

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE - ARBAOUI Abdelah -**

**DEPARTEMENT DES GENIE DE L'EAU**

# **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**OPTION : Conception des Systèmes d'Irrigation et de Drainage**

**THEME :**

**DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION PAR  
ASPERSION A PARTIR DES EAUX DU BARRAGE  
TILSDIT (W.BOUIRA)**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup>: HAMOUCHE Ahmed**

## **DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

| <b>Prénom et NOM</b>   | <b>Grade</b> | <b>Qualité</b>      |
|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Mr. M. MESSAHEL</b> | <b>M C</b>   | <b>Président</b>    |
| <b>Mme L.S BAHBOUH</b> | <b>M A.A</b> | <b>Examinatrice</b> |
| <b>Mme H. BOUCHAMA</b> | <b>M A.A</b> | <b>Examinatrice</b> |
| <b>Mme S.HARKAT</b>    | <b>M A.B</b> | <b>Examinatrice</b> |
| <b>Mr. A. AYAD</b>     | <b>M A.A</b> | <b>Examineur</b>    |
| <b>Mr. M.N.CHABACA</b> | <b>M C.A</b> | <b>Promoteur</b>    |

**September 2012**

# Dédicace :

---

*Je dédie ce modeste travail,*

*-A mes chers parents, essayant ainsi de m'exprimer toute ma gratitude pour tout ce que vous m'avez apporté.*

*-A mes sœurs*

*-A mes frères*

*-A toute ma famille*

*-A tous mes amis et collègues de l'École Nationale Supérieure de l'Hydraulique, avec lesquels j'ai été pendant mes études, sans oublier mes amis ailleurs.*

## REMERCIEMENTS

---

*Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à remercier les personnels de la DHW de la wilaya de BOUIRA,*

*Ensuite, mes vifs remerciements sont destinés aussi à mon encadreur M<sup>e</sup> CHABACA MOHAMED NACER qui a fait preuve de coopération, de patience et de disponibilité à mon égard.*

*Les conseils de ces personnes m'ont permis de mener à bien mon mémoire fin d'étude.*

*Mes sincères remerciements vont également à l'ensemble des enseignants de l'ENSH pour leur dévouement dans les formations didactique et appréciable qu'ils assurent durant tout notre cursus.*

*Je remercie d'avance les membres de jury de bien avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Enfin je remercie tous qui ont porté leur assistance de près ou de loin tout au long de mon travail*

---

*M.HAMOUCHE*

## المخلص:

في لقدامطوننا هفي كالتفهدا العمل بدراسة عامة ( مناخ، التربة و الماء...) حول المنطقة التي سننجز فيها مشروعنا.

اذن الهدف من هذا العمل يندرج في إيطار انجاز شبكة سقي بالرشاش على نبتة القمح تقع على سهب الاصنام (البويرة)، و لهذا يجب حساب حاجة المزروعات من الماء لمردود جيد و كذا المحافظة على الثروات المائية، نوعية التربة و الماء.

وفي الاخير حساب التكاليف التقديرية و الكمية الازمة من اجل الحصول على التكلفة الاجمالية للمشروع.

## Résumé

A travers ce mémoire de fin d'études, on va faire une étude générale (climat, sol, eau.....) sur la région où on va réaliser notre projet.

Donc; le but consiste à projeter un réseau d'irrigation par le système l'aspersion sur une parcelle de blé situe au périmètre du plateau d'EL ESNAM

(W.BOUIRA) ; pour cela il faut déterminer l'évapotranspiration ETP, les besoins en eau d'irrigation pour chaque culture de cette région.

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

## Abstract

To shortcoming this memory of end of study, one is going to make a general survey (climate, soil, water.....) on the region where one is going to achieve our project Therefore; the goal consists in projecting a network of irrigation by the system the aspersion on a parcel of wheat situates to the perimeter of the tray of EL ESNAM (W.BOUIRA); for it is necessary to determine the ETP evapotranspiration, the needs in water of irrigation for every culture of this region

In end, an evaluation of the estimate approximate and quantitative is necessary for estimated the total cost of our project.

