

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE**

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

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**Etude d'aménagement du plateau d'EL-ESNAM ( secteur C )  
à partir du Barrage de TILESDIT ( W.BOUIRA )**

**PRESENTE PAR**

**M<sup>r</sup> BADIS SEIF EDDIN**

**Devant les membres du jury**

| <b>Noms et Prénoms</b>                 | <b>Grade</b> | <b>Qualité</b> |
|--|--------------|----------------|
| <b>M<sup>r</sup> : MEDDI Mohamed</b>   | Professeur   | Président      |
| <b>M<sup>me</sup> : MEDJDOUD Sonia</b> | M.A.A        | Examinatrice   |
| <b>M<sup>me</sup> : SAADOUNE Samra</b> | M.A.A        | Examinatrice   |
| <b>M<sup>r</sup> : KOLAI Djafer</b>    | Assistant    | Examineur      |
| <b>M<sup>r</sup> :BENKACI Tarik</b>    | MAA          | Promoteur      |

**Septembre - 2014**

# ❧ REMERCIEMENTS ❧

*Mes Remerciements vont, tout d'abord, à Mon Promoteur  
Mr : benkaci tarik, qui a accepté de diriger mon travail. il  
S'est montré Compréhensible*

*Aux divers problèmes que j'ai rencontré, et ceci, malgré  
Ses taches d'Enseignement. Qu'il trouve, ici, l'Expression  
Sincère de ma vive gratitude.*

*Je suis également reconnaissant aux membres de Jury qui,  
malgré leurs occupations, ont bien voulu examiner et discuter  
mon travail ; je les en Remercie vivement.*

*Je Remercie également tout le personnel de DHW et surtout  
Mr : MOUMOU*

*Je Remercie mes Enseignants et tout le personnel de l'ENSH  
pour leurs contributions à ma formation d'Ingénieur d'état en  
hydraulique*

*Enfin, je voudrais souligner les contributions efficaces de tous  
mes Proches et Amis qui, à des titres divers, m'ont aidé et soutenu  
moralement, tout au long de la préparation de cette thèse. Ce  
soutien moral est d'autant plus important que la rédaction  
d'une thèse. Je les remercie encore une fois.*

*MERCI*

*Badis sief eddine*

# DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et d'amour à :*

*Ma chère maman, pour son amour, ses sacrifices, son soutien et pour tous.*

*Je t'aime maman.*

*Mon cher père pour ses encouragements, son soutien moral et matériel.*

*Merci abderahmane*

*Un spécial dédicace à :*

*A mes frères : ABEDLAH , .*

*A mes sœurs : HOURIA , ASSIA*

*Mon très cher ami DJAMEL*

*Mon promoteur Mr : BENKACI ces aides, ses informations et son encouragement.*

*Tous mes amis : AMIN , REDHA , NASRO , ISLAM  
DRISS , YUCEF , YASSER, ZANOUDA , SOFIAN,  
MASAOUD , FAYCEL , OUAHAB , TAKI ,  
ABDRAHMAN, RABIE .LYLIA .*

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

*Badis sief eddine*



## المخلص:

لقد خصصنا مذكرتنا هذه لدراسة المنطقة المراد انجاز مشروعنا فيها من حيث المناخ، التربة و الماء.

ان هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متابعة إستغلال المساحة المسقية التي تقع ببلدية الاسنام ولاية البويرة، و هذا بإستعمال أحسن تقنيات الخاصة بالسقي من اجل الحصول على مردود جيد و كذا المحافظة على الثروات المائية، نوعية التربة و الماء.

استعملنا افضل الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء مع الحفاظ على مردودية جيدة في التوزيع من أجل الحصول على منتج زراعي وفير بأقل التكاليف

## *Résumé*

A travers ce mémoire de fin d'étude sur la région où on va réaliser notre projet, on va faire une étude général pour le climat, sol et l'eau.

Donc; le but consiste à projeter un réseau d'irrigation par le système goutte à goutte et l'aspersion sur une parcelle située au secteur de la ville d'EL-ESNAM wilaya de BOUIRA ; pour cela il faut déterminer l'évapotranspiration ETP, les besoins<sup>2</sup> en eau d'irrigation pour chaque culture de cette région.

En fin, une estimation du devis estimatifs et quantitatifs est nécessaire pour évalué le coût total de notre projet.

## *Abstract*

We have dedicated our memorandum to the study of these areas to be the completion of our projection in terms of climate, soil, water .

This work falls within the framework of the study and the follow-up to exploit the espace irrigated located Municipality AL-ASNAM BOUIRA province , and that the use of the best techniques with irrigation in order to get payoff good as well as the preservation of water resources , the quality of the soil and the water we used the best ways to calculate the required plantings of water while maintaining the cost-effectiveness of a good distribution in order to get the product and agricultural affairs at the lowest cost .



## Sommaire

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Introduction Générale..... | 1 |
|----------------------------|---|

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

|  |    |
|--|----|
| I-1 ) Introduction .....   | 2  |
| I-2 ) Présentation de la zone d'étude : .....                                    | 2  |
| I-2-1 ) Choix du périmètre d'étude .....   | 3  |
| I-2-1 ) Topographie de la zone : .....   | 3  |
| I-2-2 ) Hydrographie : .....   | 3  |
| I-2-3 ) Géologie : .....   | 4  |
| I-3 ) Caractéristiques climatiques de la zone d'étude : .....                    | 4  |
| I-3-1 ) Caractéristiques de la station météorologique : .....                    | 4  |
| I-3-1-1) Température : .....   | 4  |
| I-3-1-2 ) L'humidité de l'air : .....  | 5  |
| I-3-1-3 ) Le vent : .....  | 5  |
| I-3-1-4 ) Le Sirocco : .....   | 6  |
| I-3-1-5 ) Insolation : .....   | 7  |
| I-3-1-6 ) Gelée blanche : .....  | 7  |
| I-3-1-7 ) Pluviométrie : .....   | 8  |
| I-3-2 ) Classification du climat : .....   | 8  |
| I-3-2-1) Indice de Martonne : .....  | 8  |
| I-3-2-2 ) Classification du climat selon le diagramme d'Emberger : .....         | 9  |
| I-3-2-3 ) Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen : ..... | 11 |
| I-4 ) Aménagement hydro-agricole proposé : .....                                 | 11 |
| I-4-1 ) Etude socio-économique : .....   | 12 |
| I-5 ) Conclusion : .....   | 13 |

### Chapitre II : Etude Pédologique

|   |    |
|---|----|
| II-1) Introduction.....                               | 14 |
| II-2 ) Ressource en sol : .....                       | 14 |
| II-2-1 ) Classification des sols : .....              | 14 |
| II-2-2 ) Description des profils pédologiques : ..... | 15 |
| II-2-3 ) Propriétés hydrodynamiques des sols : .....  | 16 |

|   |    |
|---|----|
| II-3 ) Analyse physico-chimique des sols :.....                 | 16 |
| II-4 ) Etude des aptitudes culturales :.....                    | 18 |
| II-4-1 ) Explications des symboles d'aptitudes culturales ..... | 19 |
| II-4-2 ) L'assolement :.....                                    | 19 |
| II-4-3 ) La rotation :.....                                     | 20 |
| II-6 ) Étude foncière :.....                                    | 20 |
| II-7 ) Conclusion : .....                                       | 21 |

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

|  |    |
|--|----|
| III-1 ) Introduction :.....  | 22 |
| III-2 ) Ressources en eau :.....   | 22 |
| III-2 -1 ) Présentation du bassin versant de l'oued Sahel :.....                     | 22 |
| III-2-2) Ressources en eau superficielles :.....                                     | 23 |
| III-2-2-1) Caractéristiques de la retenue :.....                                     | 25 |
| III-2 -3 ) Ressources en eau souterraines :.....                                     | 25 |
| III-2-4 ) Qualité de l'eau d'irrigation :.....                                       | 25 |
| III-2-5 ) La conductivité électrique :.....  | 26 |
| III-2-6 ) Le SAR (Sodium Absorption Ration) :.....                                   | 27 |
| III-3 ) Étude Hydrologique :.....  | 29 |
| III-3 -1 ) Choix de la station pluviométrique :.....                                 | 29 |
| III -3-2 ) Homogénéité de la série pluviométrique :.....                             | 31 |
| III -3-3 ) Ajustement statistique des pluies :.....                                  | 33 |
| III -3-3 -1) Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale :..... | 33 |
| III -3-3-1-1 ) Test de validité d'un ajustement :.....                               | 35 |
| III -3-4 ) détermination de l'année de calcul :.....                                 | 37 |
| III -4 ) Conclusion : .....  | 38 |



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

|   |    |
|---|----|
| IV.1) Introduction.....   | 40 |
| IV -2) Les besoins en eau d'une culture .....                                   | 40 |
| IV -2-2 ) Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence (ET0)..... | 40 |
| IV -2-1 ) Evapotranspiration maximale ou de culture (ETM).....                  | 40 |
| IV -2-3) Méthode de Penman et Momteith modifiée .....                           | 41 |
| IV -2-4) calcul des pluies efficaces .....                                      | 43 |
| IV -3 ) Occupation des sols et choix des cultures.....                          | 43 |
| IV -3-1) La céréaliculture.....   | 44 |
| IV -3-2) Cultures fourragères.....  | 44 |
| IV -3-3) Arboriculture.....   | 44 |
| IV -3-4) Cultures maraîchères.....  | 44 |
| IV -4 ) Assolement et rotation des cultures .....                               | 44 |
| IV -5) Détermination des Besoins en eau des cultures .....                      | 47 |
| IV -6) Calcul du débit caractéristique .....                                    | 52 |
| IV -6-1 ) Evaluation du débit caractéristique.....                              | 54 |
| IV -7 ) Estimation des besoins en eau totaux du périmètre .....                 | 54 |
| IV -8 ) Conclusion.....   | 56 |

## Chapitre V : Etude du système d'adduction

|  |    |
|--|----|
| V-1 ) Introduction :.....                                  | 57 |
| V-2 ) Description des différents modes d'irrigation :..... | 57 |
| V-2-1 ) Choix du mode d'irrigation :.....                  | 57 |
| V -3) Variantes d'aménagement hydro-agricole : .....       | 58 |
| V -4 ) schéma d'adduction :.....                           | 58 |
| V -5 ) schéma de distribution :.....                       | 59 |
| V-6 ) Découpage des îlots d'irrigation :.....              | 59 |
| V-6 -1 ) Généralités :.....                                | 59 |
| V-6 -2 ) Taille des îlots d'irrigation :.....              | 60 |
| V -7 ) Mode du tracé et implantation des bornes :.....     | 61 |
| V -7-1 ) Rôle et fonction de la borne d'irrigation :.....  | 61 |
| V -8 ) Tracé du réseau de distribution :.....              | 62 |

|   |    |
|---|----|
| V -8-1 ) Choix du tracé :.....                                    | 62 |
| V -8-1 -1 ) 1ere phase : Tracé par proximité :.....               | 62 |
| V -8-1 -2 ) 2eme phase : Tracé à 120° :.....                      | 63 |
| V -8-1 -3 ) 3eme phase : tracé économique :.....                  | 63 |
| V -9 ) Modalités de desserte de l'eau :.....                      | 63 |
| V -9-1 ) Distribution d'eau à la demande :.....                   | 63 |
| V -9-2 ) Distribution au tour d'arrosage :.....                   | 63 |
| V -9-3 ) Tour d'arrosage à la borne :.....                        | 63 |
| V -9-4 ) Tour d'arrosage à la borne :.....                        | 63 |
| V -10 ) Modèle de Clément :.....                                  | 64 |
| V -10-1 ) L'autre modèle appelé deuxième modèle de clément :..... | 64 |
| V -10-2 ) Un appelé le premier modèle de clément :.....           | 64 |
| V-11 ) Loi de débit :.....  | 66 |
| V -12 ) calcul du débit fictif continu :.....                     | 67 |
| V -13 ) calcul du débit aux bornes :.....                         | 68 |
| V-14 ) Choix du type de borne :.....                              | 69 |
| V-14 -1 ) Choix du diamètre de la borne :.....                    | 70 |
| V-15 ) Conclusion :.....  | 72 |

## **Chapitre VI : Calcul hydraulique des canalisations**

|  |    |
|--|----|
| VI -1 ) introduction :.....  | 73 |
| VI-2 ) Choix du matériau des conduites :.....                                    | 73 |
| VI-2.1 ) Caractéristiques des canalisations :.....                               | 73 |
| VI-3 ) Caractéristique de la conduite de refoulement :.....                      | 74 |
| VI-3 -1 ) Calcul des diamètres :.....  | 75 |
| VI-3-2 ) Variantes technico-économique :.....                                    | 75 |
| VI-4 ) Caractéristique des conduites du réseau de distribution gravitaire :..... | 79 |
| VI-4-1 ) Vitesses admissibles :.....   | 79 |
| VI-4-2 ) Calcul des diamètres :.....   | 79 |
| VI-4-3 ) Calcul des pertes de charge :.....                                      | 80 |
| VI-5 ) Conclusion.....   | 86 |

## **Chapitre VII : Station de Pompage**

|  |    |
|--|----|
| VII-1 ) Choix de l'équipement principal : .....                                      | 87 |
| VII-2 ) Les pompes : Etude théorique : .....   | 87 |
| VII-2-1) Les turbopompes (pompes centrifuge) : .....                                 | 87 |
| VII-2-2) Les pompes à écoulement radial : .....                                      | 87 |
| VII-2-3) Les pompes axiales : .....  | 87 |
| VII-2-4 ).Les pompes semi-axiales : .....  | 87 |
| VII-3 ) Détermination du nombre de pompes : .....                                    | 88 |
| VII-4 ) Caractéristiques générales des stations de pompage : .....                   | 88 |
| VII-4-1 ) Dispositions générales : .....   | 88 |
| VII-4-2) Choix de type et de nombre de pompe pour la station de pompage (SP) : ..... | 89 |
| VII-4-3 ) Détail des pompes choisies : .....   | 91 |
| VII -5 )Etude du phénomène de cavitation : .....                                     | 92 |
| VII -6 ) Choix du moteur électrique : .....  | 94 |
| VII -6 -1 ) Critères de choix du moteur électrique : .....                           | 94 |
| VII -7 ) Bâtiment de la station de pompage : .....                                   | 96 |
| VII -7 -1 ) Choix du bâtiment : .....  | 97 |
| VII -8 ) Dimensionnement de bâtiment de station pompage : .....                      | 97 |
| VII -9 ) Conclusion : .....  | 99 |

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

|  |     |
|--|-----|
| VIII-1 ) Introduction : .....                                      | 100 |
| VIII-2 ) Étude des techniques d'irrigation : .....                 | 100 |
| VIII-2-1 ) L'irrigation gravitaire (de surface) .....              | 100 |
| VIII-2-2 ) L'irrigation par surpression : .....                    | 101 |
| VIII-2-3 ) l'irrigation par aspersion : .....                      | 101 |
| VIII-2-3 ) l'irrigation localisée (goutte à goutte) : .....        | 102 |
| VIII-3 ) Etude théorique de l'irrigation par aspersion : .....     | 103 |
| VIII-3 -1 ) Caractéristiques de l'irrigation par aspersion : ..... | 103 |
| VIII-3 -2 ) structure d'un réseau d'aspersion : .....              | 103 |
| VIII-3 -3 ) Les appareils d'aspersion : .....                      | 106 |

|   |     |
|---|-----|
| VIII-3 -3 -1 ) les arroseurs à bras oscillants 1 ou 2 jet .....         | 106 |
| VIII-3 -3 -2 ) Les canons :.....  | 106 |
| VIII-3 -3 -3 ) le pivots fixé ou déplaçables :.....                     | 107 |
| VIII-3 -3 -4 ) l'enrouleur :.....                                       | 107 |
| VIII-4 ) Différentes installation à la parcelle :.....                  | 107 |
| VIII-4 -1 ) Couverture totale :.....                                    | 108 |
| VIII-4 -2 ) Couverture intégrale :.....                                 | 108 |
| VIII-5 ) Dispositifs d'arrosage :.....                                  | 108 |
| VIII-5 -1 ) dispositif en carré (asperseur au sommet des carrés) :..... | 108 |
| VIII-5 -2 ) dispositif en triangle : .....                              | 109 |
| VIII-5 -3 ) dispositif en rectangle :.....                              | 109 |
| VIII-6 ) Facteurs déterminant les performances d'un arroseur : .....    | 109 |
| VIII-7 ) Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion : ..... | 110 |
| VIII-8 ) Dimensionnement hydraulique des rampes :.....                  | 110 |
| VIII-8 -1 ) Calcul de la rampe :.....                                   | 110 |
| VIII-8 -2 ) Dimensionnement du Porte-rampe :.....                       | 116 |
| VIII-9 ) Calcul de la pression à la tête de la parcelle :.....          | 117 |
| VIII-10 ) Conclusion : .....  | 118 |

## **Chapitre IX : Calcul technico-économique**

|  |     |
|--|-----|
| IX-1 ) Introduction.....   | 119 |
| IX-2 ) Devis du réseau d'irrigation localisée.....   | 119 |
| IX-3 ) Factures proforma de réseau d'irrigation conduite principale et réseau<br>distribution..... | 120 |
| IX-3-1 ) Calcul du volume de terrassement.....   | 120 |
| IX-3-2 ) la conduite principale.....   | 121 |
| IX-3-3 ) Devis estimatif pour le terrassement de la conduite principale.....                       | 122 |
| IX-3-4 ) Devis estimatif total.....  | 122 |
| IX-4 ) Conclusion.....   | 122 |



## **Liste des tableaux :**

### **Chapitre I : Conditions naturelles de la zone d'étude**

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau I-1</b> : Températures mensuelles moyennes (°C).....                     | 5  |
| <b>Tableau I-2</b> : Variation de l'humidité relative de l'air.....                 | 5  |
| <b>Tableau I-3</b> : Données des vitesses du vent de la zone d'étude.....           | 6  |
| <b>Tableau I-4</b> :valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco ..... | 7  |
| <b>Tableau I-5</b> : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières.....     | 7  |
| <b>Tableau I-6</b> : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée .....  | 7  |
| <b>Tableau I-7</b> : Pluviométrie moyenne mensuelle de la période .....             | 8  |
| <b>Tableau I-8</b> : Classification de climat selon Mr Martonne .....               | 9  |
| <b>Tableau I-9</b> : Répartition géographique de la population .....                | 12 |

### **Chapitre II : Etude pédologique**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau II-1</b> : la pédologie du plateau.....                     | 15 |
| <b>Tableau II-2</b> : propriétés hydrodynamiques des sols .....        | 16 |
| <b>Tableau II-3</b> : L'analyse des profils au laboratoire .....       | 17 |
| <b>Tableau II-4</b> : Aptitudes culturales du plateau d'el Asnam ..... | 18 |
| <b>Tableau II-5</b> : les symboles des aptitudes culturales .....      | 19 |
| <b>Tableau II-6</b> : Exemple d'un assolement proposé .....            | 20 |

### **Chapitre III : Ressource en sol**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau III-1</b> : caractéristiques de la retenue de Tilesdit .....                        | 25 |
| <b>Tableau III-2</b> : Qualité de l'eau brute de la station hydrométrique de Barrage .....     | 26 |
| <b>Tableau III-3</b> : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique ..... | 27 |
| <b>Tableau III-4</b> : Classification des eaux en fonction du SAR .....                        | 28 |
| <b>Tableau III-5</b> : Caractéristiques de la station pluviométrique.....                      | 29 |
| <b>Tableau III-6</b> : Pluies moyennes mensuelles observées au plateau d'el Asnam.....         | 30 |
| <b>Tableau III-7</b> : Test d'homogénéité de la série pluviométrique d'El Asnam.....           | 32 |
| <b>Tableau III-8</b> : Ajustement à la loi de Gauss.....                                       | 34 |
| <b>Tableau III-9</b> : pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm) .....                     | 38 |

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

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau IV-1</b> : Les résultats de l'ET0 obtenir à l'aide du logiciel CROPWAT (°C)..... | 42 |
| <b>Tableau IV-2</b> : Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm l'air.....         | 43 |
| <b>Tableau IV-3</b> : Surfaces occupées par les différentes cultures .....                  | 45 |
| <b>Tableau IV-4</b> : Calendrier cultural selon l'assolement choisi.....                    | 46 |
| <b>Tableau IV-5</b> : Calcul des besoins en eau du Blé.....                                 | 47 |
| <b>Tableau IV-6</b> : Calcul des besoins en eau de l'Orge .....                             | 48 |
| <b>Tableau IV-7</b> : Calcul des besoins en eau de la tomate .....                          | 48 |
| <b>Tableau IV-8</b> : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (de saison).....       | 49 |
| <b>Tableau IV-9</b> : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (arrière saison).....  | 49 |
| <b>Tableau IV-10</b> : Calcul des besoins en eau du maïs fourrager (°C).....                | 50 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau IV-11</b> : Calcul des besoins en eau du Sorgho l'air.....            | 50 |
| <b>Tableau IV-12</b> : Calcul des besoins en eau de l'oranger .....              | 51 |
| <b>Tableau IV-13</b> : Calcul des besoins en eau de la Vigne .....               | 51 |
| <b>Tableau IV-14</b> : Calcul des besoins en eau de l'olivier.....               | 52 |
| <b>Tableau IV-15</b> : Récapitulatif des besoins bruts totaux des cultures ..... | 53 |
| <b>Tableau IV-16</b> : Besoin en eau d'irrigation des cultures .....             | 55 |

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

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau V-1</b> : Caractéristiques du bassin de régulation.....  | 59 |
| <b>Tableau V-2</b> : Débits au niveau de chaque ilot.....           | 69 |
| <b>Tableau V-3</b> : Choix de diamètre de la borne .....            | 70 |
| <b>Tableau V-4</b> : débit au niveau des bornes et des prises ..... | 71 |

### **Chapitre VI: Calcul hydraulique des canalisations**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau VI-1</b> : Données de la conduite de refoulement.....                               | 75 |
| <b>Tableau VI -2</b> : Calcul de la HMT du tronçon (ST-bassin d'accumulation).....             | 77 |
| <b>Tableau VI -3</b> : calcul Dépenses annuelles du tronçon (ST-bassin d'accumulation).....    | 77 |
| <b>Tableau VI -4</b> : calcul des Investissement annuels du tronçon .....                      | 77 |
| <b>Tableau VI -5</b> : Bilan du tronçon (ST-bassin d'accumulation).....                        | 78 |
| <b>Tableau VI -6</b> : Vérification de la vitesse d'écoulement dans la conduite de refoulement | 79 |
| <b>Tableau VI -7</b> : Les paramètres de perte de charge .....                                 | 80 |
| <b>Tableau VI -8</b> : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions).....        | 82 |
| <b>Tableau VI -9</b> : Résultat de calcul par Epanet (Pressions et charge).....                | 84 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau VI -10</b> : Résultats de simulation par le logiciel Epanet (Vitesse et perte de charge) (°C)..... | 85 |
|---|----|

### **Chapitre VII: Station de Pompage**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau VII-1</b> : Caractéristiques des pompes disponibles.....                          | 90 |
| <b>Tableau VII -2</b> : Pression atmosphérique en fonction de la côte.....                   | 93 |
| <b>Tableau VII -3</b> :Pression de vapeur en fonction de la température.....                 | 94 |
| <b>Tableau VII -4</b> : Coefficient de correction en fonction de la puissance du moteur..... | 95 |
| <b>Tableau VII -5</b> : les types des bâtiments.....   | 97 |

### **Chapitre VIII: Dimensionnement d'un réseau d'aspersion**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tableau VIII-1</b> : Résultat de calcul pratique d'aspersion ..... | 117 |
|---|-----|

### **Chapitre IX : Calcul technico-économique**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tableau IX-1</b> : Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.....   | 119 |
| <b>Tableau IX.2</b> : calcul du volume de déblai .....  | 121 |
| <b>Tableau IX-3</b> : calcul du volume de sable .....   | 121 |
| <b>Tableau IX-4</b> : Calcul du volume de remblai.....  | 122 |
| <b>Tableau IX-5</b> : Factures pro-forma terrassement, conduite principale, réseau distribution et système d'addiction..... | 122 |



## **Liste des figures :**

### **Chapitre I**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure I-1</b> : Situation géographique de la zone d'étude ..... | 3  |
| <b>Figure I-2</b> : Variation de la vitesse de vent .....           | 6  |
| <b>Figure I-3</b> : Diagramme bioclimatique d'Emberger .....        | 10 |
| <b>Figure I-4</b> : Climogramme de Guassen .....                    | 11 |

### **Chapitre III**

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure III-1</b> : Carte des oueds de la région .....                       | 23 |
| <b>Figure III-2</b> : Diagramme de classification de l'eau d'irrigation .....  | 28 |
| <b>Figure III-3</b> : Ajustement de plateau d'El Asnam a la loi de Gauss ..... | 34 |

### **Chapitre V**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure V-1</b> : schéma de distribution et d'adduction .....       | 59 |
| <b>Figure V-2</b> : application de l'algorithme de Kruskal .....      | 62 |
| <b>Figure V-3</b> : Représentation graphique de la loi de débit ..... | 67 |

### **Chapitre VI**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure VI-1</b> : Résultats de l'étude technico-économique ..... | 78 |
|---|----|

### **Chapitre VII**

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure VII-1</b> : Courbes caractéristiques de la pompe de type E14S55/4CD+M14600 ..... | 91 |
| <b>Figure VII-2</b> : Détail des dimensions des pompes choisies .....                      | 92 |
| <b>Figure VII-3</b> : Graphe des courbes NPSH .....  | 93 |

## **Chapitre VIII**

**Figure VIII-1** : l'irrigation par aspersion .....101

**Figure VIII-2** : Système d'irrigation localisée .....102

## **Chapitre IX**

**Figure IX-1** : Schéma d'une tranchée.....120

## Liste des planches

**Plan N°2** : d'occupation de sol et de bornage de périmètre projeté de plateau d'EL-ASNAM ( w. bouira) .

**Plan N°1** : plan de situation de plateau d'EL-ASNAM (w. bouira) .

**Plan N°3** : profil en long d'adduction gravitaire .

**Plan N°4** : réseau d'irrigation par aspersion .

### INTRODUCTION

*Dans les pays semi-arides, l'eau disponible pour l'agriculteur est malheureusement de plus en plus rare et coûteuse.*

*L'Algérie est confrontée à une agriculture toujours extensive, et une irrigation traditionnelle, qui s'est répercutée sur l'économie nationale avec comme conséquences une importation de denrées alimentaires toujours importante.*

*L'extension des superficies irriguées et la modernisation de l'agriculture jouent un rôle déterminant dans le processus de développement économique et social d'un pays.*

*Un tel objectif permet d'espérer un accroissement du revenu national, une économie de devises, une augmentation des revenus des exploitants, une création d'emplois ainsi qu'une consolidation de la sécurité alimentaire.*

*C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'étude. En effet le périmètre d'El Asnam situé dans la wilaya de Bouira est une riche entité agricole où l'on pratique une agriculture relativement classique et extensive. Cependant seule la céréaliculture prédomine et quelques cultures vivrières sont pratiquées faute d'un système d'irrigation adéquat.*

*La mobilisation de l'eau au niveau du barrage de Tilesdit peut permettre actuellement la mise en place d'un système d'adduction et de distribution d'eau adéquat à travers l'ensemble du périmètre et une irrigation moderne pouvant subvenir les besoins en eau de tout le périmètre et augmenter les rendements des spéculations agricoles.*

*Ainsi notre travail consiste à étudier le dimensionnement du réseau d'adduction et de distribution du plateau d'El Asnam moyennant techniques et lois hydrauliques applicables à nos conditions naturelles et techniques.*

Chapitre I :  
Conditions naturelles de  
la zone d'étude

## **Chapitre I : Conditions naturelles de la zone d'étude**

### **I-1 ) Introduction**

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu notamment le périmètre irrigué, et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données climatiques, ainsi que les paramètres agronomiques de la zone d'étude qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation.

