	13226	600	7935397.879
Evacuation de terres excédentaires à la décharge	M <sup>3</sup>	2821	500	1410594.285
<b>TOTAL (DA)</b>				<b>26792043.15</b>

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 183\,355\,948.56 + 115\,192\,45.09 + 26\,792\,043.15 = 221\,667\,236.81 \text{ DA}$$

### VII.5. Conclusion

Notre projet coûte un montant global de **deux cent vingt-un million six cent soixante-sept mille deux cent trente-six dinars**. chaque hectare coute **36 million centime** .

## **CONCLUSION GENERALE**

À la fin de cette mémoire , nous avons décrit les grandes lignes de la conception du réseau d'irrigation du périmètre de Oued Athmania sur une superficie de 600 hectares dans le but d'intensifier la production et augmenter le taux d'occupation du sol .

D'abord nous avons étudié les conditions naturelles de la région, que ce soit climat, topographie, hydrologie , et après, nous sommes passé à l'identification de la source d'eau, sa qualité , la quantité disponible pour l'irrigation , ainsi que déterminer l'année de calcul afin de connaître les besoins maximaux de cultures. Ensuite, on a déterminé les propriétés du sol et sa Commodité avec les plantes. Aussi le choix des cultures et le calcul de ses besoins mensuelle a fait partie important dans ce présente travail.

Après l'acquisition de l'ensemble de ces données nous avons divisé le périmètre en ilots et faire le dimensionnement du système d'adduction, réseau de distribution, choix de la pompe appropriée, l'emplacement de réservoir et sa capacité et le calcul de pression de chaque borne.

Quant à dimensionnement à la parcelle, nous avons donné un échantillon sur l'application de système d'aspersion sur une superficie de 2 ha et les calculs associés. Et enfin, nous avons évalué le coût global du projet et sa rentabilité.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOULET, Gilles. Calcul de l'évapotranspiration de référence ET0 selon la méthode FAO Allen et al., 1998. 2003. pp. 42.

SÉGALEN, Pierre. La classification des sols. . pp. 22.

SÉGALEN, Pierre, DABIN, Bernard, MAIGNIEN, Roger, COMBEAU, André, BACHELIER, Georges, SCHMID, Maurice, BOSSER, Jean, GUINARD, M et VERDIER, P, [sans date]. Pédologie et développement. . pp. 280.

Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre ain malouk (w.mila) d'une superficie de 400 ha à partir du barrage (hammam grouz)", BEZTOUT ABDELHAKIM 2016-2017

Étude du périmètre d'irrigation Kramis (secteur Est) à partir du barrage de KRAMIS (Wilaya de Mostaganem), IDIR Naima 2016-2017

Bureau d'étude hydraulique EL-BAHDJA.

M<sup>ME</sup> Bénina Touaibia(2004) Manuel pratique d'hydrologie pp166.

# ANNEXES

## Annexe 1

### Caractéristiques hydriques des sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

### Annexe 3

Tableau de Pearson III

$\gamma \backslash \alpha$	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 4

Coefficients culturales des culture

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Banancier tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8
subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
sec	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
grain	0.3 -0.5*	0.7 -0.85*	1.05-1.2*	0.8 -0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4 -0.6	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8 -0.9
vert	0.4 -0.6	0.6 -0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Poisvion, frais	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Pomme de terre	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Riz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soja	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9
Canne à sucre	0.4 -0.5	0.7 -1.0	1.0 -1.3	0.75-0.8	0.5 -0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.7 -0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.2	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.95	0.6 -0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.05	0.8 -0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2 -0.25	0.8 -0.9
Luzerne	0.3 -0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4 -0.6

*Annexe 5*  
*Le cycle végétatif des cultures*

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	
<b>Blé/Avoine</b>			←————→										
<b>Orge grain</b>			←————→										
<b>Orge en vert</b>			←————→										
<b>Mais</b>								←————→					
<b>Tomate</b>							←————→						
<b>P.D.T (AR)</b>		←————→											
<b>Luzerne</b>		←————→											
<b>Oignon/Ail</b>		←————→											
<b>Choux</b>	←————→												
<b>Carotte</b>	←————→												
<b>Haricot</b>	←————→									←————→			
<b>Concombre</b>								←————→					
<b>Petit pois</b>			←————→										
<b>Pécher</b>	←————→												
<b>Vigne</b>	←————→												
<b>Olivier</b>	←————→												

## Annexe 6

### Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT



**Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30**

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse Ø mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,38
	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	6,0	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)