# Sommaire

---

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

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 01 |
| I Présentation et conditions naturelles du périmètre..... | 02 |
| I.1 Présentation.....                                     | 02 |
| I.3 La climatologie.....                                  | 03 |
| I.3.1 Les précipitations.....                             | 03 |
| I.3.2 Les températures.....                               | 05 |
| I.3.3 L'humidité relative.....                            | 05 |
| I.3.4 Les vents.....                                      | 06 |
| I.3.5 Sirocco.....  | 06 |
| I.3.6 Grêle et gelée.....                                 | 06 |
| I.3.7 Brouillard.....                                     | 07 |
| I.3.8 l'insolation.....                                   | 07 |
| I.3.9 Les indices climatiques.....                        | 07 |
| I.3.9.1 Indice d'aridité de Martonne.....                 | 07 |
| I.3.9.2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....           | 08 |
| I.3.9.3 Diagramme ombrothermique de Gaussen.....          | 09 |
| I.4 Etude pédologique.....                                | 10 |
| I.4.1 But de l'étude pédologique.....                     | 10 |
| I.4.2 Perméabilité.....                                   | 16 |
| I.5 Hydrologie.....                                       | 17 |
| I.5.1 Réseau hydrographique.....                          | 17 |
| I.5.2 Etude des crues.....                                | 17 |
| I.5.2.1 Oueds principaux.....                             | 18 |
| I.5.2.2 Crues de l'Oued Zaine , de l'Oued Azerou.....     | 19 |

|   |    |
|---|----|
| 1). Méthodologie.....                             | 19 |
| 2) .loi des débits de 24 h maximaux annuels.....  | 19 |
| I.5.3 Homogénéité de la série pluviométrique..... | 19 |
| I.5.4 Etudes des précipitations annuelles.....    | 21 |
| I.5.5 détermination de l'année de calcul.....     | 24 |
| Conclusion.....                                   | 24 |

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

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 25 |
| II.1.Calculs des besoins en eau des cultures.....           | 25 |
| II.1.1 Etude agronomique.....                               | 25 |
| II.1.2 Choix des cultures.....                              | 25 |
| a. Arboriculture .....                                      | 26 |
| b. Cultures maraichères.....                                | 26 |
| c. Culture fourragères et céréalières.....                  | 26 |
| II.1.3 Répartition des cultures.....                        | 26 |
| II.1.4 Assolement.....                                      | 29 |
| a-Contraintes agro climatique.....                          | 29 |
| b-Contraintes externes.....                                 | 29 |
| c-Contraintes internes.....                                 | 29 |
| d-Contraintes économiques.....                              | 29 |
| II.2 Besoins en eau des cultures.....                       | 29 |
| II.2.1 Détermination de l'évapotranspiration.....           | 29 |
| II.2.1.1 Définition.....                                    | 29 |
| II.2.1.2 Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration..... | 30 |
| II.2.1.3 Calcul de la pluie efficace.....                   | 32 |
| II.2.2 Détermination des besoins en eau d'irrigation.....   | 34 |
| II.2.2.1 Définition.....                                    | 34 |

|   |    |
|---|----|
| II.2.2.2 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures..... | 34 |
| II.3 Le lessivage.....  | 37 |
| II.3.1 sensibilité des plantes aux sels.....                      | 37 |
| II.3.2 qualité des sols.....                                      | 38 |
| II.3.3 La qualité d'eau de barrage (Tiledit).....                 | 38 |
| II.3.3.1 Problème de salinité et toxicité .....                   | 38 |
| ➤ Problème de salinité.....                                       | 38 |
| ➤ Problème de toxicité.....                                       | 39 |
| III.3.3.2 CLASSIFICATION DES EAUX D'IRRIGATION.....               | 39 |
| ➤ Classification mondiale (F.A.O).....                            | 39 |
| ➤ Classification américaine.....                                  | 39 |
| ✓ Pour la conductivité électrique C.E .....                       | 39 |
| ✓ Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....           | 39 |
| II.3.4 les besoins en eau du lessivage.....                       | 41 |
| Conclusion .....  | 42 |