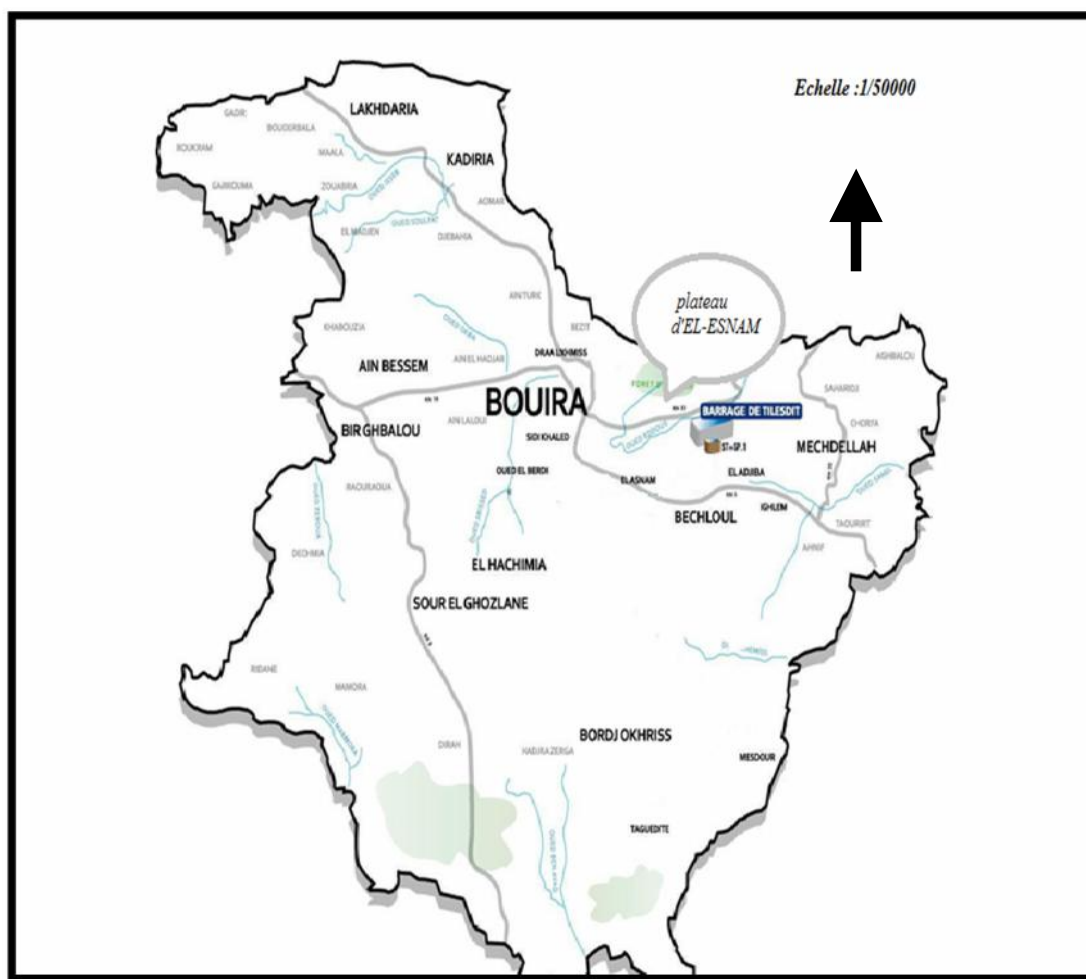
### **I-2 ) Présentation de la zone d'étude**

Le périmètre d'El Asnam est situé dans la wilaya de Bouira, au Sud-Ouest du site du barrage de Tillesdit, de part et d'autre de la RN 05, il est limité par:

- Au Nord par : l'Oued-Edous.
  - Au sud par : l'Oued-Ziane.
  - A l'Ouest par : Oued Nommé cherugia.
  - A l'Est par : les limites de la dépression de la vallée du sahel.
- 
- ✓ Sur le plan administratif, la zone prévue pour l'aménagement est rattachée aux communes d'El Asnam et de Bechloul dans la wilaya de Bouira.
  - ✓ Le périmètre est compris entre **3° 56' 4°07'** de longitude et **36°8 36°10'** de latitude Nord.
  - ✓ la superficie totale du périmètre est de 2260 Ha.

La carte de situation de la zone d'étude est présentée comme suit :





**Fig. I-1 :** Situation géographique de la zone d'étude.

### ***I-2-1 ) Choix du périmètre d'étude***

Le périmètre étudié dans cette thèse correspond au périmètre situé dans le plateau d'El Asnam Secteur C qui présente une surface totale de 518 ha.

### ***I-2-1 ) Topographie de la zone***

Sur le plan topographique, on s'aperçoit que cette région est délimitée au Nord par la ligne de crête du mont de Djurdjura, la partie Sud est majoritairement une plaine, caractérisée par un relief moins accidenté avec une pente douce d'Ouest en Est dont les cotes varient de 500 à 550 m NGA.

### ***I-2-2 ) Hydrographie***

Notre zone d'étude s'étend sur une cinquantaine de kilomètre de plaine, traversée par L'oued sahel. Cet oued est formé en amont par l'union de l'oued Hous au Nord, et de l'oued Zaiane au Sud, dont il forme en aval l'Oued Soummam après avoir les eaux de l'oued Bousellam.

L'oued Sahel collecte les eaux de nombreux affluents :

- En rive droite, quelques ruisseaux venant de la chaîne des Bibans, peu élevée et faiblement arrosée.
- En rive gauche, des torrents particulièrement violents, car ils descendent du djebel Djurdjura qui forme une barrière très élevée (point culminant est de 2305m).

### ***I-2-3 ) Géologie***

Le plateau d'El-Asnam fait partie de l'ensemble des formations miocènes (post-nappes) qui se sont déposées dans la dépression de la soummam.

Il s'agit des conglomérats jaunâtres à rouge, de sable, de galets, d'argile compacte, de marno-gréseux dont les éléments de tailles sont variables (du millimètre, du demi-mètre) sont presque exclusivement empruntés aux Flyschs et à la chaîne calcaire. Ces formations miocènes peuvent être observées le long des oueds et à partir de l'examen des forages. Elles s'étalent sur tout le plateau et se placent en descendance d'une part sur les Flyschs Sud Kabyles au Nord du plateau et d'autres part, sur les assises Nord des Bibans du côté sud du plateau.

### ***I-3 ) Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude***

L'étude du climat, est une étape primordiale dans les projets hydro-agricoles, puisqu'elle permet de quantifier les paramètres intervenant dans le choix des cultures et le dimensionnement des réseaux d'irrigation.

#### ***I-3-1 ) Caractéristiques de la station météorologique***

Les données climatiques nous ont été fournies par l'office National Météorologique de Bouira, nous avons aussi utilisé les données de la station pluviométrique de Ain Bessam gérée par l'ANRH, et ayant comme code 150604 et comme coordonnées :

- **36°-7'** pour la latitude, et **03°-40'** pour la longitude ;
- **748 m** N.G.A pour l'altitude

##### ***I-3-1-1) Température***

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

Les températures moyennes mensuelles de la zone d'étude sont données par le tableau ci-dessous :

**Tableau I-1** : Températures mensuelles moyennes (°C)

| Mois              | Jan  | Fev  | Mar  | Avri | Mai  | Juin | Juil | Août | Sep  | Oct  | Nev  | Dec  | Année |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| T° <sub>moy</sub> | 8.9  | 9.6  | 12.3 | 14.1 | 18.8 | 24.4 | 27.5 | 25.7 | 23.2 | 19.2 | 13.0 | 9.9  | 17.5  |
| T° <sub>min</sub> | 4.5  | 4.3  | 6.5  | 7.9  | 12.3 | 16.9 | 19.8 | 20.4 | 16.9 | 13.3 | 8.4  | 5.6  | 11.5  |
| T° <sub>max</sub> | 13.2 | 14.9 | 18.1 | 20.3 | 25.3 | 31.9 | 35.2 | 35.0 | 29.6 | 25.1 | 17.7 | 14.1 | 23.5  |

Source ONM (Bouira)

Avec : T°<sub>min</sub> : Moyenne de tous les minima observés pour chaque mois.

T°<sub>max</sub> : Moyenne de tout les maxima observés pour chaque mois.

T°<sub>moy</sub> : Moyenne mensuelle.

D'après le tableau précédent, on remarque que les mois les plus chauds sont les mois de juillet et Aout, avec une moyenne de 27°C, tandis que la période froide correspond aux mois de janvier et Février.

### **I-3-1-2) L'humidité de l'air**

L'humidité relative ou l'état hygrométrique de l'air (exprimé en %) est le rapport de la tension de vapeur d'eau à sa tension maximale. Elle est mesuré à l'aide d'un hygromètre ou avec un psychromètre.

**Tableau I-2** : Variation de l'humidité relative de l'air

| Mois         | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Août | Sep | Oct | Nev | Dec |
|--------------|-----|-----|------|-------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Humidité (%) | 78  | 60  | 73   | 75    | 68  | 60   | 52   | 60   | 64  | 68  | 79  | 72  |

Source ONM (bouira)

### **I-3-1-3) Le vent**

Le vent est l'un des composantes du climat, il influe directement sur le rendement végétatif par l'augmentation ou la diminution de l'évapotranspiration du couvert végétal.

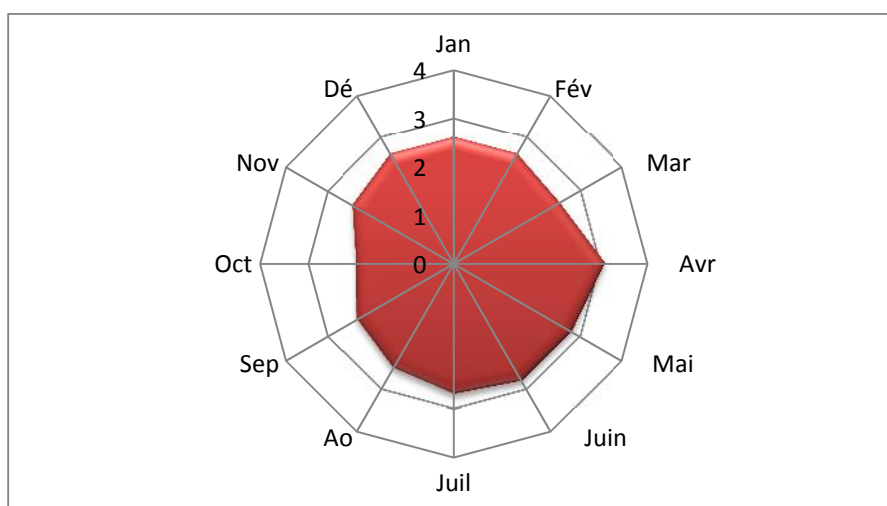
La vitesse du vent est mesurée par l'anémomètre (Km/h) ou (m/s), et sa direction est indiquée par la girouette.

**Tableau I-3** : Données des vitesses du vent de la zone d'étude

| Mois       | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Août | Sep | Oct | Nov | Dec |
|------------|-----|-----|------|-------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Vent (m/s) | 2.0 | 2.3 | 1.9  | 2.3   | 2.6 | 2.8  | 2.4  | 2.2  | 2.5 | 2.3 | 2.9 | 2.1 |

Source ONM (Bouira)

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscillant entre une valeur minimale en mois de mars, de l'ordre de 1.9 m/s et une valeur maximale de 2.9 m/s environ en mois d'Avril. Le graphique ci-après présente une illustration de la vitesse du vent durant toute l'année :



**Fig. I-2** : Variation de la vitesse de vent

#### **I-2-1-4) Le Sirocco**

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

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

**Tableau I-4 :** Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco

| Mois        | sep | oct | Nov | Dec | Jan | Fév | Mar | AVai | Mai | Juin | juil | aou | année |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|-----|-------|
| N. de jours | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 1.0 | 1.0  | 1.0  | 4.0 | 11    |

Source ONM ( bouira)

Le nombre de jours de sirocco est en moyenne de 11 jours, il débute du mois de Mai et jusqu'au mois de Septembre. La période de pointe est observée en Aout avec 4 jours.

### **I-3-1-5 ) Insolation**

L'insolation dépend de la latitude, du mois de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre.

Le tableau I.5 présente les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la durée d'insolation journalière. Les valeurs moyennes mensuelles varient régulièrement pendant l'année : les valeurs les plus élevées correspondent au mois d'été, avec comme valeur maximale 10.6 h par jour pour le mois de juin et les valeurs minimales pendant le mois de décembre (5.9 h par jour).

**Tableau I-5:** Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières (1982-2013)

| Mois                  | sep  | Oct  | Nov | Dec  | Jan | Fév  | Mar   | AVai | Mai  | Juin | juil | aou  | année |
|-----------------------|------|------|-----|------|-----|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| Insolation<br>heure/j | 5.43 | 6.63 | 7.7 | 6.68 | 9.2 | 10.7 | 10.78 | 9.91 | 8.18 | 7.66 | 5.79 | 5.44 | 93.97 |

Source ONM (bouira)

### **I-3-1-6 ) Gelée blanche**

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques et biochimiques vis à vis des rendements agricoles. Les valeurs moyennes des gelées sont données dans le tableau ci-dessous :

**Tableau I-6 :** Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée.

| Mois               | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc | Année |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Nombre<br>de Jours | 7,4 | 7,6 | 6,4 | 2,3 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0   | 0   | 0,7 | 6   | 30,4  |

Source ONM ( bouira)

### **I-3-1-7) Pluviométrie**

La connaissance de la pluviométrie et sa répartition à l'échelle annuelle est une donnée essentielle pour un projet d'irrigation, puisqu'elle permet de connaître le régime pluviométrique. Ce dernier a une influence directe sur le dimensionnement du réseau d'irrigation et sur le calendrier des arrosages. La répartition mensuelle des pluies est donnée par le tableau suivant :

**Tableau I-7** : Pluviométrie moyenne mensuelle de la période (1998-2011)

| Mois           | sept  | oct   | nov  | déc.  | jan  | fév  | mars  | avri  | Mai   | juin | juil. | aout  | année |
|----------------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Pré<br>en (mm) | 39.37 | 42.61 | 49.1 | 66.25 | 56.5 | 52.5 | 41.77 | 47.77 | 50.15 | 5.93 | 4.17  | 12.65 | 468.7 |

Source ONM (Bouira)

Les précipitations annuelles sont irrégulières d'une partie à l'autre mais généralement fortes, pouvant dépasser les 600 mm/an. Les mois les plus pluvieux sont le mois décembre et janvier (66.25 mm et 56.50 mm).

### **I-3-2) Classification du climat**

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

#### **I-3-2-1) Indice de Martonne**

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

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

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

$P$  : précipitation moyenne annuelle (mm).

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

**Tableau I-8** : Classification de climat selon Mr Martonne

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

**A.N:**  $P=468.77$  mm/an et  $T=17.5^{\circ}\text{C}$

$$I_A = \frac{468.77}{17.5 + 10} \approx 17.05$$

$I_A=17.05$  , donc :  $10 < I_A \leq 20$

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

### ***I-3-2-2) Classification du climat selon le diagramme d'Emberger***

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

$$Q = \frac{P}{M^2 - m^2}$$

**Avec :**

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

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

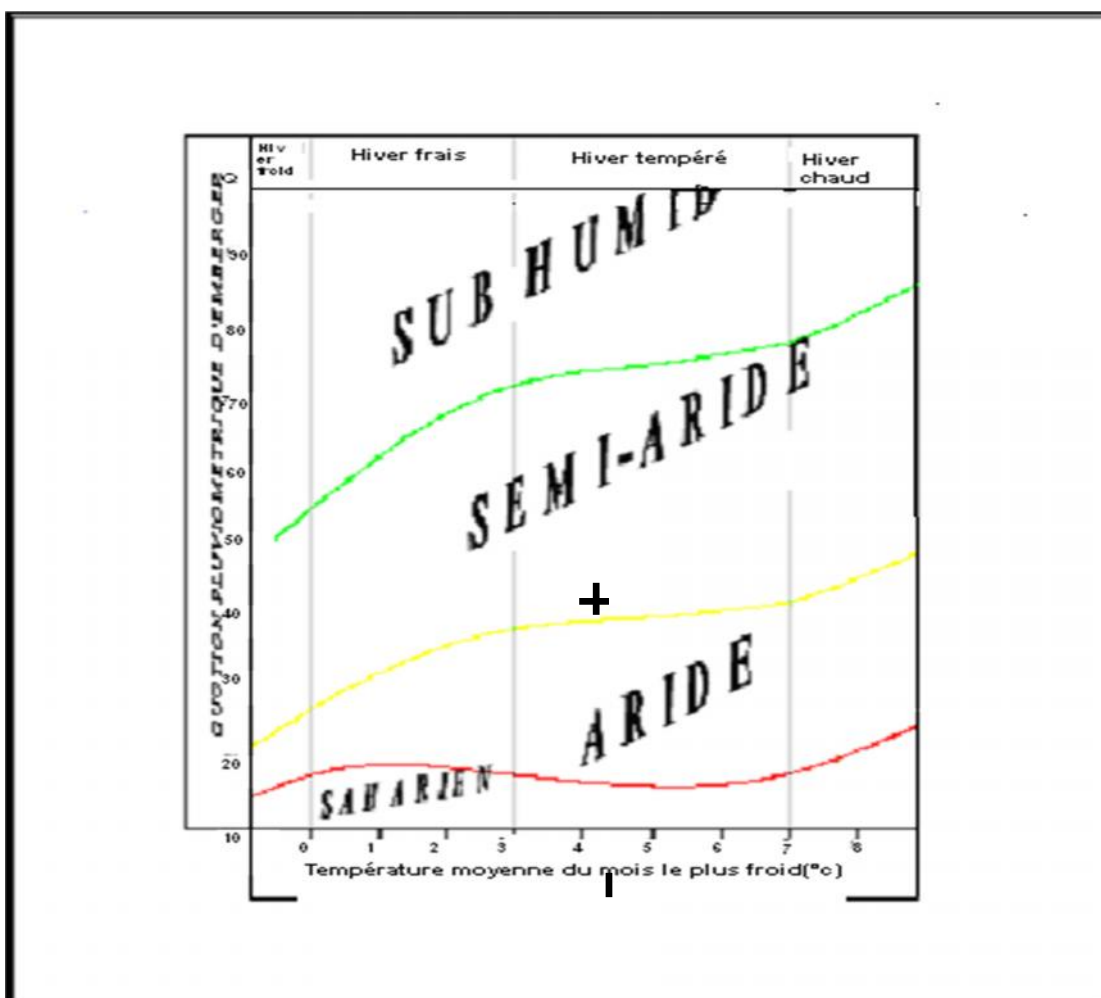
**M** : moyenne des températures maximales (Kelvin).

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

**Pour** :  $P=468.77$  ;  $M=35.2^{\circ}\text{C}$  et  $m=4.3^{\circ}\text{C}$

**D'où**  $Q=41.20$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (voir Figure [I-3]), on peut dire que le climat de notre région est un climat semi-aride.



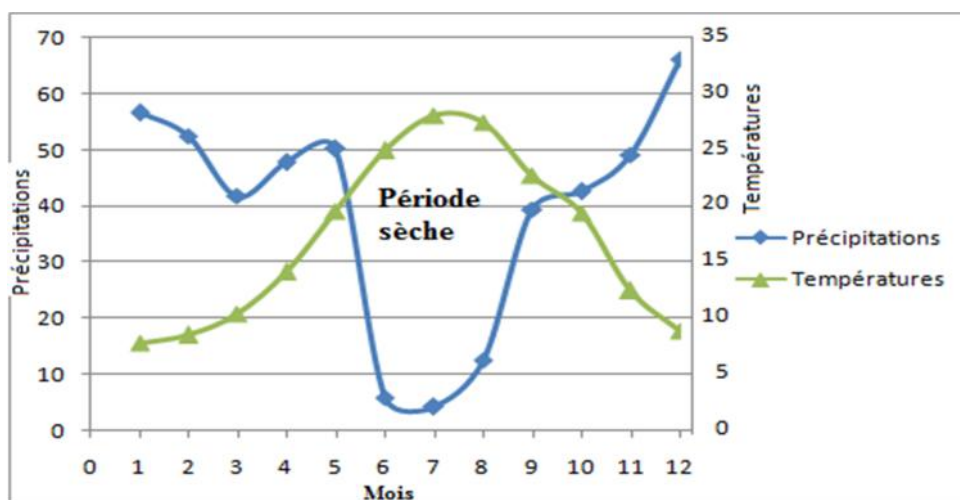
**Fig. I-3** : Diagramme bioclimatique d'Emberger

### **I-3-2-3 ) Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen**

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



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



**Fig. I-4 :** Climogramme de Guassen

D'après le graphe I-4, on voit que la période sèche s'étale du mois de Mai, jusqu'au mois de Septembre.

#### **I-4) Aménagement hydro-agricole proposé :**

La wilaya de Bouira est considérée comme étant une des wilayates à vocation agricole la plus importante du pays, l'agriculture demeure le secteur le plus actif de la région.

Avec une superficie totale de 8982 ha, la vallée de L'oued Sahel présente des potentialités agricoles importantes, l'exploitation rationnelle de cette vallée permettra à la wilaya de Bouira de préserver sa place en tant que pôle agricole. En effet, dans un cadre d'aménagement hydro-agricole de cette vallée, lancé par l'association GERSAR-ENHYD vers la fin de 1989, six (06) périmètres d'irrigation ont été délimités, le plus important est celui du plateau d'El Asnam situé dans la daïra de Bechloul avec une superficie de 2200 ha.

Ce périmètre sera alimenté en eau depuis le barrage de Tilesdit dont la capacité est de 167 Hm<sup>3</sup>. L'exploitation va permettre une intensification des cultures maraichères et céréalières.

##### **I-4-1) Etude socio-économique**

La population de la commune de Bechloul est évaluée à 32928 habitants, répartie sur 134 km<sup>2</sup> (superficie totale de la commune), soit une densité de 246 hab./km<sup>2</sup>.

La répartition de la population est détaillée comme suit :

**Tableau I- 9** : Répartition géographique de la population

|                          | ACL   | AS    | ZE    | TOTAL |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>population (Hab.)</b> | 13624 | 7169  | 12135 | 32928 |
| <b>Pourcentage</b>       | 43.38 | 21.77 | 36.85 | 100   |

*Source : DUCH (BOUIRA)*

**ACL** : agglomération chefs-lieux

**AS** : agglomération secondaire

**ZE** : zones d'emploi

La commune de Bechloul est une région à vocation agricole. La culture d'olivier et le maraichage constituent la principale source agricole de la commune.

Le plateau d'El-Asnam de par sa situation géographique et sa superficie (2200 ha) présente des opportunités importantes pour le développement local de la région de Bouira.

L'étude socio-économique de l'aménagement hydro-agricole de ce périmètre a fait sortir plusieurs points positifs à savoir :

- Sur le plan de l'emploi, la création de plus de 1500 postes de travail directs et plus de 2500 postes indirects ;
- Amélioration des rendements des cultures par une pratique d'irrigation rationnelle, en particulier les cultures céréalières ;
- Augmentation des revenus des agriculteurs ; sur la base d'une exploitation de 05 hectares avec les proportions en cultures (céréales et maraîchage) le revenu de l'exploitant serait en hausse de 10 à 25%, en excluant la première année d'investissement.
- Amélioration du rendement et préservation de la ressource d'eau grâce à une irrigation étudiée.

L'aménagement du périmètre de Tilesdit aura donc des répercussions positives sur l'économie de la région. Cependant, les agriculteurs doivent être assistés par les programmes de vulgarisation agricole, et ce pour une meilleure exploitation du périmètre.

***I-5 ) Conclusion***

Dans ce chapitre nous avons étudié les conditions naturelles de la zone d'étude qui nous ont amenés aux conclusions suivantes :

Le périmètre d'irrigation de Tilesdit présente une pluviométrie annuelle de 468 mm. Les paramètres climatiques et agro-météorologiques indiquent que la zone d'étude est relativement semi-aride. L'introduction de l'irrigation est donc indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture dans cette zone rurale.

# Chapitre II :

## Etude Agro-Pédologique

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

### **II-1 ) Introduction**

La pédologie est la science qui étudie la genèse (la formation) et l'évolution d'un sol sous l'action du milieu, du climat, de l'activité biologique, et de la végétation.

L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols

### **II-2 ) Ressource en sol**

L'étude des ressources en sol a pour but de définir les sols destinés aux cultures, ou de localiser les zones aptes à la mise en valeur en irrigation, ainsi que les caractéristiques hydrodynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosage et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage.

Dans un projet de mise en valeur, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considération, notamment:

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

La bonne connaissance des sols permet le bon choix des cultures.

#### **II-2-1 ) Classification des sols**

L'étude pédologie du plateau d'El Esnam a fait ressortir quatre types de sol :

1. Les sols bruns calcaires
2. Les sols châtaîns
3. Les sols bruns calcimagnésiques.
4. Les sols fersiallitiques

Ces types de sol apparaissent relativement homogènes, ils ont une texture riche en colloïdes minéraux liées à une richesse en matière organique.

### II-2-2 ) Description des profils pédologiques

Le sol de plateau d'EL Asnam présente des unités cartographiques de 1 à 10 correspondant à l'ordre des sols dans la classification :

**Tableau II-1** : la pédologie du plateau

| N°d'unité | Type de sol                                  | Classement de sol | %La pente        | Superficie  |            |
|-----------|--|-------------------|------------------|-------------|------------|
|           |  |                   |                  | ha          | %          |
| 01        | Sol brun calcaire sur encrouement calcaire   | P6T               | 0.5 à 1          | 104         | 4          |
| 02        | Sol brun calcaire sur croute et encroûtement | P6DT              | 0.2 à 1          | 232         | 10         |
| 03        | Sol brun calcaire sur croute encrouement     | P8DC              | 0.5 à 1.5        | 271         | 12         |
| 04        | Sol brun calcaire sur encrouement calcaire   | A5DT              | %1 à quelque     | 372         | 15         |
| 05        | Sol brun calcaire sur encrouement et croute  | a5DT              | 2 à 5            | 287         | 12         |
| 06        | Sol brun modal                               | P6C               | %De l'ordre de 1 | 27          | 1          |
| 07        | Sol brun modal                               | P8N               | 0.5 à 1          | 332         | 14         |
| 08        | Sol châtain vertique                         | P8N               | 0.5 à 1          | 230         | 10         |
| 09        | Sol châtain vertique                         | P8DT              | 0.5 à 1.5        | 256         | 10         |
| 10        | Sol fersaillitique                           | P8t               | 0.5 à 1.5        | 277         | 12         |
|           |  |                   |                  | <b>2388</b> | <b>100</b> |

**Avec :**

**P** : Sol profond > 60 -70cm

**A** : Approfondissable

**a** : Difficilement approfondissable

Texture :

**8** : texture fine ; **5** : texture moyenne ; **6** : texture moyenne sur fine

**D** : charge caillouteuse 15 à 50%

Taux de calcaire : **C** : calcaire actif ; **T,t** :calcaire actif de 7à10 %

**N** : neutre

**Cas du profil B2MfC :**

0-35 cm : brun rougeâtre foncé, texture argilo-limono-sableuse, structure massive a grenue peu nette, porosité bonne, enracinement faible, présence de fentes, horizon calcaire

35-80cm : brun rougeâtre foncé ; texture d'argile, structure polyédrique très nette, porosité moyenne, horizon non calcaire.

80-120 cm : brun rougeâtre foncé ; texture d'argile, structure polyédrique très nette, porosité faible, faible enracinement , horizon non calcaire

**II-2-3 ) Propriétés hydrodynamiques des sols**

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

**Tableau II-2** : propriétés hydrodynamiques des sols

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

**II-3 ) Analyse physico-chimique des sols**

L'analyse physico-chimique faite au laboratoire nous a permis d mieux apprécier les propriétés en particulier texturales et hydrodynamiques de notre sol. Ces analyses moyennes des profils sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau II-3** : L'analyse des profils au laboratoire

| Horizons  |  | H1          | H2           | H3            |
|---|--|-------------|--------------|---------------|
| Profondeur de prélèvement des échantillons (cm) |  | <b>0-35</b> | <b>35-80</b> | <b>80-120</b> |
| <b>Granulométrie</b>                            | Argile %                               | 35,20       | 32,50        | 30,60         |
|   | Limon fin %                            | 18,25       | 18,20        | 20,10         |
|   | Limon grossier %                       | 9,50        | 12,45        | 11,36         |
|   | Sable fin %                            | 20,60       | 18,20        | 26,89         |
|   | Sable grossier %                       | 16,45       | 18,65        | 10,96         |
|   |  |             |              |               |
| <b>Matière organique</b>                        | Matière organique %                    | 1,45        | 0,56         | 0,39          |
|   | Carbone C ‰                            | 8,55        | 3,3          | 2,3           |
|   | Azote N ‰                              | 0,74        | 0,63         | 0,67          |
|   | C/N                                    | 11,56       | 5,23         | 3,43          |
| <b>Reserve minérales</b>                        | CaCO <sub>3</sub> TOTAL %              | 12,04       | 22,8         | 21,5          |
|   | CaCO <sub>3</sub> ACTIF %              | 2 393       | 2 184        | 2 315         |
|   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ASSIML   | 28,95       | 30,44        | 31,45         |
|   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> TOTAL ‰  | 39,45       | 39,46        | 34,75         |
|   | K <sub>2</sub> O ASSIMIL en méq /100 g | 28,95       | 30,44        | 31,45         |
|   | K <sub>2</sub> O TOTAL ‰               | 39,45       | 39,46        | 34,75         |
|   | GYPSE TOTAL %                          |             |              |               |
| <b>Complexe absorbant</b>                       | Ca <sup>++</sup> en méq /100 g         | 22,5        | 16,5         | 16,5          |
|   | Mg <sup>++</sup> en méq /100 g         | 4,17        | 5,11         | 5,21          |
|   | K <sup>+</sup> en méq /100 g           | 1,13        | 0,36         | 0,47          |
|   | Na <sup>+</sup> en méq /100 g          | 1,52        | 2,04         | 1,39          |
| <b>Solution du sol</b>                          | pH Eau                                 | 7.3         | 7.4          | 7.5           |
|   | C.E. mmhos/cm                          | 0,1         | 0,05         | 0,11          |

**Source ENHYD**

**Interprétation :**

Le sol est de texture argileux-limoneux à limoneux argileux, avec une bonne teneur en matières organiques, ne présente pas de risque salin. Cependant, le taux de calcaire est parfois élevé. Les capacités de rétention en eau des sols sont bonnes 25 à 30%. Les vitesses d'infiltration sont variables suivant le type de structure qui caractérise chaque sol.