---

## ***Chapitre III : Dimensionnement du réseau d'irrigation***

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 43 |
| III.1 Les ressource en eau.....  | 43 |
| ○ Les ressources en eau superficielles.....                                      | 43 |
| ➤ Barrage de Tiledit .....   | 43 |
| III.2 Le réseau hydraulique.....   | 46 |
| III.2.1 La station de pompage.....   | 47 |
| ➤ Fonctionnement de la station de pompage.....                                   | 48 |
| ➤ Hauteur manométrique totale.....   | 48 |
| ➤ Estimation des p.c.t dans la conduite gravitaire.....                          | 50 |
| III.2.2 le bassin d'accumulation.....  | 51 |
| III.2.3 Renforcement du barrage de TILEDIT à partir du barrage de TICHY-HAF..... | 52 |
| ➤ Le plan du projet.....   | 52 |

|   |    |
|---|----|
| III.3 plan de bornage.....  | 53 |
| III.3.1 ilots d'irrigation.....   | 53 |
| III.4 tracé du réseau de distribution.....  | 55 |
| ➤ Tracé par proximité.....  | 55 |
| ➤ Tracé à 1200.....   | 55 |
| III.5 pression demandée aux bornes.....   | 55 |
| III.6 calcul des débits à transiter par le réseau collectif.....                          | 55 |
| III.6.1 Débits spécifiques.....   | 56 |
| III.6.2 Débits caractéristiques.....  | 57 |
| III.7 Dimensionnement à la parcelle.....  | 57 |
| III.7.1 Les procède d'irrigation.....   | 57 |
| III.7.2 l'irrigation par aspersion.....   | 57 |
| III.7.2.1 Le choix de l'équipement d'irrigation par aspersion.....                        | 58 |
| III.7.2.2 Critères propres à l'exploitation et l'installation.....                        | 58 |
| III.7.2.3 Les différents systèmes de répartition de l'eau d'irrigation par aspersion..... | 58 |
| a) Les installations fixes.....   | 58 |
| b) les installations mobiles.....   | 59 |
| c) les rampes mobiles.....  | 59 |
| III.7.2.4 Les avantages et les inconvénients de l'aspersion.....                          | 60 |
| III.7.2.5 Les paramètres caractéristiques de l'irrigation par aspersion.....              | 61 |
| III.8 Projection d'un système d'irrigation par aspersion sur une parcelle de Blé dur..... | 66 |
| III.8.1 Dimensionnement théorique.....  | 66 |
| III.8.1.1 Le diamètre de l'ajutage.....   | 66 |
| III.8.1.2 La portée du jet (L).....   | 66 |
| III.8.1.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs.....                       | 66 |
| III.8.1.4 Calcul du débit de l'asperseur.....   | 67 |
| III.8.1.5 Vérification de la pluviométrie de la buse.....                                 | 67 |



|   |    |
|---|----|
| III.8.1.6 Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur.....     | 67 |
| III.8.1.7 Nombre D'irrigation.....  | 68 |
| III.8.1.8 La durée d'une rotation d'irrigation.....                         | 68 |
| III.8.1.9 Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois.....                 | 68 |
| III.8.1.10 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle.....            | 68 |
| III.8.1.11 Le nombre d'asperseurs.....                                      | 68 |
| III.8.1.12 dimensionnement de la rampe.....                                 | 68 |
| III.8.1.13 Nombre de poste.....   | 69 |
| III.8.1.14 Surface de chaque poste.....                                     | 69 |
| III.8.1.15 Dimensionnement des canalisations.....                           | 70 |
| III.8.1.15.1 calcul des pertes de charge.....                               | 70 |
| III.8.1.15.2 Diamètre de la conduite d'approche.....                        | 71 |
| III.8.1.15.3 Diamètre de la rampe.....                                      | 71 |
| III.8.2 Calcul de la pression au niveau de la borne d'alimentation (P)..... | 73 |
| Conclusion.....   | 74 |

### ***Chapitre IV : évaluation économique de projet***

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCTION.....                                   | 75 |
| IV.1 coûts des investissements.....                 | 75 |
| IV.1.1 Détermination des frais d'amortissement..... | 75 |
| IV.1.2 Coûts de conduites.....                      | 76 |
| IV.1.3 Coûts de la station de pompage.....          | 76 |
| IV.1.4 Coûts d'exploitations.....                   | 76 |
| IV.1.4.1 Charges annuelles totales.....             | 77 |
| IV.1.4.2 Coûts des réservoirs.....                  | 77 |
| IV.2 Coût de fonctionnement .....                   | 78 |
| IV.3 Coûts des consommations intermédiaires .....   | 79 |
| IV.4 EVALUATION DES COUTS DES INVESTISSEMENTS.....  | 81 |

|  |    |
|--|----|
| IV 4.1 Conduites d'adduction.....                | 81 |
| IV 4.2 Conduites de distribution.....            | 81 |
| IV 4.3 Station de pompage .....                  | 84 |
| IV 4.4 Bassin et ses équipements.....            | 84 |
| IV 4.5 Les aménagements connexes.....            | 85 |
| IV 4.5.1 Pistes et accès.....                    | 85 |
| IV 4.6 Coût total des aménagements projetés..... | 86 |
| IV 4.7 Consommation intermédiaire.....           | 86 |
| IV 4.8 Produits bruts du périmètre.....          | 87 |
| Conclusion.....                                  | 88 |