**II-4 ) Etude des aptitudes culturales**

L'étude des aptitudes culturales permet de caractériser les sols du point de vue culture, et d'orienter les agriculteurs dans leurs choix des spéculations agricoles. Dans notre cas, cette étude a été faite d'après les analyses pédologiques et les enquêtes foncières faites sur le terrain.

Les aptitudes culturales des sols de notre périmètre sont résumées comme suit :

**Tableau II-4 : Aptitudes culturales du plateau d'el Asnam**

| N° d'unité cartographique | Type de sol                                  | texture                  | Aptitude Culturales | Aptitude culturales  |
|---------------------------|--|--------------------------|---------------------|--|
| 01                        | Sol brun calcaire sur encroutement calcaire  | Texture moyenne sur fine | B2MC                | Bonne aptitude a toute culture<br>Inaptes pour les arboricultures à noyau              |
| 02                        | Sol brun calcaire sur croute et encroutement | Texture moyenne sur fine | B2MC                | Bonne aptitude a toute culture<br>Inaptes pour les arboricultures à noyau              |
| 03                        | Sol brun calcaire sur croute encroutement    | Texture fine             | CC'Mg               | Bonne aptitude a toute culture   |
| 04                        | Sol brun calcaire sur encroutement calcaire  | Texture moyenne          | DMMgC               | Sous solage<br>Risque d'érosion  |
| 05                        | Sol brun calcaire sur encroutement et croute | Texture moyenne          | DMgC                | Sous solage<br>Risque d'érosion  |
| 06                        | Sol brun modal                               | Texture moyenne sur fine | B1B2M               | Bonne aptitude a toute culture   |
| 07                        | Sol brun modal                               | Texture fine             | B1B2Mf              | Bonne aptitude a toute culture   |
| 08                        | Sol châtain vertique                         | Texture fine             | CC'Mf               | Bonne aptitude a toute culture<br>Inapte pour les arboricultures a noyau ; Sous solage |
| 09                        | Sol châtain vertique                         | Texture fine             | B2MfC               | Bonne aptitude a toute culture<br>Inapte pour les arboricultures a noyau ; sous solage |
| 10                        | Sol fersiallitique                           | Texture fine             | B2MFC               | Sous solage, Amélioration de niveau de fertilité                                       |

**Source DSA (Bouira)**

D'après le tableau précédent, on conclut généralement que les sols ont de bonnes aptitudes aux cultures industrielles et maraîchères et moyennes pour les cultures céréalières et fourragères. Quelques unités conviennent moyennement aux cultures arboricoles. Les travaux

d'aménagements se rapportent aux amendements organiques et minéraux, à un labour profond et à la lutte contre les inondations pluviales.

#### **II-4-1 ) Explications des symboles d'aptitudes culturales**

Tableau expliquant les symboles des aptitudes culturales:

**Tableau II-5 : les symboles des aptitudes culturales**

| <b>Groupe de culture</b>   | <b>Catégories</b> | <b>Possibilités culturales</b>   |
|--|-------------------|--|
| <b>Cultures arbustives</b><br><b>B</b>                                     | B1                | Bonne aptitude pour les pêcheurs et toutes espèces telles que poiriers sur cognassier ou sur franc cognassiers.                  |
|  | B'1               | Bonne aptitude pour les pommiers, pruniers, abricotiers sur St-Julien ou sur myrobolan, ou sur reine-claude, figuiers, oliviers, |
|  | B2                | pêches sur amandier.<br>Bonne aptitude pour pruniers sur myrobolan ; abricotiers sur franc-                                      |
|  | B'2               | sur pécher, figuiers, olivier<br>Bonne aptitudes pour pruniers sur myrobolan, abricotiers sur franc, oliviers.                   |
| <b>Cultures maraîchères</b><br><b>M</b>                                    | M                 | Bonne aptitude pour toutes les cultures maraîchères.   |
|  | Mf                | Bonne aptitude pour les cultures maraîchères adaptées aux textures fines telle que : artichauts, laitue, choux, tomates.         |
|  | Mg                | Bonne aptitude pour les cultures maraîchères adaptées aux textures grossières telles que : pommes de terre, carottes, navets.    |
| <b>Cultures fourragères</b><br><b>céréaliers</b><br><b>et légumes secs</b> | C                 | Bonne aptitude pour le blé tendre, le sorgho, le tourne soleil, le maïs, la luzerne, le bersim, légumes secs.                    |
|  | C'                | Bonne aptitude pour le blé dur le sorgho, le bersim.   |
|  | C                 | Aptitude médiocre pour la luzerne.   |

La lettre **D** implique l'obligation des travaux ou des aménagements

#### **II-4-2 ) L'assolement**

L'assolement est une pratique nécessaire pour préserver et augmenter la fertilisation de certaines substances nutritives et limiter certaines maladies et parasite. Il permet aussi la

restitution des éléments minéraux exporter ainsi que le maintien de l'équilibre nutritif et ionique du sol.

### II-4-3 ) La rotation

C'est l'ordre de succession des cultures sur une même parcelle, elle favorise le maintien de l'équilibre du sol. Il conviendra donc d'alterner une plante à racines pivotantes avec une autre à racines fasciculées, car cette dernière améliore la fertilité du sol. Pour éviter l'appauvrissement du sol, il faut donc prévoir une succession de plantes aux besoins différents. Le maintien de la même culture sur le même sol pendant plusieurs années favorise le développement des parasites.

**Tableau II-6 :** Exemple d'un assolement proposé

| Mois<br>champs | S          | O | N | D | J              | F       | M              | A | M         | J | J | A |
|----------------|------------|---|---|---|----------------|---------|----------------|---|-----------|---|---|---|
| 1              | Bersim     |   |   |   |                |         | Maïs fourrager |   |           |   |   |   |
| 2              | Chou-fleur |   |   |   | Pomme de terre |         |                |   | Concombre |   |   |   |
| 3              | Carotte    |   |   |   |                | Poivron |                |   |           |   |   |   |

### II-6 ) Étude foncière

L'étude foncière est une étape indispensable dans tout projet hydro-agricole, elle vise à définir le statut juridique des terres mises en valeur, c'est-à-dire vérifier la propriété des terres.

Pour le cas de notre périmètre, les terres sont divisées en terres privées, où des exploitations familiales généralement de faible superficie (<4 ha) sont occupées par des cultures arboricoles (généralement l'olivier) ou maraichères, le reste relève des domaines de l'état, regroupées en EAC ou en concessions agricoles.

### ***II-6) Conclusion***

Dans ce chapitre, nous avons détaillé les caractéristiques agro-pédologiques du site d'étude. Les analyses physico-chimiques et texturales ont révélé des propriétés hydrodynamiques bonnes à l'irrigation, les sols présentent de bonnes aptitudes aux différentes cultures en particulier maraichères et céréalières et même arboricoles.

L'intensification de ces cultures à travers la mise en œuvre d'une irrigation moderne et rationnelle va permettre un développement agricole et économique important pour la région.

# Chapitre III :

## Ressources en eau- hydrologie

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

#### ***III-1 ) Introduction***

La concrétisation d'un projet d'irrigation d'un grand périmètre tel que le plateau de Tilesdit nécessite la mobilisation de ressources en eau importantes, car l'aménagement agricole d'un périmètre est tributaire de l'existence de ressources en eau disponibles et suffisantes pour le développement de toutes les spéculations cultivées dans ce périmètre.

Le but principal de ce chapitre est de déterminer les caractéristiques des ressources en eau (retenues, forages, etc) et de la qualité de l'eau d'irrigation, ainsi que les caractéristiques statistiques des pluies de fréquence données qui vont nous permettre de quantifier les besoins en eau des cultures.

#### ***III-2 ) Ressources en eau***

Avant d'entamer une étude d'un projet, il faut d'abord localiser et quantifier les ressources en eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

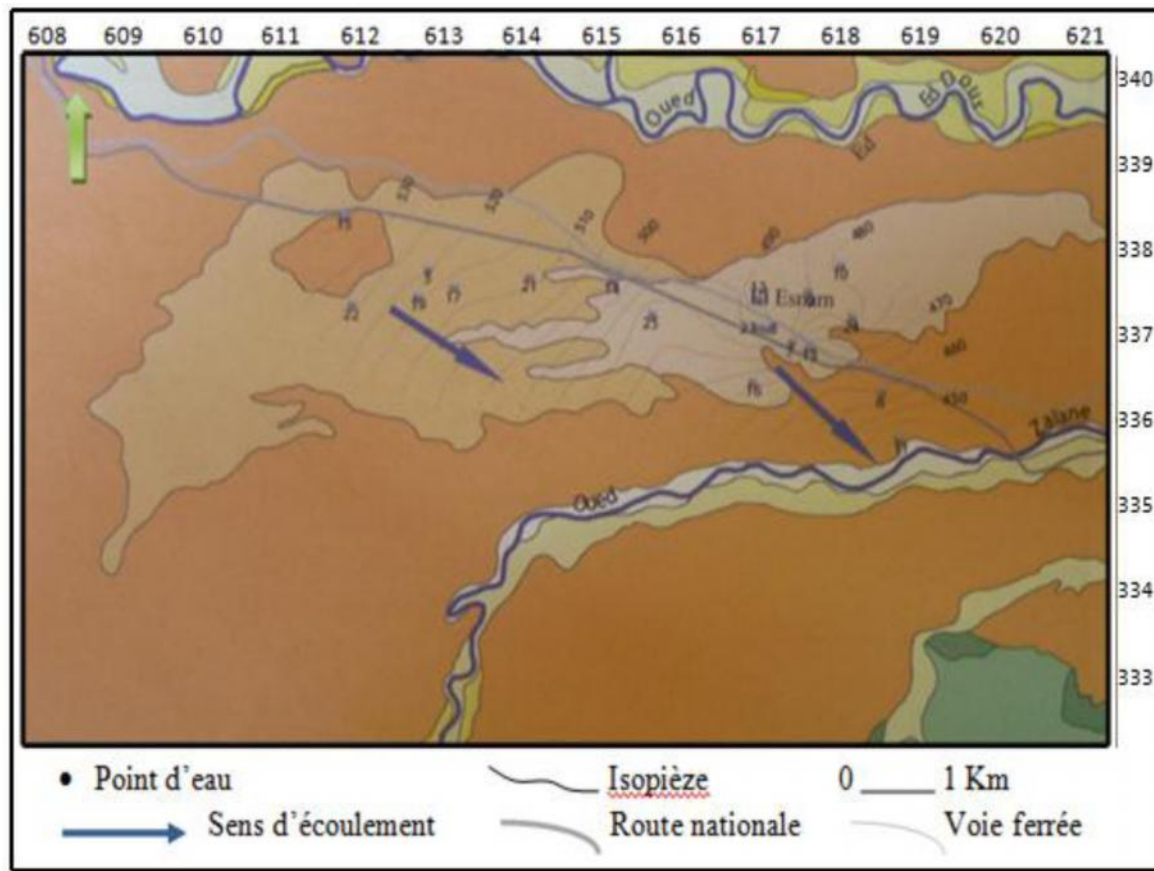
##### ***III-2 -1 ) Présentation du bassin versant de l'oued Sahel***

L'oued Sahel prend source dans les régions d'Ain Bessam et de Sour El Ghozlane grâce aux deux affluents: oued Eddous et oued Ziane, cet oued forme l'oued Soummam au niveau d'Akbou à la confluence de l'oued Boussalam d'une longueur de l'ordre de 144 km.

Parmi ses affluents, d'El Adjiba jusqu'à l'embouchure:

- Oued Bousselam, oued Seddouk, oued Boutouab, oued Amassine et oued Amizour en rive droite.

- Oued Ighzer Amokrane, oued Béni Mellikeuch, oued Tikséridène, oued Roumila, oued El Kseur et oued Ghir en rive gauche.



**Fig. III -1** : Carte des oueds de la région

### III-2-2) Ressources en eau superficielles

Le plateau de Tiledit recèle des potentialités hydriques importantes, puisque la majorité de ses terres fait partie du grand bassin versant de la Soumam. L'oued Eddous et l'oued Boussalem sont les principaux affluents pouvant drainer les terres du plateau. Jusqu'en 1996 la mobilisation des ressources en eau était faible excepté quelques retenues collinaires. La construction du barrage de Tiledit a permis la mobilisation d'un important volume d'eau destiné à l'irrigation et à l'AEP.

Le barrage de Tiledit est situé à 18 km à l'Est de la ville de Bouira, sa construction a débuté en 1996, sur l'oued Eddous, sa mise en service a été en 2004.

Le barrage de Tiledit a une capacité maximale de  $167 \text{ Hm}^3$ , cependant sa capacité a fortement diminué du fait d'un fort taux d'envasement. Il est doté d'un réseau d'AEP pour l'alimentation de la ville de Bouira avec un volume  $20.23 \text{ Hm}^3/\text{an}$ , et d'un réseau d'irrigation pour les besoins en eau de 6000 ha répartis comme suit :

- plateau d'EL Asnam (2260 ha) avec 12 Hm<sup>3</sup>/an.
- vallée de l'oued sahel (3740 ha) avec 27,2 Hm<sup>3</sup>/an.

Le site du barrage a été choisi en ayant pris les facteurs suivants en considération :

- possibilité de créer une retenue d'une capacité de 167 Hm<sup>3</sup>, sans autant inonder les terres cultivables situées en aval.
- Implantation de la retenue autant que possible à proximité des terres à irriguer.
- Condition hydrogéologiques et géotechniques favorables pour la réalisation.
- Présence des carrières et des matériaux de construction.

Les caractéristiques du barrage sont résumées comme suit :

- Digue en terre : avec un noyau argileux de hauteur 65 m, et de longueur 425 m, avec un volume des remblais de 3.360.000 m<sup>3</sup>, avec une largeur à la base de 256 m.
- Evacuateur de crue, il comprend :
  - Un déversoir ;
  - Un coursier de 315 m de longueur et 50 m de largeur.
  - Un canal de restitution.
- Une tour de prise d'eau : 70 m de hauteur munie de 2 pertuis de prise.
  - Une galerie d'injection : de 150 m de longueur.
  - Station de pompage et un réservoir de régulation : l'adduction de l'eau au périmètre situé à l'amont de la retenue est effectuée par:
    - Un tronçon de diamètre 900 mm et d'un débit de 1000 l/s reliant la station de pompage de TILES DIT située au pied du barrage, avec le réservoir de régulation du plateau d'EL ASNAM situé à une côte de 580 m NGA.



**III-2-2-1) Caractéristiques de la retenue**

Elles sont résumées comme suit :

**Tableau III -1 : caractéristiques de la retenue de Tilesdit**

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Capacité totale :             | <b><math>W_n=167.000.000 \text{ m}^3</math></b> |
| Niveau normal de la retenue : | <b>454,30 m</b>                                 |
| Niveau des plus hautes eaux : | <b>458,90 m</b>                                 |
| Capacité utile :              | <b><math>147.000.000 \text{ m}^3</math></b>     |
| Volume régularisé :           | <b><math>73.000.000 \text{ m}^3</math></b>      |

**Source : ANRH**

Pour prévenir les problèmes de baisse du niveau d'eau qui pourront être dues à une exploitation intensive, le barrage de Tichy Haf a été construit pour le renforcement de la capacité de régularisation du barrage de Tilesdit. Le barrage de Tichy Haf a une capacité de stockage utile d'environ  $105 \text{ hm}^3$ .

**III-2 -3 ) Ressources en eau souterraines**

Le plateau de Tilesdit fait partie de la nappe d'El Asnam alimentée par les oueds Sahel et Soumam. D'après l'ANRH, les réserves en eau souterraine de toute la nappe sont estimées à 48 Hm<sup>3</sup>.

**III-2-4 ) Qualité de l'eau d'irrigation**

La vérification de la qualité de l'eau d'irrigation permet de préserver le sol et l'environnement. De plus, elle permet le bon développement des cultures.

Dans le cadre de cette étude, la qualité de l'eau de surface qui sera utilisée pour l'irrigation a été étudiée par l'analyse des données de qualité d'eau brute du Barrage de Tilesdit.

Les valeurs des données de la qualité de l'eau brute pour la station hydrométrique du Barrage Tilesdit sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau III -2** : Qualité de l'eau brute de la station hydrométrique de Barrage

| <i>Paramètres</i>          | <i>moyenne</i> | <i>maximum</i> | <i>minimum</i> |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Conductivité en mmhos / cm | 0.720          | 0.760          | 0.680          |
| Résidu Sec en mg/l         | 1568           | 2040           | 660            |
| PH                         | 7,9            | 8 ,2           | 7,2            |
| CL <sup>-</sup> en mg/l    | 311            | 631            | 109            |
| Na <sup>+</sup> en mg/l    | 70.5           | 101            | 40             |
| Ca <sup>++</sup> en mg/l   | 140            | 212            | 67             |
| Mg <sup>++</sup> en mg/l   | 59             | 93             | 25             |
| K <sup>+</sup> en mg/l     | 14             | 21             | 8              |
| SO4 <sup>2-</sup> en mg/l  | 550            | 960            | 178            |
| HCO3 en mg/l               | 122            | 182            | 70             |
| NO <sup>3-</sup> en mg/l   | 11             | 32             | 2              |

*Source : ANRH*

Pour l'ensemble des paramètres analysés, on remarque que selon les normes de la FAO[3] pour la classification des eaux d'irrigation applicables dans la majorité des aménagements hydro- agricoles des régions arides et semi-arides, leurs valeurs moyennes correspondent à des valeurs de classes de restriction d'utilisation faibles à modérées; ne causant pas de préjudice aux cultures.

### **III-2-5) La conductivité électrique**

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

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

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

**Remarque :**

C1 : convient pour toutes les cultures

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes

C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage de Tilesdit prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne  $CE = 0,72 \text{ mmhos/cm}$ , soit donc un risque moyen pour les cultures.

**III-2-6 ) Le SAR (Sodium Absorption Ration)**

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions  $\text{Na}^+$  et celle en ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ . Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

$$S.A.R = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} \quad \text{SAR}=7.068$$

Tableau III-4 : Classification des eaux en fonction du SAR

| Classe | S.A.R.             | Danger d'alcalinisation |
|--------|--------------------|-------------------------|
| S1     | $SAR \leq 10$      | Risque faible           |
| S2     | $10 < SAR \leq 18$ | Risque moyen            |
| S3     | $18 < SAR \leq 26$ | Risque élevé            |
| S4     | $SAR > 26$         | Risque très élevé       |

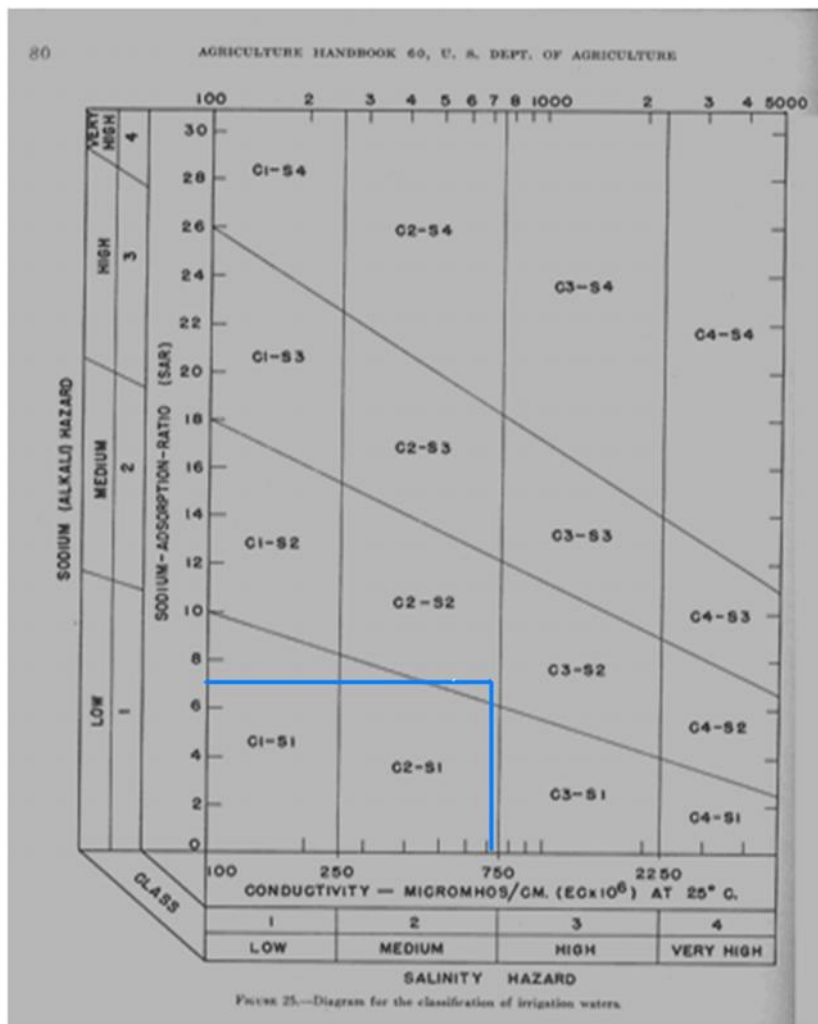


Fig. III -2 : Diagramme de classification de l'eau d'irrigation

En se référant au diagramme de classification des eaux d'irrigation (*Figure III -2*), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un risque d'alcalinité moyen aussi, elle est classée donc (C2-S2), ce qui montre que la qualité des eaux est acceptable pour l'irrigation.

### III-3 ) Étude Hydrologique

L'étude hydrologique est nécessaire dans les projets d'irrigation, elle permet de déterminer les pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que :

- Le calcul des besoins des cultures projetées dans le périmètre.
- Le dimensionnement du réseau de distribution.

#### III-3 -1) Choix de la station pluviométrique

La région d'étude dispose d'une seule station pluviométrique gérée par l'Agence Nationale des Ressources en Hydrauliques (ANRH). Les coordonnées de la station sont présentées comme suit :

**Tableau III -5** : Caractéristiques de la station pluviométrique

| Nom de la station | Code   | Coordonnées en Lambert |       | Altitude (m) | Période d'observation | N. d'années observées |
|-------------------|--------|------------------------|-------|--------------|-----------------------|-----------------------|
|                   |        | X(Km)                  | Y(Km) |              |                       |                       |
| El Asnam          | 150204 | 620.4                  | 335.5 | 435          | 1975-2010             | 35                    |

**Source ONM (Bouira)**

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique El Asnam sont données dans le tableau :

**Tableau III -6** : Pluies moyennes mensuelles observées au plateau d'el Asnam

| Années  | Sept | oct  | nov  | Dec   | Jan   | fév   | mars | avri  | Mai   | Juin | juil. | aout | total        |
|---------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|--------------|
| 1975/76 | 16,6 | 2    | 41,3 | 30,6  | 19,1  | 75,8  | 27,6 | 73,1  | 33,5  | 12,3 | 12,8  | 0    | <b>344,7</b> |
| 1976/77 | 26,9 | 51,6 | 17,2 | 48,9  | 42,9  | 2,7   | 0    | 50,6  | 18,3  | 2,5  | 0     | 0    | <b>261,6</b> |
| 1977/78 | 8    | 6,8  | 48,7 | 9,8   | 34,8  | 17,2  | 29,2 | 42,7  | 28,7  | 3    | 0     | 0    | <b>228,9</b> |
| 1878/79 | 0    | 41,6 | 40,1 | 5,5   | 44,3  | 48,2  | 24   | 42,7  | 17,8  | 13,4 | 0     | 3    | <b>280,6</b> |
| 1979/80 | 49,4 | 26   | 41,9 | 13,9  | 41,2  | 10,9  | 55,6 | 55,1  | 27,2  | 0    | 0     | 0    | <b>321,2</b> |
| 1980/81 | 18   | 20,1 | 70,8 | 121,2 | 5,5   | 34,8  | 44,7 | 60,1  | 7,7   | 7,8  | 0     | 38,4 | <b>429,1</b> |
| 1981/82 | 11,6 | 27   | 7,2  | 32    | 85,9  | 43,3  | 35,8 | 31,9  | 52,4  | 10,5 | 0     | 0    | <b>337,6</b> |
| 1982/83 | 15   | 45,7 | 74,2 | 72    | 0     | 13,9  | 12   | 41,3  | 4     | 2,7  | 10,6  | 29,3 | <b>320,7</b> |
| 1983/84 | 0    | 2    | 13,9 | 11,8  | 36,6  | 59,4  | 19,4 | 30,6  | 27,1  | 20,5 | 0     | 6    | <b>227,3</b> |
| 1984/85 | 11,3 | 42,9 | 11,2 | 37,4  | 42,7  | 17,9  | 68,7 | 7,2   | 46    | 0    | 2,6   | 0    | <b>287,9</b> |
| 1985/86 | 25,3 | 44,1 | 46,6 | 17,4  | 109,2 | 24,9  | 70,2 | 6,1   | 4,1   | 14   | 0     | 0    | <b>361,9</b> |
| 1986/87 | 40   | 46,7 | 23,1 | 72,9  | 43,2  | 95,5  | 32,6 | 4,7   | 8,3   | 8,8  | 9,1   | 0    | <b>384,9</b> |
| 1987/88 | 0    | 21,7 | 55,3 | 19,5  | 17,9  | 22,3  | 35,9 | 46,6  | 9,9   | 1    | 0     | 0    | <b>230,1</b> |
| 1988/89 | 7,1  | 1,3  | 52,9 | 114,3 | 1     | 10,6  | 20,3 | 0     | 33,5  | 6    | 1     | 4    | <b>252</b>   |
| 1989/90 | 71,8 | 6,1  | 20,2 | 11,8  | 32,1  | 0     | 32   | 13,5  | 65,4  | 16   | 44,6  | 2    | <b>315,5</b> |
| 1990/91 | 19,7 | 15,5 | 26,7 | 54,5  | 36,3  | 59,2  | 39,4 | 0     | 0,2   | 0    | 0     | 0    | <b>251,5</b> |
| 1991/92 | 12,9 | 44,1 | 4    | 0     | 42,7  | 0     | 31,1 | 86,2  | 94,1  | 12,5 | 13,7  | 0    | <b>341,3</b> |
| 1992/93 | 22,5 | 22,4 | 36,6 | 42,1  | 10    | 16,2  | 4,5  | 26,5  | 25,2  | 5,2  | 0     | 2,3  | <b>213,5</b> |
| 1993/94 | 67,2 | 21,5 | 25,6 | 30,2  | 11,3  | 40,1  | 12,4 | 22,1  | 6,3   | 0    | 0     | 0,7  | <b>237,4</b> |
| 1994/95 | 76,8 | 27,1 | 28,9 | 35,2  | 120,3 | 11,8  | 63,6 | 5,4   | 1,1   | 28,1 | 0     | 16   | <b>414,3</b> |
| 1995/96 | 0    | 42,5 | 3    | 18,4  | 74,2  | 103,4 | 30,7 | 24,3  | 41,8  | 1,7  | 3,3   | 0    | <b>343,3</b> |
| 1996/97 | 31,2 | 1,6  | 14,5 | 36,6  | 19,3  | 12,6  | 15,8 | 35,8  | 19,8  | 0    | 13    | 14   | <b>214,2</b> |
| 1997/98 | 33,3 | 37   | 76,1 | 23    | 15,1  | 37,9  | 5,5  | 40,9  | 113,8 | 0,5  | 0     | 0,9  | <b>384</b>   |
| 1998/99 | 17,3 | 16,5 | 30,3 | 7,6   | 43,6  | 12,9  | 20,4 | 0     | 7,1   | 0    | 0,8   | 0,4  | <b>156,9</b> |
| 1999/00 | 24,8 | 19,3 | 16,5 | 75,3  | 0     | 0     | 1,9  | 6,9   | 24,3  | 0    | 0     | 0    | <b>169</b>   |
| 2000/01 | 17,9 | 45,4 | 40,1 | 43,1  | 151,6 | 27,6  | 6,5  | 43,2  | 4,8   | 0    | 0     | 2,9  | <b>383,1</b> |
| 2001/02 | 19,2 | 2,7  | 7,8  | 1,2   | 13,1  | 13,1  | 0    | 6,5   | 1,2   | 5,4  | 4,2   | 24,5 | <b>98,9</b>  |
| 2002/03 | 5,2  | 8,6  | 83,2 | 155   | 131   | 19,3  | 0    | 99,5  | 2,1   | 6,6  | 36,1  | 36,1 | <b>582,7</b> |
| 2003/04 | 16,6 | 53,2 | 44,3 | 104,8 | 44,3  | 12,8  | 21,1 | 52,9  | 100,2 | 7,4  | 0     | 11,2 | <b>468,8</b> |
| 2004/05 | 11,6 | 13,4 | 44,4 | 67,7  | 148,8 | 42,8  | 12,2 | 6,2   | 0     | 1,3  | 0     | 4,1  | <b>352,5</b> |
| 2005/06 | 19   | 33,7 | 33,6 | 33,1  | 41,6  | 38,4  | 17,5 | 18    | 50,6  | 0    | 15,5  | 0    | <b>301</b>   |
| 2006/07 | 32,4 | 0,9  | 27   | 46,3  | 9,7   | 28,7  | 90,9 | 124,5 | 17,3  | 5,2  | 0,5   | 3,4  | <b>386,8</b> |
| 2007/08 | 39,4 | 102  | 44,7 | 8,7   | 6,9   | 37,4  | 54,1 | 9,4   | 38,8  | 16   | 0     | 1,2  | <b>358,6</b> |
| 2008/09 | 41,2 | 61,5 | 32,9 | 56,1  | 78,3  | 22,8  | 46,8 | 72,9  | 7,6   | 1,5  | 3,1   | 6,2  | <b>430,9</b> |
| 2009/10 | 60,8 | 6,1  | 44   | 54,3  | 26,8  | 76,5  | 45   | 13,8  | 39,3  | 29,1 | 0     | 12   | <b>407,7</b> |

La répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Ces pluies sont nettement faibles pour les mois de juin, juillet et août, maximales en hiver durant les mois de Février.