# Liste des tableaux

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau I.1</b> : caractéristiques principales de la station d'El ESNAM.....   | 03 |
| <b>Tableau I.2</b> : cumuls des pluies moyennes mensuelles et annuelles en (mm).....                                      | 04 |
| <b>Tableau I.3</b> : les températures moyennes mensuelles.....  | 05 |
| <b>Tableau I.4</b> : les humidités relatives.....   | 05 |
| <b>Tableau I.5</b> : Vitesses du vent.....  | 06 |
| <b>Tableau I.6</b> : Nombre moyen de jours de gelée.....  | 07 |
| <b>Tableau I.7</b> : moyens du jour de brouillard mensuel et annuel.....  | 07 |
| <b>Tableau I.8</b> : insolation moyenne par jours.....  | 07 |
| <b>Tableau I.9</b> : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne.....                                      | 08 |
| <b>Tableau I.10</b> : La description des profils.....   | 11 |
| Suite de <b>tableau I.10</b> : description des profils.....   | 12 |
| <b>Tableau I.11</b> : Des valeurs de Rfu présentées dans la légende de la carte des aptitudes<br>culturales des sols..... | 13 |
| <b>Tableau I.12</b> : résultats des essais par la méthode du cylindre pour déterminer Da de sol et<br>calcul Rfu.....     | 14 |
| <b>Tableau I.13</b> : résultats d'analyse du sol sur les différents profils en fonction de la<br>profondeur.....          | 15 |
| <b>Tableau I.14</b> : Différentes classes de perméabilité.....  | 16 |
| <b>Tableau I.15</b> : Nature du sol et sa valeur de K.....  | 16 |
| <b>Tableau I.16</b> : les caractéristiques des stations implantées sur la région.....                                     | 18 |
| <b>Tableau I.17</b> : Crues de l'Oued Ed Dous.....  | 18 |
| <b>Tableau I.18</b> : la répartition des débits maximum journaliers ajustés a la loi de Gumbel.....                       | 19 |
| <b>Tableau I.19</b> : Test de Wilcoxon.....   | 20 |
| <b>Tableau I.20</b> : Résultats de l'ajustement.....  | 22 |
| <b>Tableau I.21</b> : caractéristiques de la loi d'ajustement.....  | 23 |
| <b>Tableau I.22</b> : les précipitations moyennes mensuelles à probabilité 80%.....                                       | 24 |
| <b>Tableau II.1</b> : Occupation de sol en fonction de la culture.....  | 27 |
| <b>Tableau II.2</b> : calendrier des cultures envisageable.....   | 28 |
| <b>Tableau II.3</b> : l'évapotranspiration de référence ET0 selon la formule de P&M, modifiée.....                        | 32 |
| <b>Tableau II.4</b> : les précipitations efficaces à pourcentage fixe (80%).....  | 33 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau II.5:</b> Détermination des besoins en eau des cultures.....                      | 35 |
| <b>Tableau II.6 :</b> Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau.....                   | 36 |
| <b>Tableau II.7 :</b> tolérance des cultures aux sels.....                                   | 37 |
| <b>Tableau II.8 :</b> degré de sensibilité des cultures aux sels par classes.....            | 37 |
| <b>Tableau II.9 :</b> description de profil concerne la superficie irrigable.....            | 38 |
| <b>Tableau II.10 :</b> La composition chimique moyenne de l'eau.....                         | 38 |
| <b>Tableau III.1 :</b> Fonctionnement des pompes.....  | 48 |
| <b>Tableau III.2 :</b> Caractéristiques des bornes d'irrigations.....                        | 54 |
| <b>Tableau III.3 :</b> Les débits spécifiques des modèles adoptés.....                       | 56 |
| <b>Tableau III.4 :</b> Résultats de calcul du réseau d'aspersion simple (céréales).....      | 73 |
| <b>Tableau IV.1 :</b> Facteurs de conversion.....  | 75 |
| <b>Tableau IV.2 :</b> Les coûts de fonctionnement et d'entretien.....                        | 79 |
| <b>Tableau IV.3 :</b> Prix unitaire des consommations intermédiaires (année 2010).....       | 79 |
| <b>Tableau IV.4 :</b> Caractéristiques des conduites de la variante d'adduction adoptée..... | 81 |
| <b>Tableau IV.5 :</b> Coût d'investissement du réseau d'adduction.....                       | 81 |
| <b>Tableau IV.6 :</b> Les coûts des conduites.....   | 82 |
| <b>Tableau IV.7 :</b> Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 3 ha.....           | 82 |
| <b>Tableau IV.8 :</b> Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 6 ha.....           | 82 |
| <b>Tableau IV.9:</b> Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 10 ha.....           | 83 |
| <b>Tableau IV.10 :</b> Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 20 ha.....         | 83 |
| <b>Tableau IV.11 :</b> Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 30 ha.....         | 83 |
| <b>Tableau IV.12 :</b> Coût d'investissement du réseau de distribution pour la zone III..... | 84 |
| <b>Tableau IV.13 :</b> Coût d'investissement de la station de pompage.....                   | 84 |
| <b>Tableau IV.14 :</b> Coût d'investissement de réservoir.....                               | 85 |
| <b>Tableau IV.15 :</b> Coût d'investissement des pistes et accès.....                        | 85 |
| <b>Tableau IV.16 :</b> Récapitulatif des coûts d'investissements du périmètre.....           | 86 |
| <b>Tableau IV.17 :</b> Consommation intermédiaire – Situation projetée.....                  | 86 |
| <b>Tableau IV.18 :</b> Produit brut – Situation projetée.....                                | 87 |

# Liste des figures

---

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure I.1</b> : Carte de situation de la région d'étude.....   | 02 |
| <b>Figure I.2</b> : le diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....   | 09 |
| <b>Figure I.3</b> : Diagramme ombrothermique de Gaussen.....   | 10 |
| <b>Figure I.4</b> : ajustement à la loi normal.....  | 23 |
| <b>Figure II.1</b> : Le bac évaporant.....   | 30 |
| <b>Figure II.2</b> : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....  | 41 |
| <b>Figure III.1</b> : Situation géographique et coordonnées du barrage de TILES DIT.....                                   | 44 |
| <b>Figure III.2</b> : La prise d'eau du barrage de TILES DIT.....  | 46 |
| <b>Figure III.3</b> : schéma du réseau hydraulique de périmètre d'EL Esnam.....  | 47 |
| <b>Figure III.4</b> : Schéma du réseau de distribution du la zone (III).....   | 54 |
| <b>Figure III.5</b> : Schéma de l'irrigation par déplacement d'une rampe mobile.....                                       | 60 |
| <b>Figure III.6</b> : Disposition des postes d'irrigation et déplacement des rampes mobiles.....                           | 69 |
| <b>Figure IV.1</b> : Coût de génie civil de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée.....                | 77 |
| <b>Figure IV.2</b> : Coût des équipements de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée.....               | 78 |
| <b>Figure IV.3</b> :Coût de réalisation de réservoirs en fonction du volume retenu.....                                    | 78 |
| <b>Figure IV.4</b> : courbe de coût moyen du réseau de distribution à l'hectare en fonction des superficies des îlots..... | 83 |

# Liste des planches

---

**Planche N°1** : levé topographique et le découpage de périmètre d'étude et Occupation de sol en fonction des cultures (zone III)

**Planche N°2** : profil en long d'adduction station de pompage-bassin d'irrigation

**Planche N°3** : profil en long d'adduction gravitaire Bassin d'irrigation –le périmètre

**Planche N°4** : projection du réseau de distribution (plan de bornage)

**Planche N°5** : projection du réseau d'irrigation par aspersion sur la parcelle de blé

# Introduction Générale

---

## **Introduction générale :**

La wilaya de Bouira est considérée comme étant une des wilayas à vocation agricoles les plus importantes du pays où l'agriculture demeure le secteur le plus actif de la région.

Ainsi l'importante croissance économique et alimentaire imposé par la croissance démographique dans notre pays, nous militons à la recherche des stratégies permettant de trouver des solutions efficaces pour augmenter les rendements agricoles par une utilisation rationnelle des ressources en eau du pays, que ce soient qui coulent en surface ou celles renfermées dans les nappes souterraines.

Avec une superficie totale de 8.982 Ha, la vallée de L'OUED SAHEL située au Sud Est de la wilaya ; fait preuve des puissantes capacités agronomiques, qui feront de Bouira un grand pôle de production agricole, si on arrive à les exploiter rationnellement par des stratégies établies suite à des études scientifiques bien faites.

En effet, dans un cadre d'aménagement hydro-agricole de cette vallée, lancé par l'association GERSAR-ENHYD vers la fin de 1989 ; nous avons pu y délimiter six (06) périmètres d'irrigation dont le plus important est celui du plateau d'EL ASNAM avec ses 2200 Ha de superficie, situé à la daïra de BECHLOUL. Ce périmètre est alimenté en eau depuis le Barrage de TILESDIT dont la capacité de 167 hm<sup>3</sup>.

Notre étude peut être considérée comme des innovations transformatrices entraînant des degrés de changement plus profonds des systèmes de production agricole.

Dans l'objectif de cette optique, la maîtrise de la technologie des réseaux d'irrigation sous pression et son évolution dans le temps ainsi que le mode de distribution à la parcelle l'aspersion s'avère impérative.

Périmètre de plateau d'El Esnem nécessite une étude générale sur les différentes parcelles a projetées ensuite le dimensionnement de réseau d'irrigation convenable a la culture de blé dur.

La présente étude, représente une contribution à la gestion rationnelle de la ressource hydrique au niveau de ce périmètre a irrigué, et à travers le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion simple sur la culture de blé dur, en tenant compte des données pédoclimatiques de la région.

Depuis la première moitié de notre siècle, tous les projets d'irrigation de la région se sont trouvés subordonnés aux problèmes d'alimentation en eau potable qui est prioritaire. Dans la dernière décennie, un autre phénomène aggrave la pénurie en eau d'irrigation, c'est la sécheresse quelque fois.



# **Chapitre I :**

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

---

## **Introduction :**

Depuis toujours, l'irrigation est pratiquée dans toutes les zones de culture où la répartition naturelle des pluies n'est pas assez régulière pour assurer une production agricole satisfaisante, c'est pourquoi, l'homme est resté sédentaire dans certaines régions.

Le périmètre du plateau d'El Esmam est une région essentiellement agricole ; les cultures : céréales, maraîchères, et l'exploitation forestière représentent les principales ressources agricoles.