### III -3-2) Homogénéité de la série pluviométrique

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon :

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant [3] :

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que :  $N_1$  et  $N_2$

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_1 > N_2$

- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. a ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

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

**Avec :**

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

$$W_x = |Rang|_x$$

$W_x$  : Somme des rangs de sous séries

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

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

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

**Tableau III -7** : Test d'homogénéité de la série pluviométrique d'El Asnam code (150204).

| Rang | Série d'origine | Série X(mm) | Série Y(mm) | TRI(mm) | Xunion Y |
|------|-----------------|-------------|-------------|---------|----------|
| 1    | 344.7           | 344,7       | 213.5       | 98,9    | Y        |
| 2    | 261.6           | 261.6       | 237.4       | 156.9   | Y        |
| 3    | 228.9           | 228.9       | 414.3       | 169.0   | Y        |
| 4    | 280.6           | 280.6       | 343.3       | 213.5   | Y        |
| 5    | 321.2           | 321.2       | 214.2       | 214.2   | Y        |
| 6    | 429.1           | 429.1       | 384.0       | 227.3   | X        |
| 7    | 337.6           | 337.6       | 156.9       | 228.9   | X        |
| 8    | 320.7           | 320.7       | 169.0       | 230.1   | X        |
| 9    | 227.3           | 227.3       | 383.1       | 237.4   | Y        |
| 10   | 287.9           | 287.9       | 98.9        | 251.5   | X        |
| 11   | 361.9           | 361.9       | 582.7       | 252     | X        |
| 12   | 384.9           | 384.9       | 468.8       | 261.6   | X        |
| 13   | 230.1           | 230.1       | 352.5       | 280.6   | X        |
| 14   | 252.0           | 252.0       | 302.4       | 287.9   | X        |
| 15   | 315.5           | 315.5       | 386.8       | 302.4   | Y        |
| 16   | 251.5           | 251.5       | 358.5       | 315.5   | X        |
| 17   | 341.3           | 341.3       | 430.9       | 320.7   | X        |
| 18   | 213.5           |             | 407.7       | 321.2   | X        |
| 19   | 237.4           |             |             | 337.6   | X        |
| 20   | 414.3           |             |             | 341.3   | X        |
| 21   | 343.3           |             |             | 343.3   | Y        |
| 22   | 214.2           |             |             | 344.7   | X        |
| 23   | 384.0           |             |             | 352.5   | Y        |
| 24   | 156.9           |             |             | 358.6   | Y        |
| 25   | 169.0           |             |             | 361.9   | X        |
| 26   | 383.1           |             |             | 383.1   | Y        |
| 27   | 98.9            |             |             | 384     | Y        |
| 28   | 582.7           |             |             | 384.9   | X        |
| 29   | 468.8           |             |             | 386.8   | Y        |
| 30   | 352.5           |             |             | 407.7   | Y        |
| 31   | 302.4           |             |             | 414.3   | Y        |
| 32   | 386.8           |             |             | 429.1   | X        |
| 33   | 358.5           |             |             | 430.9   | Y        |
| 34   | 430.9           |             |             | 468.8   | Y        |
| 35   | 407.7           |             |             | 582.7   | Y        |



Après les calculs on a :  $W_x = 278$  ,  $W_{min} = 275.2$  ;  $W_{max} = 336.8$

Donc :  $275.2 < W_x < 336.80$

D'après les calculs, on voit que la condition de Wilcoxon  $W_{min} < W_x < W_{max}$  est vérifiée, donc la série des précipitations moyenne annuelle de la station d'el Asnam est homogène.

### III -3-3 ) Ajustement statistique des pluies

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées dans le cas de pluies annuelles sont les suivantes :

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

#### III -3-3 -1) Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:

Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.

Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

Variable réduite de gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$  .

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

Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$  .

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

$$XP\% = \bar{X} + \delta * Up\% \quad \text{Avec:}$$

Avec :  $XP\%$ : précipitation de probabilité  $P\%$ .

$Up\%$ : variable réduit de Gauss.

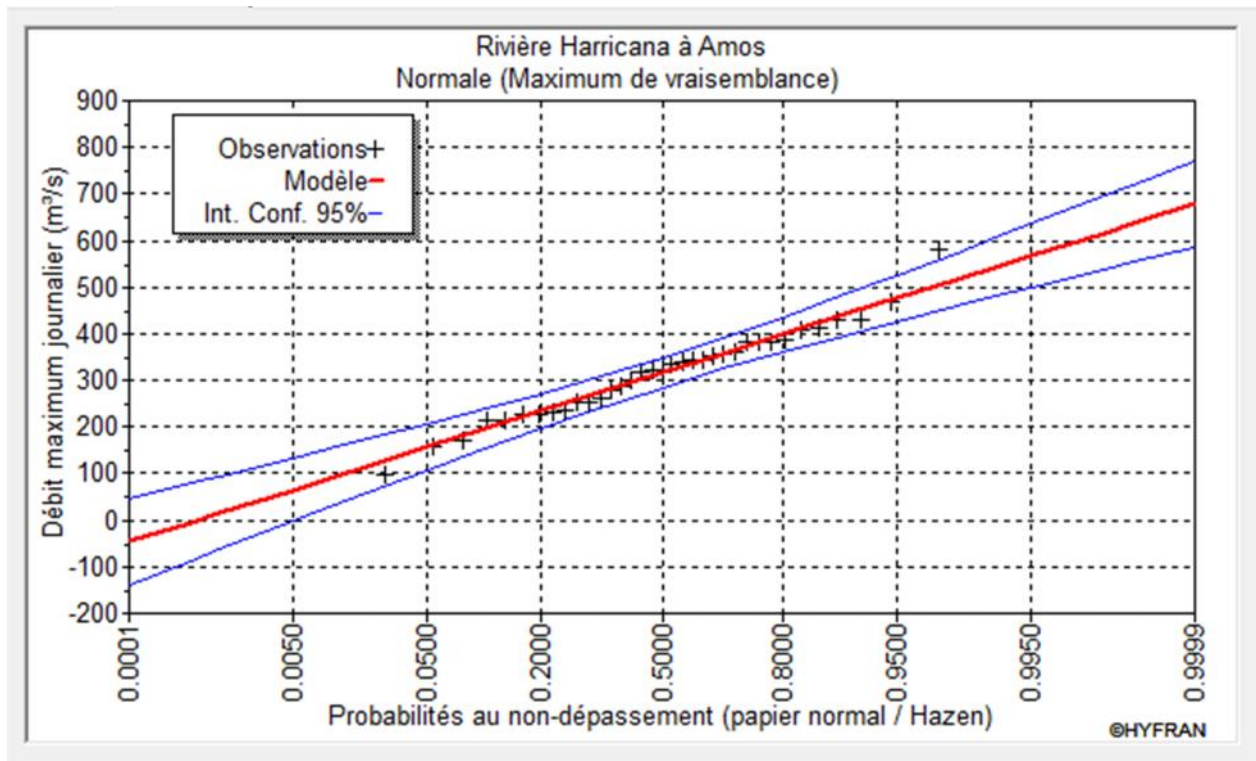
$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

$\delta$  : Écart type

Pour la mise en œuvre des calculs, nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

**Tableau III -8:** Ajustement à la loi de Gauss

| T = 1/q | q = F(X) (probabilité au non-dépassement) |     |            |                               |     |
|---------|---|-----|------------|-------------------------------|-----|
| T       | Q   | XT  | Ecart-type | Intervalle de confiance (95%) |     |
| 100     | 0.99                                      | 543 | 32.0       | 480                           | 606 |
| 50      | 0.98                                      | 516 | 29.3       | 459                           | 574 |
| 20      | 0.95                                      | 476 | 25.5       | 426                           | 526 |
| 10      | 0.90                                      | 441 | 22.4       | 397                           | 485 |
| 5       | 0.80                                      | 398 | 19.2       | 360                           | 436 |
| 2       | 0.50                                      | 316 | 16.5       | 284                           | 348 |
| 1.25    | 0.2                                       | 234 | 19.2       | 197                           | 272 |



**Fig. III -3 :** Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

**III -3-3-1-1 ) Test de validité d'un ajustement**

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

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

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

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

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

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

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

Avec :

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

On calcule  $\chi^2$ .

On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :

On détermine  $\chi^2$  théorique sur la table de Pearson IV (voir tableau IV -5 ci-après)

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

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.01$  si et seulement si :  $\chi^2$  calculé  $<$   $\chi^2$  théorique

D'après le logiciel HYFRAN, on obtient les résultats suivants:

$$\chi^2 \text{ calculé} = 3.17 \quad \gamma = 5$$

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

$$\chi^2 \text{ théorique} = 13.277$$

$$\chi^2 \text{ calculé} = 3.17 < \chi^2 \text{ théorique} = 13.277$$

Donc l'ajustement est à considérer.

### III -3-4) détermination de l'année de calcul

Puisque la loi normale 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 :

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

$$P_{\text{théorique de 50\%}} = 300,339 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique de 80\%}} = 224,323 \text{ mm}$$

$$P_{\text{moy } 80\%} = 0.75 P_{\text{moy mensuelle}}$$

**Tableau III -9:** pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm)

| Mois                           | Jan   | Fév   | Mars  | avri  | Mai   | Juin | juil. | Aou  | sept  | Oct   | nov  | déc. |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|------|
| P <sub>moy</sub><br>mm/mois    | 45.18 | 31.17 | 29.35 | 34.45 | 27.98 | 6.69 | 4.58  | 6.25 | 24.85 | 27.44 | 35.1 | 43.2 |
| P <sub>moy80%</sub><br>mm/mois | 33.9  | 23.4  | 22.0  | 25.8  | 20.9  | 5.02 | 3.43  | 4.7  | 18.6  | 20.58 | 26.3 | 32.4 |

***III -4 ) Conclusion***

Le plateau d'El Asnam qui est la zone du projet de notre étude recèle des potentialités hydriques importantes.

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principales caractéristiques hydrologiques du périmètre d'étude et estimé les pluies mensuelles de l'année de calcul qui seront la base de dimensionnement de notre périmètre d'irrigation.

# Chapitre IV :

## Calcul des besoins en eau des cultures

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

### **IV -1) Introduction**

Cette étude a pour objectif l'étude des besoins en eau des cultures, et ce sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, les potentialités des sols, l'eau disponible, la fertilité des sols, les pratiques culturales et méthodes d'irrigation.

La détermination des besoins en eau est régie par le phénomène d'évapotranspiration.

### **IV -2) Les besoins en eau d'une culture**

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme étant la dose apportée aux cultures dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela on définit :

### **IV -2-2 ) Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence (ET<sub>0</sub>)**

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration [1].

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, poussant activement dans des conditions hydriques optimales.

### **IV -2-1 ) Evapotranspiration maximale ou de culture (ETM)**

C'est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, suivant un stade végétatif donné.

L'évapotranspiration maximale d'une culture est donnée par l'expression ci-dessous :

$$ETM = K_C * ET_0$$

**Avec :**

$K_C$  : Représente le coefficient cultural, il dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence :

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont :

- Penman (1948)
- Turc
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

En ce qui concerne notre étude, le calcul des besoins en eau des cultures a été effectué à l'aide du logiciel *CROPWAT* version 8, qui permet l'évaluation de l'évapotranspiration de référence [2], selon la méthode **Penman et Monteith** modifiée.

#### **IV -2-3) Méthode de Penman et Momteith modifiée**

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, prédit de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride.

La formule de **Penman&Montheit**, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)]$$

Où:

$ET_0$  : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

$W$  : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitude.



$R_n$  : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

$F(u)$  : Fonction liée au vent.

$ea$  : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

$ed$  : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ( $ea - ed$ ) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Dans le tableau *IV- 1*, nous présentons l'évapotranspiration de référence  $ET_0$ , calculée à l'aide du logiciel *CROPWAT. 8*, selon la formule de *Penman&Monteith*, modifiée.

**Tableau IV- 1** : Les résultats de l' $ET_0$  obtenir à l'aide du logiciel CROPWAT

| <b>Pays : Algérie</b>   |                        |                        |                                    | <b>Station climatique : El-Esnam</b> |                          |                               |                          |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <b>Altitude : 550 m</b> |                        |                        |                                    | <b>Coordonnées : 36 LN</b>           |                          |                               |                          |
| <b>Mois</b>             | <b>Temp<br/>min °C</b> | <b>Temp<br/>max °C</b> | <b>Humidité<br/>relative<br/>%</b> | <b>Vent<br/>(km/<br/>jour)</b>       | <b>Insol<br/>(heurs)</b> | <b>Radiation<br/>(MJ/m2j)</b> | <b>ET0<br/>(mm/jour)</b> |
| <b>J</b>                | 4.5                    | 13.2                   | 77.0                               | 224.6                                | 5.4                      | 8.9                           | <b>1.38</b>              |
| <b>Fe</b>               | 4.3                    | 14.9                   | 78.0                               | 224.6                                | 6.6                      | 12.3                          | <b>1.87</b>              |
| <b>M</b>                | 6.5                    | 18.1                   | 74.0                               | 216.0                                | 7.7                      | 16.6                          | <b>2.78</b>              |
| <b>A</b>                | 7.9                    | 20.3                   | 69.0                               | 267.8                                | 8.7                      | 20.8                          | <b>3.91</b>              |
| <b>Mai</b>              | 12.3                   | 25.3                   | 65.0                               | 241.9                                | 9.2                      | 23.1                          | <b>5.04</b>              |
| <b>Jun</b>              | 16.9                   | 31.9                   | 58.0                               | 241.9                                | 10.7                     | 25.8                          | <b>6.69</b>              |
| <b>Jlt</b>              | 19.8                   | 35.2                   | 51.0                               | 233.3                                | 10.7                     | 25.5                          | <b>7.32</b>              |
| <b>At</b>               | 20.4                   | 35.0                   | 49.0                               | 216.0                                | 9.9                      | 23.0                          | <b>6.69</b>              |
| <b>Sep</b>              | 16.9                   | 29.6                   | 63.0                               | 198.7                                | 8.2                      | 18.2                          | <b>4.52</b>              |
| <b>O</b>                | 13.3                   | 25.1                   | 71.0                               | 172.8                                | 7.7                      | 14.4                          | <b>2.94</b>              |
| <b>N</b>                | 8.4                    | 17.7                   | 75.0                               | 207.4                                | 5.8                      | 9.8                           | <b>1.75</b>              |
| <b>D</b>                | 5.6                    | 14.1                   | 80.0                               | 224.6                                | 5.4                      | 8.3                           | <b>1.25</b>              |
| <b>Année</b>            | <b>11,4</b>            | <b>23,37</b>           | <b>67,5</b>                        | <b>222,47</b>                        | <b>8</b>                 | <b>17,225</b>                 | <b>3,84</b>              |

**IV -2-4) calcul des pluies efficaces**

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend des caractéristiques du sol, et de l'intensité des pluies.

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage détaillée comme suit :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = A \times \text{Pluies totales (mm/mois)}$$

Avec :

**A** : coefficient estimé à 0,8. Les pluies efficaces sont données dans le tableau suivant :

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

| Mois                      | Jan   | fév   | mars  | avril | mai   | Juin | juil. | août | sept  | Oct   | nov   | déc.  |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| <b>P<sub>sec80%</sub></b> | 33.88 | 23.37 | 22.01 | 25.84 | 20.98 | 5.02 | 3.43  | 4.69 | 18.64 | 20.58 | 26.32 | 32.40 |
| <b>P<sub>eff</sub></b>    | 27.10 | 18.70 | 17.61 | 20.67 | 16.78 | 4.02 | 2.74  | 3.75 | 14.91 | 16.46 | 21.06 | 25.92 |

**IV -3 ) Occupation des sols et choix des cultures**

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

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivant :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturelle des sols basée sur l'étude pédologique.
- 

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses conditions du périmètre d'El Esnam, nous avons tenu compte :

- De la vocation agro-alimentaire de la région.
- Du choix des services agricoles de la wilaya qui tendent vers la diversification et l'intensification des cultures pratiquées dans la région.
- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.
- Des disponibilités des moyens de production.

Pour notre périmètre le choix des cultures s'est basé comme suit :

#### ***IV -3-1) La céréaliculture***

La superficie cultivée en céréales est la plus importante, elle occupe 38.68 % de la surface totale enquêtée et cultivée. Les agriculteurs pratiquent le plus souvent la culture de blé dur, soit environ 77.22% de la surface emblavée. Le reste de la superficie est cultivé en orge.

Les céréales sont cultivées en tête d'assolement, elles sont semées dès les premières pluies du mois d'octobre et de novembre.

#### ***IV -3-2) Cultures fourragères***

Les cultures fourragères s'étendent sur une superficie de 85 Ha. Les fourrages verts plus nutritifs et plus énergétiques, tel que le bersim, luzerne, sorgho, maïs, ne sont pas pratiqués d'une part et d'autre part l'élevage bovin est quasiment absent dans les exploitations. Elles sont cultivées généralement au mois de Mars.

#### ***IV -3-3) Arboriculture***

L'occupation du sol par l'arboriculture de toutes espèces confondues est de 148.42 Ha.

Parmi les espèces fruitières rencontrées nous citons, l'oranger et le citronnier, ainsi que l'olivier pour les autres espèces. L'irrigation de l'arboriculture dans la zone d'étude est relativement faible.

#### ***IV -3-4) Cultures maraîchères***

Sur l'ensemble des exploitations enquêtées, 15.54% sont occupées par le maraichage, soit une superficie totale de 79.23 Ha. Ces cultures sont pratiquées généralement en plein champ. Les cultures maraîchères de plein champ pratiquées sont la pomme de terre, de saison et d'arrière saison, la fève, le petit pois, le chou-fleur, la carotte, le navet, la tomate, le piment, le poivron. L'importance de la culture de la pomme de terre est suivie par celle de la tomate qui très développée dans l'aire d'étude utilisée à double fins la consommation et l'industrie.

#### ***IV -4 ) Assolement et rotation des cultures :***

Pour mieux valoriser et préserver les ressources du sol, nous avons pris en considération un assolement de cultures maraîchères/céréalières.

La répartition des cultures maraichères dans le périmètre est détaillée comme suit :

**Tableau IV -3:** Surfaces occupées par les différentes cultures.

| Type des Cultures    | Surface occupée (ha) |
|----------------------|----------------------|
| Céréales             | 197.3                |
| Blé                  | 152.38               |
| Orge                 | 44.93                |
| Cultures maraichères | 79.23                |
| tomate               | 16.94                |
| pomme de terre       | 62.29                |
| Fourrages            | 85                   |
| Maïs fourrager       | 47.29                |
| Sorgho fourrager     | 37.71                |
| Arboriculture        | 148.42               |
| oranger              | 38.56                |
| Vignes               | 28.17                |
| Olivier              | 81.78                |
| surface totale       | 510                  |

Le calendrier cultural est détaillé comme suit :

**Tableau IV -4:** Calendrier cultural selon l'assolement choisi.

| Culture              | Sep              | Oct. | Nov. | Déc. | Jan | Fév. | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil. | Aout |
|----------------------|------------------|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|------|
| Céréales             | Blé              |      |      |      | ←   |      |     |     |     |      |       | →    |
|                      | Orge             |      |      |      | ←   |      |     |     |     |      |       | →    |
| Cultures maraichères | Tomate           |      |      |      |     |      |     | ←   |     |      |       | →    |
|                      | Pomme de terre   |      |      |      | →   |      |     |     |     |      |       | ←    |
| Fourrages            | Maïs fourrager   |      |      |      |     |      |     | ←   |     |      |       | →    |
|                      | Sorgho fourrager |      |      |      |     |      |     | ←   |     |      |       | →    |
| Arboriculture        | oranger          | ←    |      |      |     |      |     |     |     |      |       | →    |
|                      | Vignes           | ←    |      |      |     |      |     |     |     |      |       | →    |
|                      | Olivier          | ←    |      |      |     |      |     |     |     |      |       | →    |

**IV -5) Détermination des Besoins en eau des cultures**

Les besoins en eau mensuels sont déterminés par le bilan hydrique suivant :

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU)$$

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm / jour)

$P_{eff}$  : est la pluie efficace

RFU : Réserve facilement utilisable qui représente l'humidité du sol du mois  $i-1$ , on a :

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

Avec :

$H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ ;

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement ;

Y : degré de tarissement ;

Da : densité apparente ;

Z : profondeur d'enracinement mm ;

Les résultats de calcul de chaque culture sont récapitulés dans les tableaux suivants :

**Tableau IV -5:** Calcul des besoins en eau du Blé.

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ET0(mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|-----------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6     | 0    | 0                 |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2      | 0    | 0                 |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5      | 0    | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5      | 0.7  | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4      | 0,85 | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1      | 0,95 | 19,52             |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4      | 1.05 | 48,85             |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3     | 1.05 | 102,49            |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2     | 1.05 | 141,97            |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7     | 0.6  | 116,40            |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6     | 0    | 0                 |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7     | 0    | 0                 |

**Tableau IV -6:** Calcul des besoins en eau de l'Orge.

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ET0(mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|-----------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6     | 0    | 0                 |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2      | 0    | 0                 |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5      | 0    | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5      | 0.7  | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4      | 0,85 | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1      | 0,95 | 19,52             |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4      | 1.05 | 48,85             |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3     | 1.05 | 102,49            |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2     | 1.05 | 141,97            |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7     | 0.6  | 116,40            |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6     | 0    | 0                 |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7     | 0    | 0                 |

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

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ETO (mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|------------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6      | 0    | 0                 |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2       | 0    | 0                 |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5       | 0    | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5       | 0.7  | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4       | 0,85 | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1       | 0,95 | 19,52             |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4       | 1.05 | 48,85             |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3      | 1.05 | 102,49            |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2      | 1.05 | 141,97            |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7      | 0.6  | 116,40            |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6      | 0    | 0                 |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7      | 0    | 0                 |

**Tableau IV-8:** Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (de saison).

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ETO (mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|------------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6      | 0    | 0                 |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2       | 0    | 0                 |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5       | 0    | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5       | 0    | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4       | 0    | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1       | 0    | 0                 |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4       | 0.5  | 16,18             |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3      | 0,8  | 77,86             |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2      | 1.05 | 149,91            |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7      | 0.75 | 86,30             |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6      | 0    | 0                 |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7      | 0    | 0                 |

**Tableau IV-9:** Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (arrière saison).

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ETO (mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|------------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6      | 0,95 | 113,91            |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2       | 0,9  | 33,22             |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5       | 0,75 | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5       | 0,6  | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4       | 0    | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1       | 0    | 0                 |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4       | 0    | 0                 |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3      | 0    | 0                 |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2      | 0    | 0                 |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7      | 0    | 0                 |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6      | 0    | 0                 |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7      | 0,75 | 128,95            |



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

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ETO (mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|------------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6      | 0    | 0                 |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2       | 0    | 0                 |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5       | 0    | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5       | 0    | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4       | 0    | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1       | 0    | 0                 |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4       | 0,7  | 40,77             |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3      | 0,85 | 79,03             |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2      | 1.2  | 164,66            |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7      | 1.2  | 236,82            |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6      | 1.2  | 295,30            |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7      | 1    | 196,95            |

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

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ETO (mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|------------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6      | 0    | 0                 |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2       | 0    | 0                 |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5       | 0    | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5       | 0    | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4       | 0    | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1       | 0    | 0                 |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4       | 0,5  | 0                 |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3      | 0,75 | 67,30             |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2      | 0,95 | 126,86            |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7      | 1    | 196,68            |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6      | 1    | 216,86            |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7      | 0    | 0                 |

**Tableau IV-12:** Calcul des besoins en eau de l'oranger

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ETO (mm/j) | Kc  | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|------------|-----|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6      | 0,8 | 93,57             |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2       | 0.7 | 45,28             |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5       | 0.7 | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5       | 0.7 | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4       | 0.8 | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1       | 0.9 | 0                 |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4       | 0,9 | 57,45             |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3      | 0,9 | 84,90             |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2      | 0,8 | 104,18            |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7      | 0.8 | 156,54            |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6      | 0.8 | 172,94            |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7      | 0.8 | 156,81            |

**Tableau IV-13:** Calcul des besoins en eau de la Vigne.

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ETO (mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|------------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6      | 0,55 | 59,67             |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2       | 0    | 0                 |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5       | 0    | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5       | 0    | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4       | 0    | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1       | 0,3  | 0                 |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4       | 0,5  | 0                 |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3      | 0,6  | 49,71             |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2      | 0,7  | 89,06             |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7      | 0.9  | 176,61            |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6      | 0.7  | 150,98            |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7      | 0.6  | 116,67            |

**Tableau IV -14:** Calcul des besoins en eau de l'olivier.

| Mois      | Pluie (mm) | Pluie eff (mm) | ETO (mm/j) | Kc   | Besoin bruts (mm) |
|-----------|------------|----------------|------------|------|-------------------|
| Septembre | 18.64      | 14.91          | 135,6      | 0.7  | 80,01             |
| Octobre   | 20.58      | 16.46          | 88,2       | 0.65 | 40,87             |
| Novembre  | 26.32      | 21.06          | 52,5       | 0.65 | 0                 |
| Décembre  | 32.40      | 25.92          | 37,5       | 0.65 | 0                 |
| Janvier   | 33.88      | 27.10          | 41,4       | 0,65 | 0                 |
| Février   | 23.37      | 18.70          | 56,1       | 0,65 | 0                 |
| Mars      | 22.01      | 17.61          | 83,4       | 0.65 | 0                 |
| Avril     | 25.84      | 20.67          | 117,3      | 0.65 | 55,57             |
| Mai       | 20.98      | 16.78          | 151,2      | 0.75 | 96,62             |
| Juin      | 5.02       | 4.02           | 200,7      | 0.75 | 146,51            |
| Juillet   | 3.43       | 2.74           | 219,6      | 0.75 | 161,96            |
| Août      | 4.69       | 3.75           | 200,7      | 0.75 | 146,77            |

#### IV -6) Calcul du débit caractéristique

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale, il est calculé :

$$qs = \frac{Bnet * 10 * 1000}{Nj * Ni * 3600 * Ei} \text{ L/s/ha}$$

**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** : Efficience d'irrigation ≈75%

Tableau IV -15 : Récapitulatif des besoins bruts totaux des cultures

| Désignation      | Pourcentage d'occupation | Besoins mensuel (mm) |         |   |   |   |        |         |         |          |                |         |         | Total    |
|------------------|--------------------------|----------------------|---------|---|---|---|--------|---------|---------|----------|----------------|---------|---------|----------|
|                  |                          | S                    | O       | N | D | J | F      | M       | A       | M        | J              | Jt      | A       |          |
| Blé              | 142.2                    |                      |         |   |   |   | 19,524 | 48,857  | 102,493 | 141,976  | 116,404        |         |         | 429,254  |
| Orge             | 41.95                    |                      |         |   |   |   | 19,524 | 48,857  | 102,493 | 141,976  | 116,404        |         |         | 429,254  |
| Tomate           | 25.93                    |                      |         |   |   |   |        | 16,177  | 77,86   | 149,914  | 86,299         |         |         | 330,25   |
| P. terre         | 95.38                    | 113,908              | 33,216  |   |   |   |        |         |         |          |                |         | 128,953 | 276,077  |
| Maïs fourrager   | 34.62                    |                      |         |   |   |   |        | 40,772  | 79,033  | 164,656  | 236,824        | 295,3   | 196,948 | 1013,533 |
| Sorgho fourrager | 26.6                     |                      |         |   |   |   |        |         | 67,303  | 126,856  | 196,684        | 216,856 |         | 607,699  |
| oranger          | 37.25                    | 93,568               | 45,276  |   |   |   |        | 57,452  | 84,898  | 104,176  | 156,544        | 172,936 | 156,808 | 871,658  |
| Vignes           | 27.14                    | 59,668               |         |   |   |   |        |         | 49,708  | 89,056   | 176,614        | 150,976 | 116,668 | 642,69   |
| Olivier          | 79.01                    | 80,008               | 40,866  |   |   |   |        |         | 55,573  | 96,616   | 146,509        | 161,956 | 146,773 | 728,301  |
| Total            | 511.08                   | 347,152              | 119,358 |   |   |   | 39,048 | 212,115 | 619,361 | 1015,226 | <b>1232,28</b> | 998,024 | 746,15  | 4806.05  |

D'après le tableau IV.18, les besoins de pointe correspondent au mois d'aout, soient donc **1232.28** mm/mois

Le débit spécifique calculé est très important, il est de **6.63** l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement.

Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante ;

Dans notre cas, le débit spécifique est celui du maïs fourrager, il est de :  $Q_s = 1.33$  l/s/ha, est inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

#### ***IV -6-1 ) Evaluation du débit caractéristique***

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

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

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

**$S$**  : la superficie totales à irriguer = 510 ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1.33 \cdot 510 = \mathbf{678.3 \text{ l/s}}$$

#### ***IV -7 ) Estimation des besoins en eau totaux du périmètre***

La connaissance des volumes totaux d'irrigation est indispensable, elle permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Étant donné, que nous avons pris en considération un assolement, nous avons calculé les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant, en plus des besoins de l'arboriculture (hors assolement).

**Tableau IV -16** : Besoin en eau d'irrigation des cultures

| Cultures             | Superficie en ha | Besoins en eau net (mm) | Besoins en eau brut (m3/ha ) | Besoins bruts totaux (m3) |
|----------------------|------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Céréales             | 197,3            |                         |                              |                           |
| Blé                  | 152,38           | 429,254                 | 5723,387                     | 872129,7                  |
| Orge                 | 44,93            | 429,254                 | 5723,387                     | 257151,8                  |
| Cultures maraichères | 79,23            |                         |                              |                           |
| tomate               | 16,94            | 330,25                  | 4403,333                     | 74592,47                  |
| pomme de terre       | 62,29            | 276,077                 | 3681,027                     | 229291,2                  |
| Fourrages            | 85               |                         |                              |                           |
| Maïs fourrager       | 47,29            | 979,009                 | 13053,45                     | 617297,8                  |
| Sorgho fourrager     | 37,71            | 607,699                 | 8102,653                     | 305551,1                  |
| Arboriculture        | 148,42           |                         |                              |                           |
| oranger              | 38,56            | 871,658                 | 11622,11                     | 448148,4                  |
| Vignes               | 28,17            | 642,69                  | 8569,2                       | 241394,4                  |
| Olivier              | 81,78            | 742,332                 | 9897,76                      | 809438,8                  |
|                      |                  |                         | total                        | 3 854 996                 |

D'après le tableau précédent, on remarque que le volume total des besoins en eau des cultures de notre périmètre est de 3 854 996m<sup>3</sup>. Le volume régularisé du barrage de Tilesdit (73 Hm<sup>3</sup>) et le volume alloué à l'irrigation (7 Hm<sup>3</sup>) dépassent nettement les besoins en eau, ce qui représente un atout considérable pour le développement de l'irrigation dans le périmètre d'El Asnam.

***IV -8 ) Conclusion***

Le plateau d'El Asnam présente des potentialités hydriques et édaphiques importantes, l'exploitation rationnelle de ses ressources permettra un développement agricole important. En effet, vu la superficie du périmètre, le choix des cultures proposé a mis en évidence des besoins importants qui s'élèvent à plus de 3 854 996 m<sup>3</sup>. Le barrage de Tilesdit, par son volume régularisé relativement important, pourra subvenir les besoins en eau de ces cultures.

Le projet d'irrigation est donc faisable, ce qui présente une opportunité pour le développement économique de la région.

# Chapitre V :

## Etude du système d'adduction



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

### ***V-1 ) Introduction***

Le périmètre d'El Asnam présente une superficie totale de 2260 hectares, est divisé en 6 secteurs, le secteur C (centre de périmètre d'EL-ASNAM ) de surface de 510 ha , concerne notre étude. Actuellement, ce périmètre est cultivé en espèces céréalières, maraichères et arboricoles.

Le choix de la méthode d'irrigation dépend d'un grand nombre de facteurs techniques, économiques, et sociologiques.

- Les facteurs techniques incluent :

Le type de culture, le type de sol, la topographie et la qualité de l'eau.

- Les facteurs socio-économiques incluent :

La structure des exploitations, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien et les disponibilités en main d'œuvre.

Cependant, en règle générale, le choix définitif de la méthode d'irrigation au niveau de l'exploitation sera fait par chaque exploitant en tenant compte des facteurs technico-économiques.

### ***V-2 ) Description des différents modes d'irrigation***

Les principaux modes d'irrigation existant sont :

1. Irrigation de surface.
2. Irrigation par aspersion.
3. Irrigation localisée (goutte à goutte).

#### ***V-2-1 ) Choix du mode d'irrigation***

La technique que nous choisirons, doit être plus au moins bien adaptée aux différents contextes agronomique et socio- économiques, caractérisant notre projet.

Il est prévu que le choix se fera principalement entre :

- Irrigation de surface.
- Irrigation par aspersion.
- Irrigation goutte a goutte

Ces trois méthodes sont pratiquées actuellement dans le plateau d'El-Asnam.

***V-3) Variantes d'aménagement hydro-agricole***

Le périmètre du plateau d'El- Asnam s'étend sur une superficie totale équipée de 2260 ha. La distribution de l'eau se fait à partir d'un bassin de régulation dont l'eau est refoulée par la station de pompage et alimentée gravitairement par un réseau ramifié.

***V-4) schéma d'adduction***

L'eau d'irrigation est pompée à partir du barrage Tilesdit dont la capacité est de 167 hm<sup>3</sup>. Le volume destiné à l'irrigation est de 7 hm<sup>3</sup>.

Conformément au schéma de notre aménagement, une station de pompage implantée en amont du barrage de Tilesdit est destinée à refouler l'eau vers un bassin de régulation (réservoir). Le réservoir projeté est prévu en béton armé, de forme circulaire et d'une capacité de 20.000 m<sup>3</sup>. Il sera implanté à la cote 580 m permettant ainsi d'assurer une pression suffisante au niveau de la borne la plus défavorisée. Cette pression permettra l'utilisation des équipements d'irrigation par aspersion. Le système d'adduction est détaillé comme suit :

**A) le barrage de Tilesdit**

L'aspiration de l'eau d'irrigation se fait à partir du barrage Tilesdit. La station de pompage est directement raccordée à la conduite de vidange de fond de la retenue, celle-ci permet d'utiliser la pression variable du niveau d'eau dans la retenue ce qui amène à une diminution appréciable de la consommation en énergie électrique.

**B) Station de pompage**

La station de pompage du périmètre du plateau d'El- Asnam implantée en amont du barrage de Tilesdit dans le côté droit de la digue à quelque centaines de mètres du trop plein (déversoir du barrage).

**C) Le bassin d'accumulation**

Le bassin d'accumulation présente les caractéristiques suivantes :

Tableau V-1 : Caractéristiques du bassin de régulation.

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| Cote de fond :         | 580 m                |
| Cote de niveau :       | 585.5 m              |
| Cote de la berme :     | 586 m                |
| Capacité :             | 20000 m <sup>3</sup> |
| Longueur :             | 38 m                 |
| Largeur :              | 50 m                 |
| Profond d'eau :        | 6 m                  |
| Hauteur manométrique : | 125 m                |

**V-5 ) schéma de distribution**

Le principe de distribution de la variante retenue consiste à projeter un réservoir de stockage, qui aura pour rôle de stocker l'eau et de la distribuer gravitairement aux différentes parcelles du périmètre, durant les périodes de sécheresse.

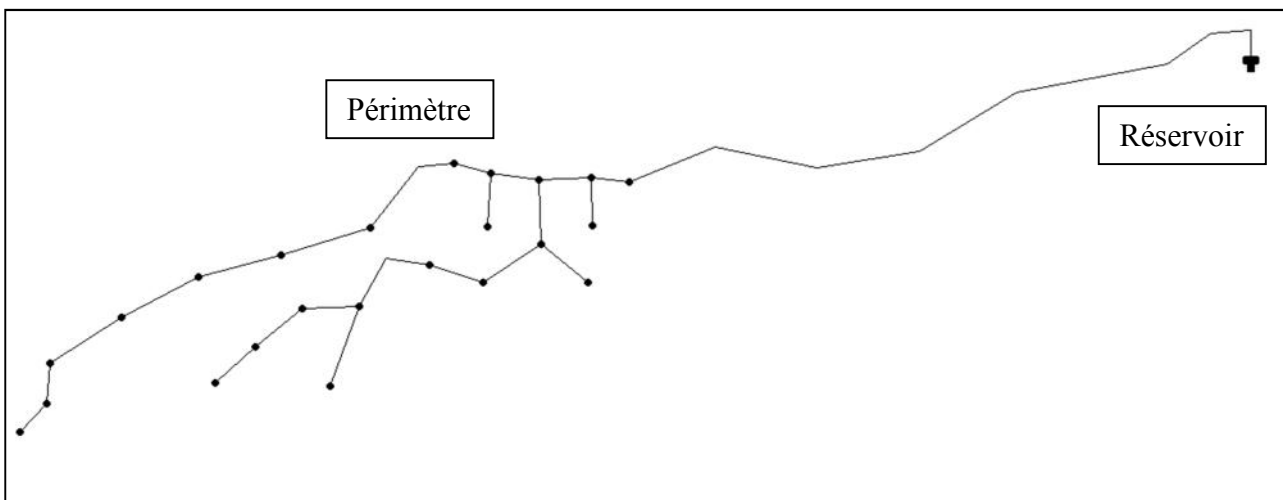


Fig V-1 : Schéma de distribution et d'adduction

**V-6 ) Découpage des îlots d'irrigation**

**V-6 -1) Généralités**

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

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

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

La situation foncière actuelle dans la zone d'étude est très hétérogène. La taille des parcelles et des exploitations est très variable.

### ***V-6 -2) Taille des îlots d'irrigation***

Après analyse foncière, topographique et hydraulique, trois (3) modèles d'exploitations ont été définis dans tout le périmètre d'El Asnam:

#### ***- Grand parcellaire (>10 ha) :***

Le découpage en îlots est guidé par les dispositions types du matériel envisageable pour l'irrigation de la parcelle. On recherchera une géométrie de l'îlot permettant de pratiquer différents modes d'irrigation, y compris le gravitaire dans de bonnes conditions techniques et économiques. L'îlot idéal a les caractéristiques suivantes :

- Forme géométrique
- Born placée au point haut
- Largeur :400 à 600 m avec la borne centrée
- Longueur maximale : 500 à 1000 m
- Surface maximale : 40 ha

#### ***- Petit parcellaire (<10 ha) :***

En petit parcellaire, les critères de dimensions de la parcelle restent identiques à ceux définis précédemment pour le grand parcellaire, mais généralement ils ne sont pas contraignants : la longueur et la largeur de la parcelle restent inférieures aux limites précédemment définies ; sauf dans quelques cas de parcelles de forme très irrégulières (parcelles très longues et très étroites).

#### ***- Micro parcellaire (<5 ha) :***

Le micro parcellaire se caractérise par des parcelles exploitées par plusieurs familles séparément ou en commun en petites superficies : quelques centaines de mètres carrés à 1 ou 2 hectares.

Les enquêtes foncières ont permis de délimiter les parcelles ainsi sous divisées, mais la recherche de toutes les limites et de tous les propriétaires à l'intérieur de la parcelle à été à juste titre considérée comme inutile pour le projet.

### ***V-7) Mode du tracé et implantation des bornes***

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. Le réseau étant en effet destiné à amener l'eau en un certain nombre de points, il serait erroné d'étudier d'abord les tracés des conduites et de placer les bornes entre elles.

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles.

On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivant :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
  - une prise par îlot d'exploitations
  - (02) prises maximum sur une même borne
  - bornes implantées en limites d'îlots
  - prend en considération la possibilité d'une modification de la structure foncière
- pour les zones a grande exploitation
  - La borne se situe au centre de la parcelle
  - 2 à 4 prises sur la même borne

### ***V-7-1) Rôle et fonction de la borne d'irrigation***

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage
- La stabilisation de la pression
- La limite du débit
- Le comptage du volume d'eau délivré

## V-8) Tracé du réseau de distribution

### V-8-1) Choix du tracé

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction, il est indispensable de:

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

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procéderons à la liaison, le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau. Le tracé escompté est un réseau ramifié (ou palmé) qui conduit à un coût d'investissement optimum (Labye et al., 1979).

#### V-8-1-1) 1ere phase : Tracé par proximité :

Il s'agit d'un tracé avec des longueurs aussi minimales que possible, ayant pour sommet les seules bornes du réseau [3].

Dans certains cas, on utilise l'algorithme de M<sup>r</sup> Kruskal, dans l'aspect général est décrit comme suit :

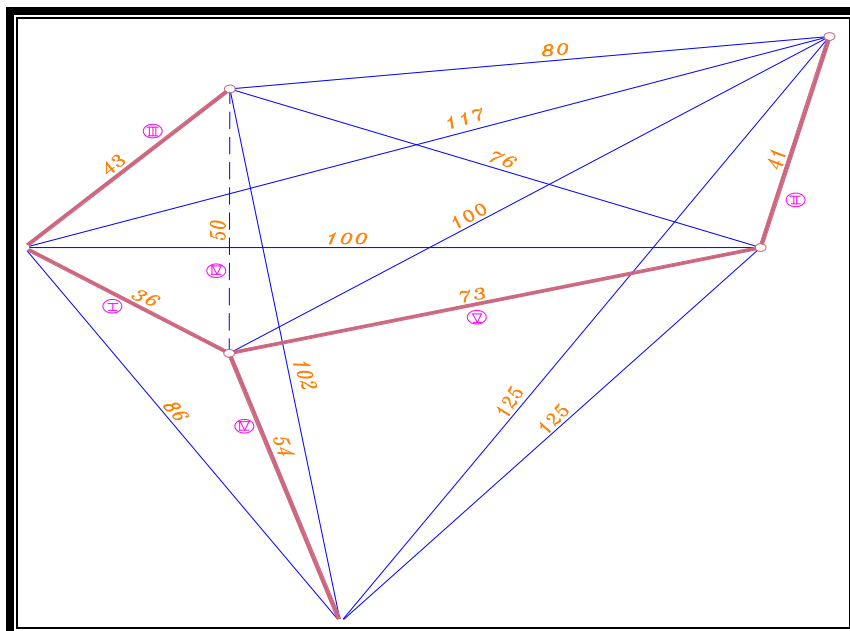


Fig. V-2 : application de l'algorithme de Kruskal

***V-8-1 -2 ) 2eme phase : Tracé à 120<sup>0</sup>***

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments, formant entre eux un angle de 120<sup>0</sup>.

***V-8-1 -3 ) 3eme phase : tracé économique***

Le tracé économique est voisin du tracé à 120<sup>0</sup> mais avec des angles aux points de jonction modifiés en fonction des positions des points.

Pour le cas de notre réseau de distribution, nous nous sommes basés sur un tracé économique constituant un réseau ramifié.

***V-9 ) Modalités de desserte de l'eau***

Le module est l'unité de débit susceptible d'être délivrée en tête des réseaux des parcelles à irrigué. La distribution de l'eau d'irrigation est dans certains cas problématique en particulier dans les mois de pointe, car la demande ne peut dépasser la main d'eau. On distingue :

***V-9-1 ) Distribution d'eau à la demande***

Dans ce mode chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit. Dans certains cas, le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu (le débit qui serait nécessaire si l'irrigation s'effectuait 24h sur 24 pendant la période de pointe).

***V-9-2 ) Distribution au tour d'arrosage***

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

***V-9-3 ) Tour d'arrosage à la borne***

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

***V-9-4 ) Tour d'arrosage au niveau de l'antenne***

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles en appliquant la modalité précédente pourront être trop faibles. On peut alors songer à regrouper plusieurs bornes sur une

antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées desservies par cette antenne constituera le module d'irrigation successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

### ***V-10) Modèle de Clément***

Si le débit est distribué aux irrigants à la demande, Il est alors indispensable de déterminer le débit de pointe d'une manière précise afin de limiter les diamètres des canalisations.

Clément (1966) a proposé une méthode de calcul pour satisfaire la demande maximale du réseau. Deux modèles ont été proposés par Clément

#### ***V-10-1) L'autre modèle appelé deuxième modèle de Clément***

qui est basé sur le processus d'irrigation, à un état donné 20

#### ***V-10-2) Un appelé le premier modèle de Clément :***

il est basé sur une approche probabilistique, ou dans une population de R bornes, le nombre de borne suit une distribution binomiale.

Dans notre étude on détaille le modèle Clément :

Pour les systèmes d'irrigation à la demande, le débit nominal des bornes ( $d$ ) est sélectionné,  $D$  est le débit calculé déterminé en fonction des besoins en eau de la période de pointe sur la base de 24 heures :  $D = q_s \times A_p$  ou le  $q_s$  est le débit fictif continu spécifique et  $A_p$  est la superficie de l'îlot à irriguer par la borne. Il permet aux fermiers d'irriguer pendant un laps de temps inférieurs à 24 heures. Cette condition implique que la probabilité que toutes les bornes opérant simultanément est très basse. Donc, ce n'est pas raisonnable de calculer le réseau d'irrigation en ajoutant les débits à délivrer à toutes les bornes simultanément. Par conséquent, la probabilité d'approche pour calculer les débits dans les sections d'un réseau à la demande a été largement utilisée dans le passé et elle continue jusqu'à aujourd'hui d'être pratique.

En résumant :

- $q_s$  est le débit spécifique continu (l/s/ha),
- $A$  la superficie irriguée (ha),
- $R$  est le nombre total de bornes,
- $d$  est le débit nominal de chaque borne (l/s)
- $T$  est la durée de la période maximum (h),



-T' est la durée d'exploitation du réseau (h),

-r est le coefficient d'utilisation du réseau (définie par la proportion T/T).

Le  $t'$  est le temps moyen d'opération de chaque borne pendant la période maximum tel que :

$$t' = \left( \frac{q_s \times A \times T}{R} \right) / d$$

La probabilité élémentaire,  $p$  d'opération de chaque prise d'eau est définie par la relation suivante :

$$p = \frac{t'}{T'} = \frac{t'}{r \times T} = \frac{q_s \times A \times T}{R \times d \times r \times T}$$

Donc :

$$p = \frac{q_s \times A}{r \times R \times d}$$

Par conséquent, pour une population de R bornes homogènes, la probabilité de trouver une borne ouverte est p, alors que la probabilité de trouver une borne fermée est (1-p). Le nombre de borne opérationnelle est considéré comme une variable aléatoire qui a une distribution binomiale avec une moyenne ( $\mu$ ).

$$\mu = R \times p$$

Et une variance ( $\sigma$ ) n

$$\sigma^2 = R \times p_{(1-p)}$$

Donc la probabilité cumulative  $P_q$  pour les bornes qui opèrent simultanément est :

$$P_q = \sum_{K=0}^N C_R^k \times p^k (1-p)^{(R-K)}$$

Ou :

$$C_R^k = \frac{R!}{K! \times (R-K)!}$$

La formule de Clément fait de façon simple l'augmentation relative du débit ( $Q'$ ) à assurer pour une distribution à la demande, soit par apport à un débit Q fictif correspondant à une distribution par rotation fonctionnant sans interruption pendant toute la journée, pour satisfaire la totalité des besoins d'irrigation

(T = 24 heures) ou soit par rapport au débit  $Q' = \frac{Q}{r}$  égale au débit Q calculé sur une durée réduite d'utilisation (T= 24 heures)

Le débit Q est calculé par la formule suivante (Ollier & Poiree, 1983) :

$$Q'' = \frac{Q}{r} \times \left( 1 - \mu \sqrt{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n}} \right)$$

Avec : n : nombre de prises

$n_1$  : nombre de prises en fonction simultanément

$$n_1 = \frac{Q}{r \times d} = \frac{q \times S}{r \times d}$$

d : c'est le débit moyen d'une prise d'arrosage

S : la surface en hectare desservie

q : le débit caractéristique ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{ha}$ ) correspond à une distribution fonctionnant sans interruption pendant la période ( $T = 24 \text{ h}$ ) ou les besoins correspondants ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) sont ce du mois de pointe .

La formule dépend de deux paramètres :

#### **Valeur de rendement d'utilisation du réseau (r)**

$$r = \frac{T'}{T} \leq 1$$

D'après Clément le rendement (r), doit rester assez proche de l'unité (Ollier & Poiree, 1983). En effet la conduite reste très rarement inutilisée totalement pendant les mois chauds et secs.

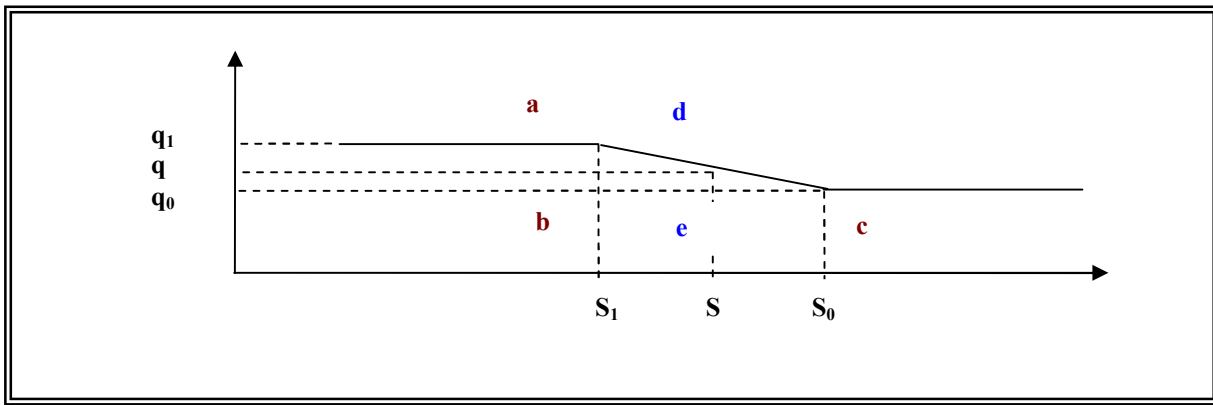
#### **V-11) Loi de débit**

Dans le cadre d'une irrigation à la demande, le débit affecté à chaque prise, sera fonction des caractéristiques de la parcelle à desservir.

Les paramètres de la loi de débit sont définis, ci-après :

- \* la conception des modèles.
- \* l'évaluation des besoins en eau du périmètre.
- \* l'analyse de la trame technique et hydraulique.
- \* la définition des tailles des îlots d'irrigation.

Conformément à la figure V.I, la loi des débits est donnée sous la forme suivante :



**Fig. V-3** : Représentation graphique de la loi de débit.

#Pour  $S \leq S_1$  : On a :  $q = q_1$ ,

#Pour  $S_1 < S \leq S_0$  :

En appliquant la théorie des triangles semblables [  $\triangle abc$  et  $\triangle dec$  ], on aura :

$$\frac{(q_1 - q_0)}{(q - q_0)} = \frac{(S_0 - S_1)}{(S_0 - S)}$$

$$\text{D'où : } q = q_0 + (q_1 - q_0) * \frac{(S_0 - S)}{(S_0 - S_1)}$$

#Pour  $S > S_0$  : On a :  $q = q_1$ .

Dans lesquelles :

$q_1$  : Débit caractéristique du modèle le plus exigeant.

$q_0$  : Débit caractéristique moyen des modèles (débit du mois de pointe).

$S_1$  : Surface occupée par le modèle le plus exigeant sur la plus longue branche.

$S_0$  : Surface occupée par les modèles dont le débit caractéristique est supérieur au débit moyen des modèles.

### V-12 ) calcul du débit fictif continu

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

Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale.

$$qs = 1.33/s/ha$$

***V-13 ) calcul du débit aux bornes***

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

$$Q_b = q_s \cdot S$$

**Q<sub>b</sub>** = Débit caractéristique de chaque îlot (l/s)

**q<sub>s</sub>** = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

**S** = Superficie de l'îlot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le (tableau V-2)

Tableau V-2 : Débits au niveau de chaque îlot

| N° ILOT | Superficie (m2) | Surface des îlots (ha) | débit spécifique (l/s) | débit brut des îlots l/s |
|---------|-----------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1       | 221500          | 22,15                  | 1,33                   | 29,46                    |
| 3       | 213400          | 21,34                  | 1,33                   | 28,38                    |
| 4       | 233800          | 23,38                  | 1,33                   | 31,10                    |
| 2       | 128400          | 12,84                  | 1,33                   | 17,08                    |
| 6       | 252000          | 25,20                  | 1,33                   | 33,52                    |
| 5       | 221500          | 22,15                  | 1,33                   | 29,46                    |
| 7       | 217100          | 21,71                  | 1,33                   | 28,87                    |
| 8       | 200000          | 20,00                  | 1,33                   | 26,60                    |
| 9       | 222100          | 22,21                  | 1,33                   | 29,54                    |
| 10      | 297000          | 29,70                  | 1,33                   | 39,50                    |
| 12      | 273700          | 27,37                  | 1,33                   | 36,40                    |
| 11      | 266000          | 26,60                  | 1,33                   | 35,38                    |
| 15      | 154700          | 15,47                  | 1,33                   | 20,58                    |
| 17      | 213800          | 21,38                  | 1,33                   | 28,44                    |
| 13      | 195100          | 19,51                  | 1,33                   | 25,95                    |
| 20      | 114000          | 11,40                  | 1,33                   | 15,16                    |
| 18      | 145200          | 14,52                  | 1,33                   | 19,31                    |
| 14      | 271000          | 27,10                  | 1,33                   | 36,04                    |
| 19      | 271400          | 27,14                  | 1,33                   | 36,10                    |
| 16      | 195100          | 19,51                  | 1,33                   | 25,95                    |
| 21      | 205700          | 20,57                  | 1,33                   | 27,36                    |
| 22      | 113600          | 11,36                  | 1,33                   | 15,11                    |
| 23      | 100100          | 10,01                  | 1,33                   | 13,31                    |
| 24      | 97000           | 9,70                   | 1,33                   | 12,90                    |
| 25      | 112200          | 11,22                  | 1,33                   | 14,92                    |
| 26      | 163700          | 16,37                  | 1,33                   | 21,77                    |
| total   | 5100000         | 510                    | /                      | 678,18                   |

**V-14 ) Choix du type de borne**

Le choix de la Borne dépend de la surface :

- Pour les surfaces  $S \leq 10ha$  on prend la Borne à deux prises
- Pour les surfaces  $S \geq 15ha$  on prend la Borne à quatre prises

**V-14 -1 ) Choix du diamètre de la borne**

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

**Tableau V-3** : Choix de diamètre de la borne.

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

Le calcul des débits des prises et des bornes sont présentées dans le **tableau V-4**

Tableau V-4 : débit au niveau des bornes et des prises

| N° de la borne | N° ILOT | débit brut des ilots l/s | débit de la borne l/s | Diamètre de la borne mm | Nombre des prises |
|----------------|---------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|
| N01            | 1       | 29,46                    | 29,46                 | 200                     | 1                 |
| N02            | 3       | 28,38                    | 28,38                 | 200                     | 1                 |
| N03            | 4       | 31,1                     | 31,1                  | 200                     | 1                 |
| N04            | 2       | 17,08                    | 17,08                 | 100                     | 1                 |
| N05            | 6       | 33,52                    | 33,52                 | 200                     | 1                 |
| N06            | 5       | 29,46                    | 58,33                 | 200                     | 2                 |
|                | 7       | 28,87                    |                       |                         |                   |
| N07            | 8       | 26,6                     | 26,6                  | 200                     | 1                 |
| N08            | 9       | 29,54                    | 29,54                 | 200                     | 1                 |
| N09            | 10      | 39,5                     | 39,5                  | 200                     | 1                 |
| N10            | 12      | 36,4                     | 36,4                  | 200                     | 1                 |
| N11            | 11      | 35,38                    | 55,95                 | 200                     | 2                 |
|                | 15      | 20,58                    |                       |                         |                   |
| N12            | 17      | 28,44                    | 28,44                 | 200                     | 1                 |
| N13            | 13      | 25,95                    | 25,95                 | 200                     | 1                 |
| N14            | 20      | 15,16                    | 34,47                 | 200                     | 2                 |
|                | 18      | 19,31                    |                       |                         |                   |
| N15            | 14      | 36,04                    | 36,04                 | 200                     | 1                 |
| N16            | 19      | 36,1                     | 62,04                 | 200                     | 2                 |
|                | 16      | 25,95                    |                       |                         |                   |
| N17            | 21      | 27,36                    | 27,36                 | 200                     | 1                 |
| N18            | 22      | 15,11                    | 28,42                 | 200                     | 2                 |
|                | 23      | 13,31                    |                       |                         |                   |
| N19            | 24      | 12,9                     | 12,9                  | 100                     | 1                 |
| N20            | 25      | 14,92                    | 36,69                 | 200                     | 2                 |
|                | 26      | 21,77                    |                       |                         |                   |
| total          | /       | 678,18                   | 678,18                | /                       | /                 |

Le nombre total de bornes est 20 bornes.

***V-15 ) Conclusion***

Dans ce chapitre, nous avons détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction.

Dans le cadre de ce projet le périmètre est découpé en 26 îlots d'irrigation, avec une superficie totale de 510 ha et une taille moyenne de 20.44 ha.

Le réseau de distribution est sous pression et la desserte est à la demande, d'où l'évaluation des débits à transiter par les différents tronçons du réseau.



# Chapitre VI :

## Calcul hydraulique des canalisations

## **Chapitre VI : Calcul hydraulique des canalisations**

### ***VI-1 ) Introduction***

Le calcul hydraulique des conduites est une étape cruciale dans le dimensionnement des réseaux d'adduction en irrigation, il a pour but de dimensionner les conduites en déterminant leurs diamètres tout en respectant les vitesses minimales admissibles et maximales, et en essayant de minimiser les pertes de charges.

### ***VI-2 ) Choix du matériau des conduites***

Le choix du matériau utilisé est fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

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

### ***VI-2 ) Choix du matériau des conduites***

Le choix du matériau utilisé est fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

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

### ***VI-2.1 ) Caractéristiques des canalisations***

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

Présentent plusieurs avantages :

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

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponible sur le marché.

**b) Conduite en acier**

Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est la corrosion.

**c) Conduite en PEHD**

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur inconvénient est le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

**Remarque**

Dans notre cas, nous utiliserons les conduites circulaires, en PEHD (polyéthylène à haute densité) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 400 mm et inférieur à 25 Bars, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur à 400 mm.

**VI-3 ) Caractéristique de la conduite de refoulement**

Pour le cas de notre périmètre, l'eau est acheminée du barrage de Tilesdit vers un bassin de stockage qui est à 586m NGA, ce dernier d'un volume de 20000 m<sup>3</sup> alimente le périmètre à l'aide de pompes.

Le dimensionnement de la conduite de refoulement s'établit en cherchant le diamètre économique qui permet de donner un coût de revient minimum entre les dépenses de fonctionnement et celle d'investissement, donc une étude technico-économique s'avère indispensable. En effet, plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus les pertes de charge seront plus importantes. Il est donc impératif de déterminer un même diamètre économique pour la conduite de refoulement.

Tableau VI-1 : Données de la conduite de refoulement

| Débit à refouler (l/s) | Linéaire total (m) | Matériaux | C <sub>R</sub> (m) | C <sub>SP</sub> (m) |
|------------------------|--------------------|-----------|--------------------|---------------------|
| 678.3                  | 3725               | Fonte     | 586                | 409.5               |

### VI-3 -1 ) Calcul des diamètres

Pour dimensionner la conduite de refoulement, on applique la formule de Bonin pour une première approximation :

$$D = \sqrt[0.5]{Q}$$

Avec:      **D** : Diamètre **intérieur** de la conduite en m  
               **Q** : Débit véhiculé par la conduite en m<sup>3</sup>/s

Donc nous avons :     $D = (0.6783)^{0.5}$

$$D = 0.823 \text{ m}$$

Le diamètre calculé obtenu est de 800 mm. Cependant, ce diamètre paraît important, une analyse technico- économique, incluant plusieurs paramètres, devra nous orienter vers le meilleur diamètre.

### VI-3-2 ) Variantes technico-économique

Afin d'établir un choix raisonnable des diamètres, nous avons établi un calcul comparatif pour différents diamètres de conduite en fonte PN16 Bars, incluant divers critères.

#### a- Calcul de la Hauteur Manométrique totale (HMT)

La hauteur d'élévation totale ou hauteur manométrique totale (HMT) se calcule comme suit :

$$H_{MT} = (HG) + \sum h_p(\text{totale})$$

#### Dans notre cas:

La hauteur géométrique (Hg) est la différence d'altitude entre la cote d'arrivée (réservoir) et celle de départ (niveau de la pompe dans la bache d'eau). Elle est calculé comme suit :

$$Hg = C_R - C_{SP} = 586 - 409.5 = 176.5 \text{ m}$$

**b- Calcul des pertes de charge totales**

On distingue les pertes de charge linéaires et singulières

- Pertes de charges linéaires  $H_L$  : sont calculées par plusieurs méthodes, dans notre cas, nous avons utilisé la formule de Darcy-Weisbach:

$$h_l = f \frac{L \bar{V}^2}{D 2g}$$

L : est la longueur de refoulement= 3725 m

D : diamètre de la conduite de refoulement= 800 mm

V : vitesse de l'eau dans la conduite (m/s);

f : est le coefficient de perte de charge ( $\lambda$ ) il est calculé comme suit :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

Re : est le nombre de Reynolds, exprimé comme suit :

$$\text{Re} = \frac{\rho \bar{V} D}{\mu} = \frac{\bar{V} D}{\nu}$$

k : est la hauteur de rugosité, dans le cas de canalisation PEHD e : 0,01 mm

On trouve après itérations  $H_L = 4.70$  m

- **Pertes de charges singulières**  
Elles représentent 15% des pertes de charges linéaires :  
Dans ce cas  $H_s = 0.15 \times 5.71 = 0.70$  m
- **Pertes de charge Totales**  
 $H_{\text{totale}} = H_L + H_s = 5.40$  m
- **Hauteur manométrique totale (HMT)**  
 $HMT = HG + HT = 176.5 + 6.56 = 181.89$  m  
Donc **HMT = 182 m**

Pour le choix du diamètre optimal, il est calculé en fonction de plusieurs critères : hydraulique, énergétique et économique.

Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux suivants :

**Tableau VI-2** : Calcul de la HMT pour divers diamètres de conduite

| Diamètre (mm) | Longueur (m) | Débit (l/s) | Vitesse (m/s) | Hg (m) | HMT (m) |
|---------------|--------------|-------------|---------------|--------|---------|
| <b>500</b>    | 3725         | 678,3       | 3,456         | 176,5  | 229,2   |
| <b>600</b>    | 3725         | 678,3       | 2,400         | 176,5  | 198,18  |
| <b>700</b>    | 3725         | 678,3       | 1,763         | 176,5  | 186,77  |
| <b>800</b>    | 3725         | 678,3       | 1,350         | 176,5  | 181,89  |

**Tableau VI-3** : Calcul des dépenses énergétique annuelles en fonction des diamètres

| Diamètre (mm) | Débit (l/s) | HMT (m) | Puissance | Prix unitaire moyen (DA) | Consommation Annuelle | Dépenses annuelles (DA) |
|---------------|-------------|---------|-----------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>500</b>    | 678,3       | 229,2   | 1859,9085 | 2,72                     | 13577332,24           | 36930344                |
| <b>600</b>    | 678,3       | 198,18  | 1608,1879 | 2,72                     | 11739771,83           | 31932179                |
| <b>700</b>    | 678,3       | 186,77  | 1515,5982 | 2,72                     | 11063867,12           | 30093719                |
| <b>800</b>    | 678,3       | 181,89  | 1475,9981 | 2,72                     | 10774786,05           | 29307418                |

**Tableau VI-4** : Calcul du prix de revient des diamètres de la conduite

| Diamètre (mm) | prix de pose (DA) | Prix du ml (DA) | Longueur (m) | Prix total (DA) | Annuité (DA) | Investissement (DA) |
|---------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|---------------------|
| <b>500</b>    | 1280,43           | 28000           | 3725         | 6632101,8       | 0,09         | 9685380,635         |
| <b>600</b>    | 1503,24           | 38000           | 3725         | 7834569         | 0,09         | 13066881,73         |
| <b>700</b>    | 1742,29           | 48000           | 3725         | 9097530,3       | 0,09         | 16453754,69         |
| <b>800</b>    | 1786,2            | 61000           | 3725         | 9633595         | 0,09         | 20581316,36         |

Tableau VI-5 : Bilan technico-économique des diamètres choisis

| Diamètre (mm) | Dépenses annuelles (DA) | Investissement (DA) | total (DA) |
|---------------|-------------------------|---------------------|------------|
| 500           | 36930344                | 9685380,6           | 46615724,3 |
| 600           | 31932179                | 13066882            | 44999061,1 |
| 700           | 30093719                | 16453755            | 46547473,2 |
| 800           | 29307418                | 20581316            | 49888734,4 |

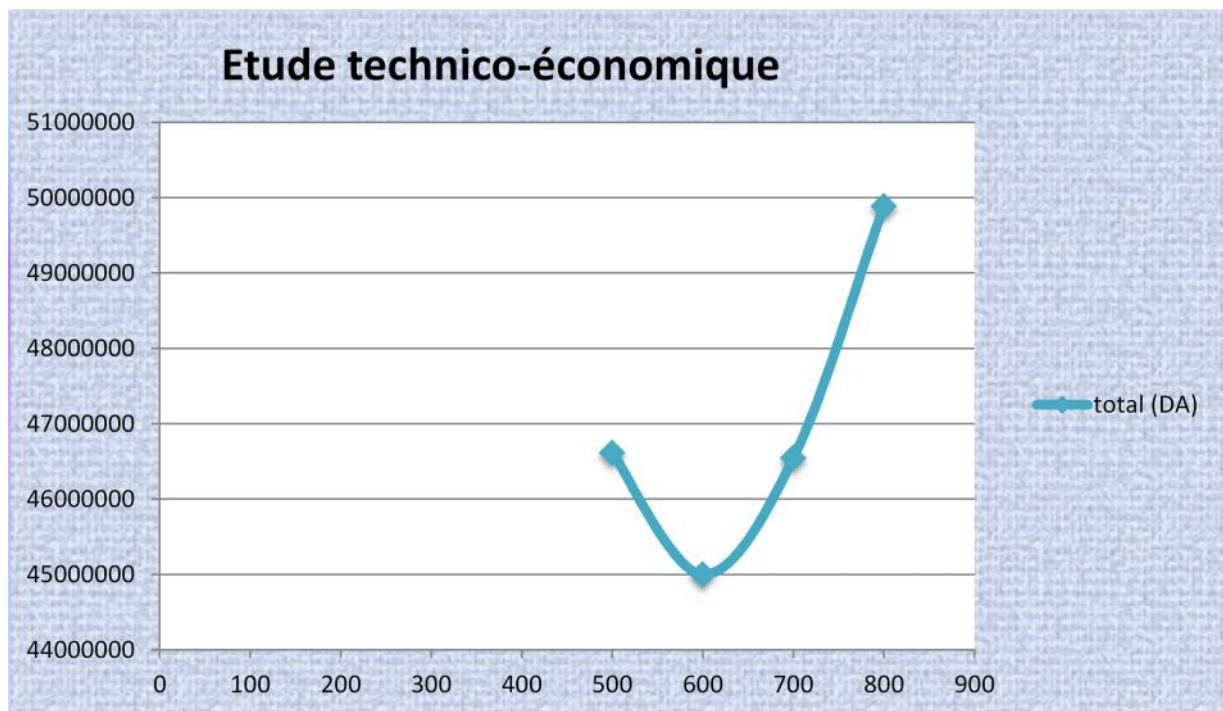


Fig V-1 : Résultats de l'étude technico-économique

D'après le graphe précédent, on s'aperçoit que le diamètre optimal est de  $D=600$  mm. On prend donc ce diamètre pour la conduite de refoulement.

**Tableau VI-6** : caractéristiques hydrauliques de la conduite de refoulement

| D(mm) | V(m/s) | Q(m <sup>3</sup> /s) | HMT(m) |
|-------|--------|----------------------|--------|
| 600   | 2.40   | 0.678                | 198.2  |

#### **VI-4 ) Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire**

Après avoir calculé les débits de chaque ilot ou parcelle, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite de refoulement, nous procédons à la deuxième étape de calcul celle du réseau gravitaire, qui correspond

+à la détermination des diamètres du réseau de distribution gravitaire, c'est-à-dire du bassin d'accumulation vers les bornes ou parcelles. Il existe de nombreuses solutions adéquates aux contraintes techniques du problème.

##### **VI-4-1) Vitesses admissibles**

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique:

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

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

##### **VI-4-2 ) Calcul des diamètres**

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

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

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



Avec :

- **Q** : débit, exprimé en m<sup>3</sup>/s ;
- **D** : diamètre exprimé en mm.
- **V** : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.25 m/s

### VI-4-3 ) Calcul 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 :

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

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

$Q$  : débit en m<sup>3</sup>/s

$D$  : diamètre de la conduite considérée

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

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

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

**Tableau VI-7** : Les paramètres de perte de charge

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

Pour une conduite en fonte/PEHD, on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente  $K=0.1$  mm,

$L=1.6$

$M=1.975$

$N=5.25$

Nous avons estimé la vitesse dans la conduite égale à 1.25 m/s.

Tableau VI-8 : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

| N° du point | N° du tronçon | Longueur tronçon L(m) | Longueur tronçon L(km) | débit Q(l/s) | débit Q(m <sup>3</sup> /H) | débit Q(m <sup>3</sup> /S) | diamètre conduite (mm) | diamètre conduite (m) | diamètre normalisé (mm) | Vitesse (m /s) | vitesse réelle (m/s) | P. charge totale Δ Ht (m) | Cote terrain naturel CTN (m) | Cote piézométrique Z (m) | Pression au point P(m) |
|-------------|---------------|-----------------------|------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| R           |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 580                          | 586,00                   |                        |
|             | R-B1          | 3273,09               | 3,27                   | 678,17       | 2441,41                    | 0,68                       | 831,13                 | 0,83                  | 800                     | 1,25           | 1,35                 | 5,29                      |                              |                          |                        |
| B1          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 530                          | 580,71                   | 50,71                  |
|             | B1-N1         | 265,20                | 0,27                   | 648,71       | 2335,36                    | 0,65                       | 812,88                 | 0,81                  | 800                     | 1,25           | 1,29                 | 0,39                      |                              |                          |                        |
| N1          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 530                          | 580,32                   | 50,32                  |
|             | N1-B2         | 340,90                | 0,34                   | 28,38        | 102,17                     | 0,03                       | 170,02                 | 0,17                  | 200                     | 1,25           | 0,90                 | 1,42                      |                              |                          |                        |
| B2          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 515                          | 578,90                   | 63,90                  |
|             | N1-B4         | 398,50                | 0,40                   | 389,50       | 1402,20                    | 0,39                       | 629,87                 | 0,63                  | 600                     | 1,25           | 1,38                 | 0,95                      |                              |                          |                        |
| B4          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 530                          | 579,37                   | 49,37                  |
|             | B4-N2         | 349,90                | 0,35                   | 292,55       | 1053,18                    | 0,29                       | 545,88                 | 0,55                  | 600                     | 1,25           | 1,04                 | 0,49                      |                              |                          |                        |
|             | B4-B5         | 586,80                | 0,59                   | 310,70       | 1118,52                    | 0,31                       | 562,56                 | 0,56                  | 600                     | 1,25           | 1,10                 | 0,92                      |                              |                          |                        |
| B5          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 507                          | 578,45                   | 71,45                  |
|             | B5-B3         | 395,10                | 0,40                   | 31,10        | 111,96                     | 0,03                       | 177,98                 | 0,18                  | 200                     | 1,25           | 0,99                 | 1,96                      |                              |                          |                        |
| B3          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 505                          | 576,50                   | 71,50                  |
|             | B5-B7         | 387,30                | 0,39                   | 246,08       | 885,89                     | 0,25                       | 500,65                 | 0,50                  | 500                     | 1,25           | 1,25                 | 0,97                      |                              |                          |                        |
| B7          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 507                          | 577,48                   | 70,01                  |
|             | B7-B9         | 383,40                | 0,38                   | 219,48       | 790,13                     | 0,22                       | 472,82                 | 0,47                  | 500                     | 1,25           | 1,12                 | 0,77                      |                              |                          |                        |
| B9          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 511                          | 576,71                   | 65,71                  |
|             | B9-N3         | 681,10                | 0,68                   | 179,98       | 647,93                     | 0,18                       | 428,17                 | 0,43                  | 500                     | 1,25           | 0,92                 | 0,94                      |                              |                          |                        |
| N3          |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 507                          | 575,76                   | 68,76                  |
|             | N3-B11        | 635,30                | 0,64                   | 55,95        | 201,42                     | 0,06                       | 238,73                 | 0,24                  | 250                     | 1,25           | 1,14                 | 3,12                      |                              |                          |                        |
| B11         |               |                       |                        |              |                            |                            |                        |                       |                         |                |                      |                           | 495                          | 572,64                   | 77,64                  |
|             | N3-B13        | 364,10                | 0,36                   | 124,03       | 446,51                     | 0,12                       | 355,44                 | 0,36                  | 400                     | 1,25           | 0,99                 | 0,76                      |                              |                          |                        |

|     |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      |        |        |       |
|-----|---------|--------|------|--------|--------|------|--------|------|-----|------|------|------|--------|--------|-------|
| B13 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 507,5  | 575,00 | 67,50 |
|     | B13-B15 | 470,50 | 0,47 | 98,08  | 353,09 | 0,10 | 316,08 | 0,32 | 315 | 1,25 | 1,26 | 2,10 |        |        |       |
| B15 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 504    | 572,90 | 68,90 |
|     | B15-B16 | 339,90 | 0,34 | 62,04  | 223,34 | 0,06 | 251,38 | 0,25 | 250 | 1,25 | 1,26 | 2,03 |        |        |       |
| B16 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 503    | 570,87 | 67,87 |
|     |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      |        |        |       |
| N2  |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 530    | 578,88 | 48,88 |
|     | N2-B8   | 216,10 | 0,22 | 234,22 | 843,19 | 0,23 | 488,44 | 0,49 | 500 | 1,25 | 1,19 | 0,49 |        |        |       |
| B8  |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 530    | 578,39 | 48,39 |
|     | B8-B10  | 734,10 | 0,73 | 204,68 | 736,85 | 0,20 | 456,60 | 0,46 | 500 | 1,25 | 1,04 | 1,30 |        |        |       |
| B10 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 520    | 577,09 | 57,09 |
|     | B10-B12 | 653,50 | 0,65 | 168,28 | 605,81 | 0,17 | 414,02 | 0,41 | 400 | 1,25 | 1,34 | 2,44 |        |        |       |
| B12 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 516,22 | 574,65 | 58,43 |
|     | B12-B14 | 139,84 | 0,14 | 139,84 | 503,42 | 0,14 | 377,41 | 0,38 | 400 | 1,25 | 1,11 | 0,37 |        |        |       |
| B14 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 516    | 574,28 | 58,28 |
|     | B14-B17 | 551,70 | 0,55 | 105,37 | 379,33 | 0,11 | 327,61 | 0,33 | 400 | 1,25 | 0,84 | 0,85 |        |        |       |
| B17 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 515,28 | 573,43 | 58,15 |
|     | B17-B18 | 704,70 | 0,70 | 78,01  | 280,84 | 0,08 | 281,89 | 0,28 | 315 | 1,25 | 1,00 | 2,04 |        |        |       |
| B18 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 514    | 571,39 | 57,39 |
|     | B18-B19 | 401,60 | 0,40 | 49,59  | 178,52 | 0,05 | 224,75 | 0,22 | 250 | 1,25 | 1,01 | 1,57 |        |        |       |
| B19 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 501    | 569,82 | 68,82 |
|     | B19-B20 | 291,60 | 0,29 | 36,69  | 132,08 | 0,04 | 193,32 | 0,19 | 200 | 1,25 | 1,17 | 1,97 |        |        |       |
| B20 |         |        |      |        |        |      |        |      |     |      |      |      | 495    | 567,85 | 72,85 |

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

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

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

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

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

**Tableau VI-9** : Résultat de calcul par Epanet (Pressions et charge)

| Nœud | Demande Base (l/s) | Altitude (m) | Charge (m) | Pression (m) |
|------|--------------------|--------------|------------|--------------|
| B01  | 29,46              | 530          | 581,3      | 51,3         |
| B02  | 28,38              | 515          | 579,77     | 64,77        |
| B03  | 31,1               | 505          | 576,6      | 71,6         |
| B04  | 17,08              | 530          | 579,02     | 49,02        |
| B05  | 33,52              | 507          | 578,21     | 71,21        |
| B06  | 58,33              | 517,8        | 576,81     | 59,01        |
| B07  | 26,6               | 507,47       | 577,37     | 69,9         |
| B08  | 29,54              | 530          | 578,16     | 48,16        |
| B09  | 39,5               | 511          | 576,7      | 65,7         |
| B10  | 36,4               | 520          | 577,01     | 57,01        |
| B11  | 55,95              | 495          | 573,27     | 78,27        |
| B12  | 28,44              | 516,22       | 574,93     | 58,71        |
| B13  | 25,95              | 507,5        | 575,21     | 67,71        |
| B14  | 34,47              | 516          | 573,56     | 57,56        |
| B15  | 36,04              | 504          | 573,44     | 69,44        |
| B16  | 62,04              | 503          | 580,35     | 77,35        |
| B17  | 27,36              | 515,28       | 572,83     | 57,55        |
| B18  | 28,42              | 514          | 571,1      | 57,1         |
| B19  | 12,9               | 501          | 569,78     | 68,78        |
| B20  | 36,69              | 495          | 568,17     | 73,17        |
| N01  | 0                  | 530          | 580,94     | 50,94        |
| N02  | 0                  | 530          | 578,59     | 48,59        |
| N03  | 0                  | 507          | 575,87     | 68,87        |

Tableau VI-10 : Résultats de simulation par le logiciel Epanet (Vitesse et perte de charge)

| tronçon   | N-ini | N-Fin | longueur (m) | Diamètre (mm) | Débit (l/s) | Vitesse (m/s) | Pert.Charge Unit (m/km) |
|-----------|-------|-------|--------------|---------------|-------------|---------------|-------------------------|
| Adduction | R     | B1    | 3273         | 800           | 678,17      | 1,35          | 1,44                    |
| T1        | B1    | N1    | 265,2        | 800           | 265,2       | 1,29          | 1,32                    |
| T2        | N1    | B2    | 340,9        | 200           | 28,38       | 0,9           | 3,45                    |
| T3        | N1    | B4    | 389,5        | 600           | 620,33      | 2,19          | 4,95                    |
| T4        | B4    | B5    | 586,8        | 600           | 310,7       | 1,1           | 1,38                    |
| T5        | B5    | B3    | 395,1        | 200           | 31,1        | 0,99          | 4,08                    |
| T6        | B5    | B7    | 387,3        | 500           | 246,08      | 1,25          | 2,17                    |
| T7        | B7    | B9    | 383,4        | 500           | 219,48      | 1,12          | 1,76                    |
| T8        | B9    | N3    | 681,1        | 500           | 179,98      | 0,92          | 1,22                    |
| T9        | N3    | B11   | 635,3        | 250           | 55,95       | 1,14          | 4,09                    |
| T10       | N3    | B13   | 364,1        | 400           | 124,03      | 0,99          | 1,81                    |
| T11       | B13   | B15   | 470,5        | 315           | 98,08       | 1,26          | 3,75                    |
| T12       | B15   | B16   | 339,9        | 250           | 62,04       | 1,26          | 4,95                    |
| T13       | B4    | N2    | 349,9        | 600           | 292,55      | 1,03          | 1,23                    |
| T14       | N2    | B6    | 402,9        | 250           | 58,33       | 1,19          | 4,42                    |
| T15       | N2    | B8    | 216,1        | 500           | 234,22      | 1,19          | 1,98                    |
| T16       | B8    | B10   | 743,1        | 500           | 204,68      | 1,04          | 1,54                    |
| T17       | B10   | B12   | 653,5        | 400           | 168,28      | 1,34          | 3,18                    |
| T18       | B12   | B14   | 605,6        | 400           | 139,84      | 1,11          | 2,26                    |
| T19       | B14   | B17   | 551,7        | 400           | 105,7       | 0,84          | 1,34                    |
| T20       | B17   | B18   | 704,7        | 315           | 78,01       | 1             | 2,45                    |
| T21       | B18   | B19   | 401,6        | 250           | 49,59       | 1             | 3,27                    |
| T22       | B19   | B20   | 291,6        | 200           | 36,69       | 1,17          | 5,55                    |

***VI-5 ) Conclusion***

Dans ce chapitre, nous avons abordé le calcul hydraulique des canalisations du système d'adduction du périmètre d'étude qui présente une superficie de 518 ha.

Pour la variante retenue dans le projet, nous avons projeté un système de pompage qui va alimenter le périmètre par refoulement un bassin d'accumulation, la conduite de refoulement a été dimensionnée pour un diamètre optimal de 600 mm.

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

Chapitre VII :  
Etude de la station de  
pompage



## Chapitre VII : Etude de la station de pompage

### *VII-1) Choix de l'équipement principal*

Le réseau de distribution et d'adduction du plateau de Tilesdit par sa topographie accidentée dans sa partie orientale, nécessite l'alimentation des terres agricoles par surpression et donc une mise en charge d'un réservoir à partir du barrage de Tilesdit, celui-ci alimente par pompage l'ensemble du périmètre de plateau de Tilesdit, les terres situées en aval du réservoir seront irriguées de façon gravitaire.

### *VII-2 ) Les pompes : Etude théorique*

Les pompes sont des dispositifs utilisés pour aspirer, déplacer ou pour comprimer des liquides et des gaz. Dans toutes les pompes, il faut éviter la cavitation (formation des poches gazeuses), ce qui réduirait le débit et endommagerait le corps de la pompe.

Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques qui sont utilisées pour pomper les eaux usées, et les turbopompes.

#### **VII.2-1) Les turbopompes (pompes centrifuge)**

Il existe trois classes de turbopompes : les pompes centrifuges, à écoulement radial ; les pompes axiales, à écoulement axial ; les pompes semi axiales.

#### **VII.2-2) Les pompes à écoulement radial**

Ce sont les pompes centrifuges au sens strict. Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croît avec le diamètre extérieur de la roue.

#### **VII.2.3) Les pompes axiales**

Ce sont les pompes à hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

#### **VII.2.4 ) pompes semi-axiales**

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

### ***VII-3 ) Détermination du nombre de pompes***

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit d'équipement, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure le refoulement de ce débit.

Il faut aussi assurer un fonctionnement de secours, par une ou deux pompes de secours, pour les utiliser en cas de panne.

Le nombre de pompes principales repose sur le rendement et la puissance.

Les pompes doivent satisfaire les conditions suivantes :

- Assurer le débit calculé et la hauteur manométrique calculée.
- Une vitesse de rotation importante.
- Protection contre la cavitation
- Exploitation simple.
- Répondre à la construction économique du bâtiment
- Assurer une capacité d'aspiration forte.
- Avoir un bon rendement.

### ***VII-4 ) Caractéristiques générales des stations de pompage***

#### ***VII-4-1 ) Dispositions générales***

Les stations de pompages seront implantées à côté du canal d'adduction concerné. Elles seront alimentées par un court canal d'approche qui aboutira dans la bêche d'aspiration. Les pompes seront installées dans un bâtiment. Ce bâtiment sera construit pour abriter l'ensemble des installations suivantes :

- Equipement hydraulique, hydro –mécaniques principaux et auxiliaires.
- Appareillages électriques.

Le type de bâtiment choisi devra en premier lieu satisfaire aux facteurs suivants :

- Modes de raccordement des bâtiments à la prise d'eau.
- But de la station de pompage (AEP, irrigation).
- Type des pompages et des moteurs (à axe horizontal, vertical).
- Condition de la nature (climat, relief, géologie, hydrogéologie).
- Matériau de construction du bâtiment.

Notre bâtiment est en béton armé et en maçonnerie.

L'énergie électrique sera amenée aux stations de pompage par lignes aériennes sous une tension de 30KV.

**VII-4-2) Choix de type et de nombre de pompe pour la station de pompage (SP)**

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

**1- Calcul du débit d'équipement**

Le débit d'équipement est de **678.3 l/s**.

**2- Calcul de la hauteur manométrique**

La hauteur d'élévation se calcule comme suivant :

$$H_{\text{cal}} = h_a + h_r + \sum h_p(\text{asp}) + \sum h_p(\text{ref})$$

Avec :

$h_a$  : Hauteur d'aspiration (m) ;

$h_r$  : Hauteur de refoulement (m) ;

$\sum h_p(\text{asp})$  : Pertes de charges à l'aspiration (m) ;

$\sum h_p(\text{ref})$  : Pertes de charges au refoulement (m) ;

La Hauteur manométrique totale nécessaire a été calculée (Chapitre 6) elle est de **198.2 m**

**3- Longueur de refoulement :**

la conduite de refoulement à un linéaire de **3725 m**.

Dans notre cas, nous avons utilisé le logiciel CAPRARI pour faire le choix du type et du nombre des pompes. Le (tableau.1) englobe le type, le nombre et les caractéristiques de chaque pompe choisie.

**Dans le cas d'un débit de 678.3 l/s et une HMT de 198.2m, nous avons :**

**Tableau VII- 1 :** Caractéristiques des pompes disponibles

| n | Q<br>(l/s) | HMT<br>(m) | Type de<br>Pompe             | HMT<br>(m) | $\eta$<br>% | Vitesse<br>(tr/min) | $P_{abs}$<br>(Kw) | (NPSH) <sub>r</sub><br>(m) | Nbre<br>détage | $\varnothing$ |
|---|------------|------------|------------------------------|------------|-------------|---------------------|-------------------|----------------------------|----------------|---------------|
| 1 | 679        | 198.2      | —                            | —          | —           | —                   | —                 | —                          | —              | -             |
| 2 | 339        | 198.2      | —                            | —          | —           | —                   | —                 | —                          | —              | -             |
| 3 | 226        | 198.2      | —                            | —          | —           | —                   | —                 | —                          | —              | -             |
| 4 | 167        | 198.2      | —                            | —          | —           | —                   | —                 | —                          | —              | -             |
| 5 | 138        | 198.2      | E14S55 /<br>4CD<br>+M14600 . | 198.2      | 79,80       | 1 4 5 0             | 336               | 14.7                       | 2              | 230           |
| 6 | 113        | 198.2      | E14S55 /<br>4CD<br>+M14600 . | 198.2      | 79,70       | 1 4 5 0             | 290               | 10.6                       | 2              | 200           |
| 5 | 97         | 198.2      | E14S55 /<br>4CD<br>+M14600 . | 198.2      | 79,70       | 1 4 5 0             | 227               | 9.41                       | 2              | 200           |

1- Nous avons donc choisi une série de **(5) cinq** pompes plus deux (2) pompe de secours, avec un débit maximum à refouler de 678.3 l/s, en placer les pompe en parallèle .

Les pompes ont les caractéristiques suivantes :

Pompe : E14S55/4CD+M14600.

Diamètre de la roue de la pompe :  $D_r=230$ mm.

Diamètre d'aspiration :  $d_a =200$  mm

Débit/pompe:  $Q = 138$  l/s

Hauteur manométrique totale :  $H = 198$  m

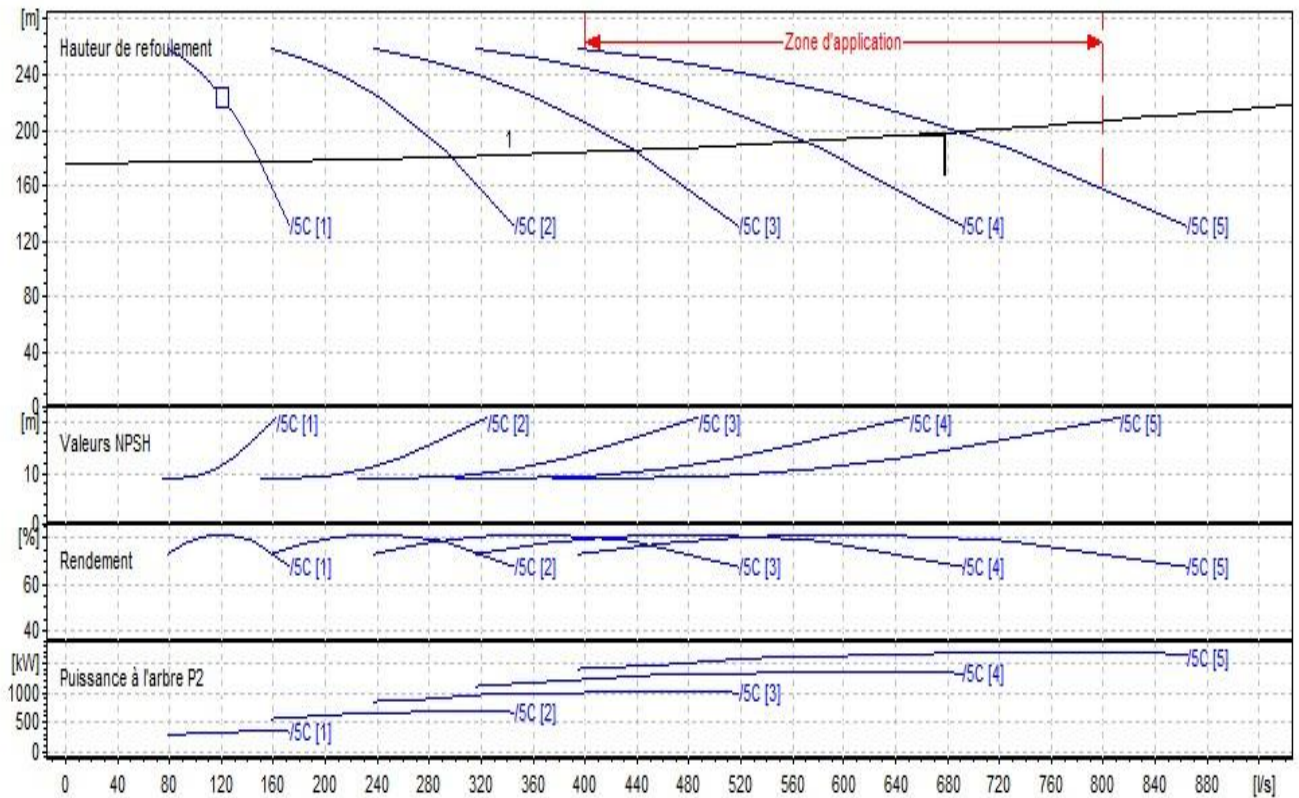
La vitesse de rotation :  $n = 1450$  tr/min

Puissance absorbée :  $P_a = 336$  Kw

$NPSH_r = 14.7$  m

Le rendement :  $\eta = 79,80\%$

Poids: 1390kg



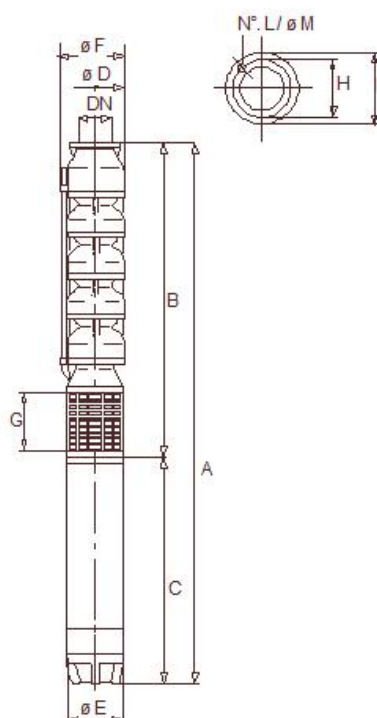
**Fig VII-1 :** Courbes caractéristiques de la pompe de type E14S55/4CD+M14600.

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{app} = 678.3 \text{ l/s} = Q_{pf} = 678.3 \text{ l/s.} \\ H_{app} = 198.2 \text{ m} = H_{pf} = 198.2 \text{ m.} \end{array} \right.$$

**Conclusion :** Le débit demandé se trouve dans la plage de bonne fonctionnalité. Aucun réglage n'est nécessaire

**VII-4-3 ) Détail des pompes choisies :**

L'encombrement des pompes choisies sont représenté d'après le logiciel CAPRARI dans la figure:



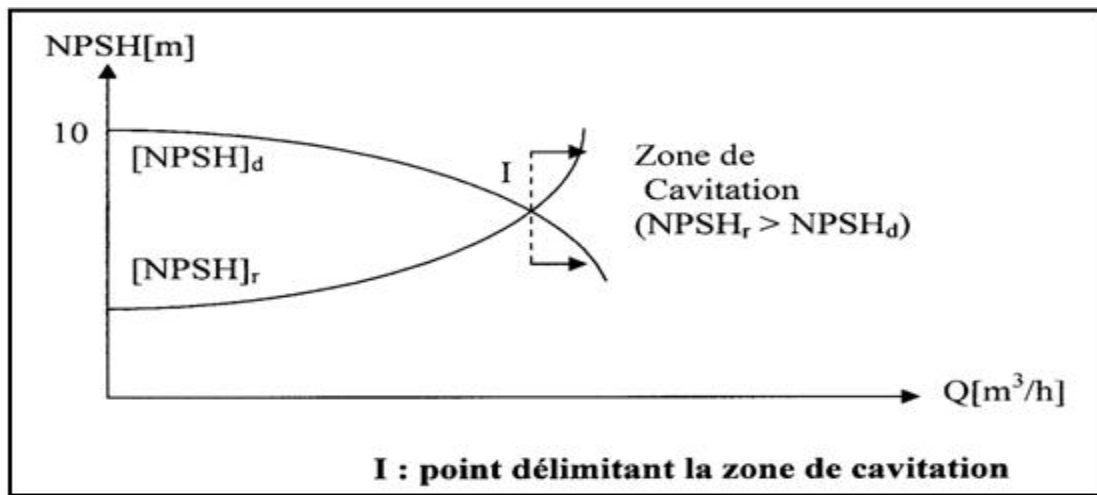
### Dimensions

|          |         |
|----------|---------|
| A = 4257 | F = 342 |
| B = 1955 | G = 262 |
| C = 2302 | H = 293 |
| D = 340  | I = 326 |
| DN = 230 | L = 8   |
| E = 340  | M = 20  |

**Fig VII-2:** Détail des dimensions des pompes choisies

### VII -5 ) Etude du phénomène de cavitation

On appelle cavitation la naissance et l'oscillation radiale de bulles de gaz et de vapeur dans un liquide soumis à une dépression. Si cette dépression est suffisamment élevée, la pression peut devenir inférieure à la pression de vapeur saturante, et une bulle de vapeur est susceptible de se former. Qui vont changer complètement le comportement du liquide. La cavitation hydrodynamique détruit le rendement de l'hélice ou de la pompe.



**Fig VII-3 :** Graphe des courbes NPSH

Le seul moyen d’empêcher les effets indésirables de la cavitation c’est de s’assurer que le NPSH disponible dans le système est plus élevé que le NPSH requis par la pompe.

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

$(NPSH)_r$  : Charge nette d’aspiration requise, elle est fournie par le constructeur ;

$(NPSH)_d$  : Charge nette d’aspiration disponible, elle est fournie par l’installateur.

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + r$$

$r$  : marge de sécurité,  $r = (0,3 - 0,5)$  m. On prend :  $r = 0,5$ m.

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - (-ha^{ad} + \sum hp_{asp} + \frac{v^2}{2g}) = (NPSH)_r + 0.5$$

$$ha^{ad} = (NPSH)_r + 0.5 - \frac{P_{at}}{\varpi} + \frac{P_v}{\varpi} + \frac{v^2}{2g} + \sum hp_{asp}$$

$V$  : vitesse d’écoulement dans la conduite d’aspiration (m/s) ;

$(NPSH)_r$  : Déterminé d’après le (*Tableau VII- 1*)

$\frac{P_{atm}}{\varpi}$  : Dépend de l’altitude d’implantation de la station de pompage (voir tableau VII-2)

$\frac{P_v}{\varpi}$  : dépend de la température du liquide pompé (voir tableau VII-3)

**Tableau VII- 2 :** Pression atmosphérique en fonction de la côte.

|                              |       |       |      |       |     |      |      |
|------------------------------|-------|-------|------|-------|-----|------|------|
| H (m)                        | - 50  | 0     | 100  | 300   | 500 | 1500 | 2000 |
| $\frac{P_{atm}}{\varpi}$ (m) | 10.86 | 10.33 | 10.2 | 10.06 | 9.7 | 8.6  | 8.4  |

**Tableau VII- 3 : Pression de vapeur en fonction de la température.**

| T (°C)                 | 5    | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 80   | 100   |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\frac{P_v}{\rho}$ (m) | 0.09 | 0.12 | 0.24 | 0.43 | 0.75 | 1.25 | 4.82 | 10.33 |

On a :

(NPSH<sub>r</sub>) : Déterminé graphiquement égal à 14.7 m

La côte de la station de pompage est de 409.5 m NGA, par l'interpolation linéaire on trouve :

$$\frac{P_{atm}}{\rho} = 9.86 \text{ m.}$$

La température ambiante est considérée égale à 20°C donc  $\frac{P_v}{\rho} = 0.24 \text{ m.}$

$$V_{asp} = 1.3 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \sum hp_{asp} &= 1.15 * \Delta h^{lin} = 1.15 * (4.10^{-3} L_{asp}) \\ &= 1.15 * (4.10^{-3} * 10) = 0.046 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$ha^{ad} = 14.7 + 0.5 - 9.86 + 0.24 + 0.086 + 0.046 = 5.635 \text{ m.}$$

Pour éviter tout risque de cavitation il suffit de respectée l'inégalité suivante :

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

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - (-ha^{ad} + \sum hp_{asp} + \frac{v^2}{2g}) = (NPSH)_r + 0.5$$

$$(NPSH)_d + r = 14.7 + 0.5 = 15.2 ;$$

Donc la condition est vérifiée  $(NPSH)_d > (NPSH)_r$

## VII -6 ) Choix du moteur électrique

### VII -6 -1) Critères de choix du 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.

On choisit les moteurs adéquats à partir du logiciel caprari et cela en fonction de la puissance fournie par ce dernier et de sa vitesse de rotation.

Les caractéristiques des moteurs sont dans les annexes ().



**A) Vitesse de rotation du moteur**

La vitesse de rotation du moteur est donnée comme suit :

$$N_m = N_p \pm 200 \text{ tr/mn (V-6)}$$

Où:

$N_m$  : vitesse de rotation du moteur (tr/mn) ;

$N_p$  : vitesse de rotation de la pompe (tr/mn),  $N_{\text{mot}} = 1450 \text{ tr/min.}$

**B) Puissance fournie par le moteur**

La puissance qui devra être fournie par le moteur est calculée par la formule suivante :

$$P_m = \frac{\varpi * Q_{\text{app}} * HMT * K}{\eta_p * \eta_{\text{acc}} * \eta_m}$$

Où :

$P_m$  : puissance du moteur (watt) ;

$\varpi$  : Poids volumique de l'eau,  $\varpi = 9810 \text{ N/m}^3$  ;

$Q_{\text{app}}$  : débit refoulé par une pompe ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) ;

HMT : hauteur manométrique totale minimum (m);

$\eta_p$  : rendement de la pompe

$\eta_{\text{acc}}$  : rendement de l'accouplement,  $\eta_{\text{acc}} = 0,93$  ;

$\eta_m$  : rendement du moteur,  $\eta_m = (92-95) \%$ ,

On prend :  $\eta_m = 92 \%$ .

$K$  : coefficient correcteur, il est en fonction de la puissance de la pompe ;

**Tableau VII- 4 :** Coefficient de correction en fonction de la puissance du moteur.

| P (KW) | 1÷2 | 2÷10  | 10÷50   | 50÷100  | 100÷200  | >200 |
|--------|-----|-------|---------|---------|----------|------|
| K      | 2   | 2÷1,3 | 1,3÷1,2 | 1,2÷1,1 | 1,1÷1,05 | 1,05 |

Pour  $P = 336 \text{ KW}$  ;  $K = 1,05$ .

$$P_m = \frac{9810 * 0.136 * 198 * 1.05}{1000 * 0.737 * 0.93 * 0.92} = 439.87 \text{ KW}$$

**VII -7) Bâtiment de la station de pompage**

Pour le dimensionnement de la station de pompage nous avons :

- ✓ Choix du bâtiment.
- ✓ Partie souterraine.
- ✓ Partie supérieure (salle des machines, salle annexe.)

La construction de la station de pompage dépend des paramètres suivants :

- Mode de raccordement prise d'eau – Station de pompage ;
- Les matériaux de construction et leur disponibilité ;
- Conditions climatiques de la région ;
- L'encombrement dû à la pompe et ses accessoires ;
- Fondation et stabilité du terrain.

On distingue donc les types bâtiments de stations de pompes résultants de ces conditions, d'où on a :

- Bâtiments type Bloc ;
- Bâtiments type bache sèche ;
- Bâtiments type bache mouillée – pompe noyée ;
- Bâtiments type bache mouillée – pompe dénoyée ;
- Bâtiments type surface ;
- Bâtiments type semi enterrée ;

**VII -7 -1) Choix du bâtiment :**

Les critères de choix sont représentés dans le (tableau VII.5).

**Tableau VII- 5 :** les types des bâtiments.

| paramètres                             | Type de bâtiment.                 |                    |                     |                          |
|--|-----------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|
|  | type bloc                         | bâche sèche        | bâche mouillée      | de surface/semi enterre. |
| <b>Q (m<sup>3</sup>/s).</b>            | > 2                               | < 2                | < 6                 | < 1,5                    |
| <b>Type de pompe.</b>                  | Axial :<br>Horizontal<br>Vertical | Pompes centrifuges | Axial :<br>Vertical | Pompes centrifuges.      |
| <b>h<sub>a</sub><sup>ad</sup> (m).</b> | < 0                               | < 0 ; > 0          | ; > 0               | > 0                      |
| <b>Variation du plan d'eau (m).</b>    | 1 ÷ 2                             | 1 ÷ 3              | /                   | Importante.              |

Dans notre cas on adopte pour type bâtiment semi enterre pour la station de pompage.

**VII -8 ) Dimensionnement de bâtiment de station pompage****A ) Hauteur du bâtiment**

Elle est calculée comme suit :

$$H_b = H_1 + H_2 + H_3$$

Où :

$$H_1 = H_p + H_s + H_r$$

H<sub>p</sub> : hauteur de la pompe,

$$A.N : H_p = 1.5 \text{ m}$$

H<sub>s</sub> : hauteur du socle  $h_{\text{socle}} = (0,3 \div 0,5) \text{ m}$  en prend  $h_{\text{socle}} = 0,4\text{m}$ .

H<sub>r</sub> : hauteur de réserve  $H_r = 0,5\text{m}$  ;

$$A.N : H_1 = 1.5 + 0.4 + 0.5 \Rightarrow H_1 = 2.4\text{m}$$

H<sub>2</sub> : hauteur du chariot,  $H_2 = 1.0 \text{ m}$  ;

H<sub>3</sub> : hauteur de sécurité,  $H_3 = 0,5\text{m}$  ;

$$A.N : H_b = 2.4 + 1.0 + 0,5 \Rightarrow H_b = 3.9 \text{ m}$$

on prend comme hauteur du bâtiment **H<sub>b</sub> =4.0 m**.

**B) Longueur du bâtiment :**

Elle est donnée en fonction des paramètres suivants :

$$L_b = n \times L + L_{int}(n-2) + L_{pf} + L_{pm}$$

n: nombre de pompes, n = 7 (tenant compte de deux pompes de secours).

L : longueur de la pompe et celle du moteur,

A.N:  $L = 1690 + 145 = 1835 \text{ mm} \Rightarrow L = 1.835 \text{ m}$ .

$L_b = 7 \times 1835 \Rightarrow L = \mathbf{12.85 \text{ m}}$ .

$L_{int}$  : distance entre deux pompes voisines,  $L_{int} = 1 \text{ m}$ ,

$L_{int} = 1 \times 5 = \mathbf{5 \text{ m}}$

$L_{pf}$ : longueur de la plate-forme de montage,  $L_{pf} = \mathbf{1.5 \text{ m}}$ .

$L_{pm}$  : distance entre mur et premier organe de la pompe,  $l_1 = 1 \text{ m}$  ;

Où :  $L_{pm} = 2 \times 0.5 = \mathbf{1 \text{ m}}$

A.N:  $L_b = 12.85 + 5 + 1.5 + 1 = 20.35 \text{ m}$ .

Conclusion : La station de pompage aura une longueur de **21 m**.

**C) Largeur du bâtiment :**

Elle est donnée par la relation :

$$l_b = l_1 + l_2 + L_b + L_r + L_p$$

$l_1$  : distance entre mur et première pompe,  $l_1 = \mathbf{1.5 \text{ m}}$

$l_2$  = distance entre mur et dernière pompe,  $l_2 = \mathbf{1.5 \text{ m}}$ .

$L_b$  : longueur du bureau du personnel,

On prend :  $L_p = \mathbf{3.0 \text{ m}}$  ;

$L_r$  : longueur de l'armoire électrique,  $L_r = (2-3) \text{ m}$  ;

On prend :  $L_r = \mathbf{2 \text{ m}}$ .

$L_p$  : longueur de la pompe et le moteur

On prend :  $L_p = 1.80 \text{ m}$  ;

A.N:  $l_b = 1.5 + 1.5 + 3 + 2 + 1.80 = 9.80 \text{ m}$  ;

Conclusion : La station de pompage aura une largeur de **10 m**.

***VII -9 ) Conclusion***

Le système de pompage d'un réseau d'irrigation exige des calculs précis pour le choix du nombre de pompes et de ses caractéristiques.

Les calculs effectués ont mis en évidence le choix de 5 pompes en plus de deux pompes de secours, la protection contre la cavitation a été vérifiée.

Chapitre VIII :  
Dimensionnement d'un  
réseau d'aspersion

## Chapitre VIII : *Dimensionnement d'un réseau d'aspersion*

### *VIII-1) Introduction :*

Le présent chapitre concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion. La technique de l'aspersion qui trouve un engouement dans le périmètre d'El Asnam, et cela vu les investissements engagés pour l'intensification des cultures céréalières et fourragères. Ces dernières connaissent toujours des rendements très limités, et très dépendants de la pluviométrie.

### *VIII-2) Étude des techniques d'irrigation :*

Les techniques d'irrigation peuvent être classées en deux grandes catégories :

L'irrigation gravitaire (de surface) et l'irrigation par surpression[3].

#### *VIII-2-1) L'irrigation gravitaire (de surface) :*

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

##### *1- L'irrigation par ruissellement :*

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement.

##### *2- L'irrigation par submersion :*

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la qu'elle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaire pour la croissance des plantes. Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieur à 2 %.

##### *a) Les avantages de l'irrigation de surface*

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

**b) Les inconvénients sont :**

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

**VIII-2-2) L'irrigation par surpression :**

l'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel. On distingue deux types : l'irrigation par aspersion et l'irrigation goutte à goutte

**VIII-2-3) l'irrigation par aspersion :**

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



**Fig VIII-1** : l'irrigation par aspersion

**a) Les avantages :**

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



**b) les inconvénients :**

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

**VIII-2-3 ) l'irrigation localisée (goutte à goutte) :**

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le «goutte à goutte », d'autres systèmes existent également: tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mekki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit [4] .



**Fig VIII-2 :** Système d'irrigation localisée

***VIII-3 ) Etude théorique de l'irrigation par aspersion :***

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

***VIII-3 -1 ) Caractéristiques de l'irrigation par aspersion :***

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

L'irrigation par aspersion s'adapte à n'importe quel type de terrain (accidenté, pente nulle .....etc.), elle ne nécessite pas de préparation du sol (planage), donc elle facilite l'exploitation du sol, Permet d'irriguer des surfaces importantes, demande peu de mise en œuvre. L'aspersion ne s'adapte pas à des sols argileux ayant une vitesse d'infiltrations inférieure à 3 mm /h.

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

Un des inconvénients de l'aspersion est qu'elle nécessite au départ pour chaque irrigant un investissement relativement important du premier établissement (frais d'installation), et exige une main d'œuvre d'exploitation.

***VIII-3 -2 ) structure d'un réseau d'aspersion :***

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

**A) borne d'irrigation :**

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

La borne assure trois fonctions :

**1) le vannage :**

La fermeture et d'ouverture de la vanne, comme dans une des prises d'eau.

**2) la stabilisation des pressions :**

Pour une bonne régularité de la pluviométrie des asperseurs, il faut assurer une pression de fonctionnement stable, indépendante des variations de pression du réseau. Chaque prise est équipée d'un régulateur de pression maintenant la pression autour de 3 à 5 bars pour les asperseurs.

**3) limiteur de débit :**

L'appel d'un gros débit provoque une chute de pression, le débit de chaque prise plafonné à une certaine valeur dépendant de la superficie à arroser, à partir de cette prise un petit appareil limite le débit.

**B) la canalisation :****1) canalisation principale :**

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

**2) les porte-rampes :**

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

Aluminium, et alliage, 2",3",3"1/2,4",5" ,6" avec des dimensions pour l'acier galvanisé de 50mm, 70mm, 85mm.

### **3) Les rampes :**

Ce sont des tuyaux légers qui portent les asperseurs, ils sont superficiels généralement en PVC, PE, ou en aluminium. L'assemblage des conduites est réalisé par des emboîtements auto étanches, emboîtement à vis et des raccords ou joint brisés.

#### **c) les accessoires**

##### **1) Coude et tés :**

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

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

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

##### **3) les tuyaux allongés :**

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

##### **4) les stabilisateurs et trépieds :**

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

##### **5) les bouchons et les éléments d'assemblage :**

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

##### **6) Raccords rapides :**

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

#### **d) La pompe :**

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

**VIII-3 -3 ) Les appareils d'aspersion :**

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

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

**VIII-3 -3 -1 ) les arroseurs à bras oscillants 1 ou 2 jet :**

Cet appareil, souvent appelé simplement asperseur ou sprinkler, est le plus utilisé, il constitue un appareil réduit et fixé sur les canalisations mobiles ou monté sur un support lui même relié par un tuyau souple à la canalisation. Ces appareils peuvent fonctionner en basse et moyenne pression, L'eau arrive à travers une buse dont le diamètre varie de 4 à 7 mm (pour une seule buse), et peut être à double buses pour augmenter l'uniformité d'arrosage. La pluviométrie horaire d'aspersion varie de 3 à 15 mm/h par fois jusqu'à 20 mm/h, la portée de l'asperseur varie de 10 à 20 m et la pression de 2 à 4 bars.

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

**VIII-3 -3 -2 ) Les canons :**

Il s'agit d'un appareil à jet unique fonctionnant à des pressions suffisamment élevées (7 à 20 bar) ce qui accroît la dépense d'énergie.

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

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

Le canon est utilisé sur un système mobile ou fixé, Il permet d'être associé sur l'enrouleur, il en existe trois tailles 10 à 30 m<sup>3</sup>/h, et 60 à 270 m<sup>3</sup>/h.

### ***VIII-3 -3 -3 ) le pivots fixé ou déplaçables :***

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

### ***VIII-3 -3 -4 ) l'enrouleur :***

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

L'enrouleur se compose essentiellement :

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

### ***VIII-4 ) Différentes installation à la parcelle :***

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

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

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

Dans les installations totalement mobiles, tout le matériel peut être déplacé d'un endroit, à un autre, ce qui réduit fortement les frais d'installations, Cette solution est très exigeante en main d'œuvre, le plus souvent on fait appel à des solutions mixtes dans les quelles les canalisations principales et secondaire sont fixées.

#### ***VIII-4 -1 ) Couverture totale :***

Ce dispositif découle du précédent, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par tout la tuyauterie, celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Dans ce cas, seul les asperseurs doivent être déplacés et chaque rampe comporte un asperseur et forme une rampe fictive, ce qui permet de réduire le diamètre de la rampe.

#### ***VIII-4 -2 ) Couverture intégrale :***

La parcelle à arroser est entièrement couverte par des tuyaux et des arroseurs à poste fixé, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique. Le débit d'installation qui est généralement élevé reste une contrainte à l'application de ce type de couverture

#### ***VIII-5 ) Dispositifs d'arrosage :***

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

##### ***VIII-5 -1 ) dispositif en carré (asperseur au sommet des carrés) :***

Les asperseurs sont disposés, simultanément ou par poste successifs aux sommets d'un quadrillage régulier dont la longueur du côté dépend du pourcentage de recoupement choisi. Les espacements les plus couramment rencontrés sont : 6x6, 12x12, 18x18, 24x24.

**VIII-5 -2 ) dispositif en triangle :**

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

**VIII-5 -3 ) dispositif en rectangle :**

Il s'agit là d'un dispositif assez irrationnel en soit en raison de la variabilité systématique de la pluviométrie entraînée par une distribution équilibrée des arroseurs.

Dans un tel dispositif, l'espacement des appareils sur la rampe est inférieur à celui entre rampe.

**VIII-6 ) Facteurs déterminant les performances d'un arroseur :****A) buse :**

Le débit d'un arroseur est directement lié au diamètre de la buse, dont il est équipé.

Où le diamètre varie de 1 à 50 mm.

**B) pression :**

Pour une même buse, le débit et la portée de l'asperseur augmente avec la pression.

**C) Choix de l'arroseur :**

Dépend de plusieurs facteurs.

**Débit d'asperseur**

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

Où :

D : la dose en mm,

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

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

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

Durée d'arrosage

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



Où

D : dose d'arrosage

P : pluviométrie horaire en mm/h

$T_A$  : temps d'arrosage.

Q ; débit de l'asperseur

a : écartement des asperseurs sur la rampe

b : espacement entre les rampes

### ***VIII-7) Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion :***

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

#### ***Données générales***

**-Choix de la culture** : nous avons choisi l'irrigation du maïs fourrager (*Zea mays*), cette culture fourragère en pleine expansion présente des avantages agronomiques et économiques importants. Le semi du maïs se fait dès le printemps sur sol nu.

**-Choix de l'ilot** : l'ilot choisi pour l'arrosage par aspersion est l'ilot N°24 d'une superficie de 9.70 ha, sur une sous-parcelle de forme rectangulaire qui présente des dimensions de 220x215, il est alimenté par la Borne N°19 qui dispose d'une pression de 6.8 bars.

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

**Temps de travail** : 22 heures par jour, et 25 jours par mois

**Besoins en de pointes** : 295.3 mm

**Perméabilité du sol** : le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée de :  $K=6.95$  mm/h.

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

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

Y : degré de tarissement, il est égal à (1/2), culture du maïs, relativement sensible

Da : densité apparente (1.1)

Z : profondeur d'enracinement mm (1m)

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

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

### ***A) Dimensionnement théorique :***

#### ***Le diamètre de l'ajutage :***

La perméabilité du sol  $K = 6.95$  mm/h.

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

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

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

$$\text{D'où : } d = \frac{7 \cdot 1,04}{1,5} = 4,82 \text{ m m}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (ANNEX 2), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm [5].

#### ***La portée du jet (L) :***

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

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

Ou d : diamètre de la buse (mm)

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

$$L = 3 \cdot 4.80^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 15.38 \text{ m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue (voir annexe I), pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression minimale de 3 bars, la portée calculée est de 16,0m[6].

#### ***Ecartements entre les rampes et arroseurs :***

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

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

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

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 2,35 m/s = 8.5 Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1,25 \cdot 16 = 19.22m$$

$$E_a = 0,8 \cdot 16 = 12.3m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements.

El=18m, Ea=12m.

### **Débit de l'asperseur :**

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

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

Avec q débit de l'asperseur (m3/s).

### **Vérification de la pluviométrie de la buse :**

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

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

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

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie **P≤K=6.95 mm/h.**

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

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

tel que:

**La dose d'irrigation** =RFU/0.75

Dose=49.5 /0.75= 66 mm

P=6.95mm/h d'où

$$T = \frac{66}{6.95} = 9.5 \text{ heures}$$

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un 20 h

### Nombre d'irrigation par mois :

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

$$\text{Nbre d'irrigation par mois} = \frac{\text{besoins nets}}{\text{Dose - nette}} = 295.3/49.5 = 6.0$$

Dans ce cas on va irriguer 6 fois par mois, c'est à dire chaque 5 jours.

### Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

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

$$V = (2 * 25 * 66 * 12 * 18) / 1000 = 712.8 \text{ m}^3$$

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

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

$$V_t = 295.3/1000 * 220 * 216 = 14032.0 \text{ m}^3$$

### Nombre d'asperseur fonctionnant simultanément

$$= V_t / V_{\text{asp}} = 14032.0 / 712.8 = 19.68 = \mathbf{20} \text{ asperseurs}$$

### Nombre de position des rampes :

$$N_r = \frac{l_r}{E_l} = \frac{216}{18} \approx 12$$

Lr: largeur du terrain = 216 m, E espacement entre les rampe (=18m).

Le nombre de poste égale à **12 positions**.

### Nombre d'asperseurs (maximal)

$N_{\text{asp}} = (\text{surface à arrosée (m}^2) / (\text{implantation} * \text{nombre de poste} / \text{tours d'eau})$

Surface = 220 \* 216 = 47520 m<sup>2</sup>

Implantation = 12 \* 18 = 216 m<sup>2</sup>.

Nombre de poste /tour d'eau = 2

$$N_{asp} = \frac{47520}{12 \cdot 18 \cdot 2} = 110 \text{ asperseurs}$$

### VIII-8 ) Dimensionnement hydraulique des rampes :

#### VIII-8 -1 ) Calcul de la rampe :

##### Calcul des pertes de charge :

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

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

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

Q : débit en m<sup>3</sup>/s.

D : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

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

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

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

#### A ) La méthode itérative :

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

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

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe L<sub>f</sub>, par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire j pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

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

Soit F<sub>c</sub> le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui s'écrira :

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

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

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

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

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

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

### ***B ) La méthode basée sur les vitesses dans la rampe :***

**Longueur de la rampe L** = largeur de terrain / 2 - Ea/2 = 216/2 - 12/2 = **102 m.**

**Nombre d'asperseur par rampe :**

$N_{asp / rampe} = \text{longueur de la rampe} / Ea = (102 / 12) + 1 = \mathbf{10 asp.}$

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

$Nr_w = N_{asp\_ach} / (\text{nbr asp/ rampe}) = 20/10 = \mathbf{2 rampes}$

On travaille avec deux (2) rampes

Calcul du débit de rampe = le débit de l'asperseur  $\times$  le nombre d'asperseur/ rampe.

Le débit de la rampe = 1,50\*10=15.0 m<sup>3</sup>/h.

Donc le débit d'installation égale à 15.0  $\times$  2= **30.0 m<sup>3</sup>/h.**

**Nombre de position de la rampe**

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

**Diamètre de la rampe :**

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

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

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

On suppose que  $V = 1.5$  m/s et on calcule  $D_R$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 4.1 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1.5}} = 0,059 m = 59 mm ,$$

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

Le diamètre normalisé ( $D_R = 75$  mm).

Si on prend le diamètre normalisé ( $D_R = 75$  mm).

La nouvelle vitesse sera

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 4.1 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (75 \cdot 10^{-3})^2} = 0.94 m/s \text{ ce qui est conforme.}$$

**VIII-8 -2) Dimensionnement du Porte-rampe :**

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

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

**Dimensionnement du porte rampe :**

On recalcule avec le porte-rampe

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \cdot n_{asp/rampe} \cdot N_{rampe} \quad Q = 0.0083 \text{ m}^3/s$$

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

On suppose que  $V = 1.5$  m/s et on calcule  $D_R$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 8.3 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1.5}} = 0,084 m = 84 mm ,$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_R = 110$  mm).

Cependant, les pertes de charges dépassent les normes de Christiansen. On prend donc un diamètre du porte rampe de 125 mm.

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 4.46 m et 1.21 m pour le porte rampe.

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 8.3 * 10^{-3}}{\pi * (110 * 10^{-3})^2} = 0.68 \text{ m/s}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant

**Tableau VIII-1** : Résultat de calcul pratique d'aspersion

| Paramètres                 | Porte Rampe | Rampe |
|----------------------------|-------------|-------|
| Longueur (m)               | 211         | 102   |
| Diamètre (mm)              | 125         | 75    |
| Débit (m <sup>3</sup> /h)  | 30.0        | 15.0  |
| Vitesse (m/s)              | 0.68        | 0.94  |
| Perte de charge totale (m) | 1.21        | 4.46  |

$\Delta H_t = 0.68 + 4.46 = 5.68$  m de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

### VIII-9) Calcul de la pression à la tête de la parcelle :

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \quad \text{asperseur[7].}$$

H : pression à la tête de la parcelle.

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

H2 : perte de charge totale de la rampe

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

$$H = 30 + 5.7 + 0 = 35.7 \text{ m.}$$

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



**VIII-10 ) Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'irrigation par aspersion dans sa partie théorique et pratique. Après détail des caractéristiques de ce type d'irrigation, nous avons abordé le dimensionnement d'une parcelle irriguée par aspersion (type Sprinkler). Les calculs théoriques nous ont permis d'aborder les différentes étapes nécessaires pour dimensionner les différentes canalisations à savoir les rampes et les portes rampes.

La dernière phase de calcul, a été consacrée à la vérification des pertes de charge dans les canalisations.

# Chapitre IX : Calcul technico-économique

## Chapitre IX : Calcul technico-économique

### *IX-1 ) Introduction*

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain. Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Le réseau de distribution.
- Le réseau d'irrigation.
- La conduite d'adduction.

L'objectif de ce chapitre est donc l'évaluation du coût estimatif de notre projet, il sera fait exclusivement pour l'irrigation goutte à goutte.

### *IX-2 ) Devis du réseau d'irrigation localisée*

Le quantitatif total des pièces est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau IX-1** : Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

| Pièces                     | Unité de mesure | Quantité | Prix unitaire (DA) | Montant (DA)       |
|----------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|
| TubeØ110 PEHD              | m/l             | 124,02   | 632,3              | 78417,846          |
| TubeØ130 PEBD              | m/l             | 57,59    | 1132,24            | 65205,7016         |
| TubeØ160 PEBD              | m/l             | 1329,67  | 1361,17            | 1809906,914        |
| TubeØ200 PEHD              | m/l             | 745,13   | 2932,06            | 2184765,868        |
| TubeØ250 PEHD              | m/l             | 1001,79  | 3519,72            | 3526020,299        |
| TubeØ315 PEBD              | m/l             | 788,26   | 4508,21            | 3553641,615        |
| TubeØ400 PEHD              | m/l             | 325      | 6007,06            | 1952294,5          |
| TubeØ500 PEHD              | m/l             | 1001,16  | 8117,61            | 8127026,428        |
| TubeØ600 PEBD              | m/l             | 1145     | 11980,53           | 13717706,85        |
| Vanne Ø110                 | U               | 1004     | 12000              | 12048000           |
| Vanne Ø150                 | U               | 82       | 14000              | 1148000            |
| Vanne Ø90                  | U               | 12       | 4500               | 54000              |
| Goutteur réglable          | U               | 6344     | 6,13               | 38888.72           |
| Asperseur                  | U               | 12       | 600                | 7200               |
| Filtre à tamis métallique  | U               | 1        | 13500              | 31200              |
| Manomètre glycérine 10bars | U               | 1        | 832,92             | 13500              |
| <b>TOTAL 1</b>             |                 |          |                    | <b>48325407.66</b> |

**IX-3 ) Factures proforma de réseau d'irrigation conduite principale et réseau distribution****IX-3-1 ) Calcul du volume de terrassement****A) Largeur du fond de la tranchée**

La largeur d'ouverture de tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + (0.5-1.2)$$

Avec :

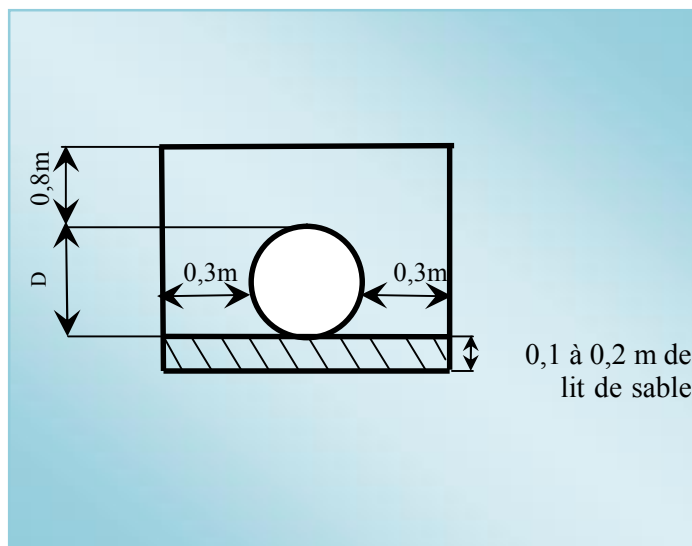
B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

**B) profondeur de la tranchée**

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

2



**Fig IX.1** : Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

**IX-3-2 ) la conduite principale****A) Calcul du volume de déblai**

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S=B*H$$

$$B = d + (0.5-1.2)$$

$$\text{Donc : } B=1+ \emptyset$$

$$H= 1+ \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le (tableau IX-2)

**Tableau IX.2:** calcul du volume de déblai

| Diamètre (mm) | Longueur           | largueur                 | Hauteur de     | Volume de déblai |
|---------------|--------------------|--------------------------|----------------|------------------|
|               | de la conduite (m) | d'une tranchée<br>b :(m) | La tranchée(m) | (m3)             |
| 600           | 1145               | 1                        | 1.2            | 1374             |

**B) Calcul du volume de lit de sable**

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranché, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante

$$V= e*b*L$$

**Tableau IX-3 :** calcul du volume de sable

| Hauteur (m) | Longueur(m) | Largeur(m) | Volume (m 3) |
|-------------|-------------|------------|--------------|
| 0.12        | 1145        | 1          | 137.4        |

**C) Calcul du volume de remblai**

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupe la conduite et le volume occupé par le lit de sable ;

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

$V_r$  : Volume du remblai compacté (m<sup>3</sup>)

$V_d$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>)

$V_s$  : Volume du sable

$V$  : Volume occupé par la conduite (m<sup>3</sup>) ;  $V = L * \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$

$L$  : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau V-4.

**Tableau IX-4 :** Calcul du volume de remblai

| Diamètre (mm) | Déblai (m3) | Conduite (m3) | Sable (m3) | Remblai (m3) |
|---------------|-------------|---------------|------------|--------------|
| 600           | 829.2       | 575.248       | 137.4      | 116.552      |

**IX-3-3 ) Devis estimatif pour le terrassement de la conduite principale**

**Tableau IX-5 :** Factures pro-forma terrassement, conduite principale, réseau distribution et système d'addiction.

| Désignation des travaux        | Unité | Quantité | Prix unitaire DA | Montant DA |
|--------------------------------|-------|----------|------------------|------------|
| 1) déblai en terrain           | m3    | 1374     | 300              | 412200     |
| 2) lit de sable                | m3    | 137.4    | 800              | 109920     |
| 3) remblaiement de la tranchée | m3    | 116.552  | 200              | 23310,4    |
| TOTAL 02                       |       |          |                  | 545430.4   |

**IX-3-4 ) Devis estimatif total**

$$D = \text{total 01} + \text{total 02} = 48870838.06 \text{ DA}$$

**N.B**

La référence des prix pour la projection du réseau d'irrigation a été fournie par le représentant commercial de S.T.P.M CHIALI.

**IX-4 ) Conclusion**

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localisée est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements qui sont relativement onéreux (système de fertilisation et filtration). Cependant, on doit noter que le réseau goutte à goutte est rentable à moyen terme.

## **Conclusion générale**

L'aménagement hydro-agricole du périmètre d'El Asnam (Secteur C) dans la wilaya de Bouira avec un réseau d'adduction sous pression alimenté à partir du barrage de Tilesdit, était l'objectif de notre étude.

L'eau est la contrainte principale au développement agricole, car le déficit hydrique marqué pendant la saison à forte demande en eau, impose la mise en place des cultures ne nécessitant pas beaucoup d'eau. Notre région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, avec une nécessité d'irrigation pendant la période sèche.

Le périmètre d'El Asnam vaste par sa superficie présente des caractéristiques physiques, pédologiques et des conditions socio-économiques propices à l'irrigation, en particulier après la mobilisation des ressources en eau par le biais du barrage de Tilesdit.

Durant différentes parties de notre mémoire, nous avons déterminé les phases importantes d'une réalisation d'un système d'adduction et d'irrigation, ayant déterminé les besoins en eau totaux de la zone durant le mois de pointe, et après avoir quantifié les besoins en eau de chaque ilot nous avons projeté un réseau d'adduction par pompage, et un système de distribution vers les parcelles à partir d'un bassin d'accumulation par une desserte gravitaire plus économique.

Enfin, nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion, et cela vu les nombreux avantages que présente cette technique d'irrigation dans le cas de grandes parcelles.

Une fois que les conditions agronomiques et hydrauliques seront pratiquées, les exploitations agricoles dégageront des rendements appréciables, qui reflèteront les vraies potentialités du périmètre.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

[1] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures p40.

[2] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C\* E F) p45.

[3] Jean Robert Tiercelin, Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998) p100.

[4] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger p102 .

[5] A. Nait Mohand Elaboration (2013) d'un code de calcul des réseaux d'irrigation par aspersion en couverture mobile. PFE ENSH p111.

[6] T.BENDADA (2013) : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage réservoir. PFE ENSH p111.

[7] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P p117.



# Annexe 1

7

## VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL $K_c$ EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

| cultures annuelles | POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                    | 0-10                                    | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-70 | 70-80 | 80-90 | 90-100 |
| Betterave à sucre  | 0,45                                    | 0,50  | 0,70  | 0,90  | 1,05  | 1,15  | 1,25  | 1,25  | 1,15  | 1,10   |
| Coton              | 0,20                                    | 0,30  | 0,40  | 0,60  | 0,90  | 1,00  | 1,00  | 0,90  | 0,70  | 0,60   |
| Haricots           | 0,50                                    | 0,65  | 0,80  | 1,00  | 1,10  | 1,15  | 1,10  | 0,95  | 0,80  | 0,70   |
| * Mais Grains      | 0,45                                    | 0,55  | 0,65  | 0,80  | 1,00  | 1,05  | 1,05  | 1,02  | 0,95  | 0,85   |
| Mais Fourrage      | 0,45                                    | 0,50  | 0,60  | 0,70  | 0,90  | 1,02  | 1,10  | 1,10  | 1,05  | 0,95   |
| Maraiçage          | 0,35                                    | 0,50  | 0,65  | 0,75  | 0,80  | 0,82  | 0,80  | 0,75  | 0,65  | 0,50   |
| Melons             | 0,45                                    | 0,50  | 0,60  | 0,70  | 0,80  | 0,82  | 0,80  | 0,75  | 0,72  | 0,70   |
| Pomme de terre     | 0,35                                    | 0,45  | 0,60  | 0,85  | 1,10  | 1,25  | 1,35  | 1,35  | 1,35  | 1,25   |
| Sorgho grain       | 0,30                                    | 0,50  | 0,70  | 0,90  | 1,10  | 1,05  | 0,95  | 0,80  | 0,70  | 0,60   |
| Tomates            | 0,45                                    | 0,45  | 0,50  | 0,65  | 0,85  | 1,00  | 1,02  | 0,95  | 0,85  | 0,75   |

## Annexe 2

### VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

| CULTURES PERENNES                    | MOIS ( Hemisphere Nord ) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                      | I                        | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Agrumes                              | 0.64                     | 0.66 | 0.68 | 0.70 | 0.71 | 0.72 | 0.72 | 0.73 | 0.85 | 0.67 | 0.66 | 0.65 |
| Arbres fruitiers à feuilles caduques | 0.17                     | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 0.68 | 0.95 | 0.90 | 0.80 | 0.50 | 0.30 | 0.20 | 0.15 |
| Arbres fruitiers avec couchers       | 0.65                     | 0.75 | 0.85 | 0.95 | 1.10 | 1.15 | 1.10 | 1.05 | 0.95 | 0.90 | 0.80 | 0.60 |
| Avocats                              | 0.25                     | 0.40 | 0.60 | 0.70 | 0.77 | 0.82 | 0.77 | 0.70 | 0.62 | 0.52 | 0.42 | 0.32 |
| Luzerne                              | 0.60                     | 0.75 | 0.85 | 1.00 | 1.10 | 1.15 | 1.10 | 1.05 | 1.00 | 0.30 | 0.80 | 0.65 |
| Prairies                             | 0.50                     | 0.60 | 0.75 | 0.85 | 0.90 | 0.92 | 0.92 | 0.90 | 0.85 | 0.80 | 0.65 | 0.55 |
| Noyers                               | 0.10                     | 0.15 | 0.20 | 0.45 | 0.70 | 0.85 | 1.00 | 0.85 | 0.65 | 0.65 | 0.30 | 0.15 |
| Vigne                                | 0.20                     | 0.25 | 0.30 | 0.50 | 0.70 | 0.80 | 0.80 | 0.75 | 0.65 | 0.50 | 0.35 | 0.20 |



## Annexe 3

### Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

## Annexe 4

### 5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ET<sub>cul</sub> = 5-6 mm/jour

| Cultures   | Profondeur d'enracinement (d) m | Fraction (p) de l'eau utilisable <sup>1</sup> | Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m <sup>2</sup> |             |               |
|--|---------------------------------|---|--|-------------|---------------|
|  |                                 |   | T. fin   | T. moyennes | T. grossières |
| Luzerne  | 1.0-2.0                         | 0.55  | 110  | 75          | 35            |
| Banane   | 0.5-0.9                         | 0.35  | 70   | 50          | 20            |
| Orge <sup>2</sup>                                | 1.0-1.5                         | 0.55  | 110  | 75          | 35            |
| Haricot <sup>2</sup>                             | 0.5-0.7                         | 0.45  | 90   | 65          | 30            |
| Betterave  | 0.6-1.0                         | 0.5   | 100  | 70          | 35            |
| Chou   | 0.4-0.5                         | 0.45  | 90   | 65          | 30            |
| Carotte  | 0.5-1.0                         | 0.35  | 70   | 50          | 20            |
| Céleri   | 0.3-0.5                         | 0.2   | 40   | 25          | 10            |
| Agrumes  | 1.2-1.5                         | 0.5   | 100  | 70          | 30            |
| Triflè   | 0.6-0.9                         | 0.35  | 70   | 50          | 20            |
| Carao  |                                 | 0.2   | 40   | 30          | 15            |
| Coton  | 1.0-1.7                         | 0.65  | 130  | 90          | 40            |
| Courcoubes                                       | 0.7-1.2                         | 0.5   | 100  | 70          | 30            |
| Daté   | 1.5-2.5                         | 0.5   | 100  | 70          | 30            |
| Fruitiers café.                                  | 1.0-2.0                         | 0.5   | 100  | 70          | 30            |
| Lin <sup>2</sup>                                 | 1.0-1.5                         | 0.5   | 100  | 70          | 30            |
| Céréales <sup>2</sup>                            | 0.9-1.5                         | 0.6   | 120  | 80          | 40            |
| Céré. d'hiver <sup>2</sup>                       | 1.5-2.0                         | 0.6   | 120  | 80          | 40            |
| Vigne  | 1.0-2.0                         | 0.35  | 70   | 50          | 20            |
| Gazon  | 0.5-1.5                         | 0.5   | 100  | 70          | 30            |
| Arachide   | 0.5-1.0                         | 0.4   | 80   | 55          | 25            |
| Laine  | 0.3-0.5                         | 0.3   | 60   | 40          | 20            |
| Maïs <sup>2</sup>                                | 1.0-1.7                         | 0.6   | 120  | 80          | 40            |
| Maïs-onstage                                     |                                 | 0.5   | 100  | 70          | 30            |
| Melon  | 1.0-1.5                         | 0.35  | 70   | 50          | 25            |
| Oliver   | 1.2-1.7                         | 0.65  | 130  | 95          | 45            |
| Oignons  | 0.3-0.5                         | 0.25  | 50   | 35          | 15            |
| Palmier  | 0.7-1.1                         | 0.65  | 130  | 90          | 40            |
| Pois   | 0.6-1.0                         | 0.35  | 70   | 50          | 25            |
| Poivron  | 0.5-1.0                         | 0.25  | 50   | 35          | 15            |
| Ananas   | 0.3-0.6                         | 0.5   | 100  | 65          | 30            |
| Porcine de terre                                 | 0.4-0.6                         | 0.25  | 50   | 30          | 15            |
| Carthame <sup>2</sup>                            | 1.0-2.0                         | 0.6   | 120  | 80          | 40            |
| Sisal  | 0.5-1.0                         | 0.8   | 155  | 110         | 50            |
| Sorgho <sup>2</sup>                              | 1.0-2.0                         | 0.55  | 110  | 75          | 35            |
| Soja   | 0.6-1.3                         | 0.5   | 100  | 75          | 35            |
| Epinard  | 0.3-0.5                         | 0.2   | 40   | 30          | 15            |
| Fraisier   | 0.2-0.3                         | 0.15  | 30   | 20          | 10            |
| Betterave sucr.                                  | 0.7-1.2                         | 0.5   | 100  | 70          | 30            |
| Cane à sucre <sup>2</sup>                        | 1.2-2.0                         | 0.65  | 130  | 90          | 40            |
| Tournefort <sup>2</sup>                          | 0.6-1.5                         | 0.45  | 90   | 60          | 30            |
| Potato douce                                     | 1.0-1.5                         | 0.65  | 130  | 90          | 40            |
| Tabac - init.                                    | 0.5-1.0                         | 0.35  | 70   | 50          | 25            |
| lard   |                                 | 0.65  | 130  | 90          | 40            |
| Tomate   | 0.7-1.5                         | 0.4   | 180  | 60          | 25            |
| Légumes  | 0.3-0.6                         | 0.2   | 40   | 30          | 15            |
| Biz  | 1.0-1.5                         | 0.55  | 105  | 70          | 35            |
| maturité   |                                 | 0.9   | 180  | 130         | 55            |
| Volume total d'eau de sol disponible (Sa) (mm/m) |                                 |   | 200  | 140         | 60            |

<sup>1</sup> Quand ET<sub>cul</sub> < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET<sub>cul</sub> > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 ds/m).


<sup>2</sup> Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Sahar et Goods (1967), Rijssen (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).



## Annexe 5



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

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

| Ø de la<br>buse<br>Ø<br>mm | pression<br>à la<br>buse<br>bar | portée<br>m | débit<br>m³/h | espacement<br>m |            | surface<br>irriguée<br>m² |            | densité<br>d'aspersion<br>mm/h |            |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|---------------|-----------------|------------|---------------------------|------------|--------------------------------|------------|
|                            |                                 |             |               | □<br>disp.      | △<br>disp. | □<br>disp.                | △<br>disp. | □<br>disp.                     | △<br>disp. |
| 4,0                        | 2,5                             | 13          | 0,93          | 12/18           | 18/18      | 216                       | 324        | 4,3                            | 2,88       |
|                            | 3,0                             | 14,5        | 1,02          | 18/18           | 18/24      | 324                       | 432        | 3,16                           | 2,36       |
|                            | 3,5                             | 15,3        | 1,11          | 18/18           | 18/24      | 324                       | 432        | 3,42                           | 2,57       |
|                            | 4,0                             | 16          | 1,19          | 18/18           | 18/24      | 324                       | 432        | 3,71                           | 2,76       |
| 4,2                        | 2,5                             | 13,5        | 1,04          | 12/18           | 18/24      | 324                       | 432        | 4,8                            | 2,42       |
|                            | 3,0                             | 15          | 1,14          | 18/18           | 18/24      | 216                       | 432        | 3,52                           | 2,64       |
|                            | 3,5                             | 15,8        | 1,23          | 18/18           | 18/24      | 324                       | 432        | 3,8                            | 2,85       |
|                            | 4,0                             | 16,5        | 1,32          | 18/24           | 24/24      | 324                       | 576        | 3,06                           | 2,3        |
| 4,5                        | 2,5                             | 14          | 1,20          | 18/18           | 18/24      | 432                       | 432        | 3,71                           | 2,78       |
|                            | 3,0                             | 15,5        | 1,32          | 18/18           | 18/24      | 324                       | 432        | 4,07                           | 3,05       |
|                            | 3,5                             | 16,3        | 1,42          | 18/18           | 18/24      | 324                       | 432        | 4,38                           | 3,29       |
|                            | 4,0                             | 17          | 1,52          | 18/24           | 24/24      | 324                       | 576        | 3,52                           | 2,64       |
| 4,6                        | 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                           | 4,78       |
| 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        | 6,3                            | 6,2        |

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

# Annexe 6