C'est surtout la rationalisation de l'agriculture qui a suscité la mise en œuvre d'un programme de développement agricole, qui, comme partout ailleurs en Algérie, reste conditionné par le problème d'eau.

Dans ce but, la Ministère des Ressources en Eau a saisi l'Agence Nationale de Réalisation et de Gestion des Infrastructures Hydrauliques pour l'Irrigation et le Drainage A.G.I.D, pour mener une étude de l'aménagement hydro-agricole du périmètre du plateau d'El Esmam. En se basant sur les facteurs et paramètres conditionnant la mise en valeur en irrigué tels que ; les aptitudes culturales des sols, les conditions climatologiques, le caractère socio-économique de l'aire d'étude et les potentialités hydrauliques de la région, ainsi que les mesures d'accompagnement nécessaires à tout projet d'intensification agricole, sans oublier le contexte national.

## I Présentation et conditions naturelles du périmètre :

### I.1 Présentation :

Le périmètre à irriguer fait partie, selon la récente décomposition de l'AGID, du grand projet d'aménagement Hydro-Agricole de la vallée de l'oued Sahel et du plateau d'EL Esnam.

Ce périmètre couvre les wilayas de Bouira et de Bejaia sur une superficie de 8 815 hectares irrigués à partir de deux barrages Tichy-Haft (Bejaia) et Tilesdit (Bouira).

Le Plateau d'EL Esnam est la zone du périmètre qui nous intéresse sur cette étude avec une superficie de 2 200 ha.

### I.2 Situation géographique :

Comme son nom l'indique le périmètre est une plaine côtière de largeur allant de 3 à 3.8km à partir du rivage, cependant sa longueur est assez considérable, elle est estimée à environ 10km

Le périmètre est délimité par :

- Au nord : par la commune de **HAIZAR**.
- A l'est : par la commune de **BECHLOUL**.
- Au sud : par la commune d'**AHL EL KSAR**.
- A l'ouest : par les communes de **BOUIRA** et de **OUED BERDI**



Figure I.1 : Carte de situation de la région d'étude.

### **I.3 La climatologie :**

La wilaya de BOUIRA située dans le bassin méditerranéen subit les influences d'un climat méditerranéen par le nord, celles d'un climat steppique propre à la plaine de Hodna, au sud. Les paramètres suivants enregistrés à partir de la station de BOUIRA et la station d'EL Esnam.

La région qui couvre le périmètre est équipée d'une seule station pluviométrique située à la commune d'El Esnam.

**Tableau I.1** : caractéristiques principales de la station d'El ESNAM.

| Code de la station | Nom de la station | Coordonnées  |              | Altitude (Z)           | Nombre d'année d'observation |
|--------------------|-------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------------|
|                    |                   | X            | Y            |                        |                              |
| <b>150204</b>      | <b>EL ESNAM</b>   | <b>620.4</b> | <b>335.5</b> | <b>435 m<br/>N.G.A</b> | <b>30</b>                    |

Source : ANRH (BLIDA)

#### **I.3.1 Les précipitations :**

Les pluies moyennes mensuelles et annuelles enregistrées par cette station sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I.2:** cumuls des pluies moyennes mensuelles et annuelles en (mm).

| années | sept | oct. | nov. | déc.  | janv. | fév.  | mars | avril | mai   | juin | juil. | aout | annuel |
|--------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|--------|
| 1980   | 18   | 20,1 | 70,8 | 121,2 | 5,5   | 34,8  | 44,7 | 60,1  | 7,7   | 7,8  | 0     | 38,4 | 429,1  |
| 1981   | 11,6 | 27   | 7,2  | 32    | 85,9  | 43,3  | 35,8 | 31,9  | 52,4  | 10,5 | 0     | 0    | 337,6  |
| 1982   | 15   | 45,7 | 74,2 | 72    | 0     | 13,9  | 12   | 41,3  | 4     | 2,7  | 10,6  | 29,3 | 320,7  |
| 1983   | 0    | 2    | 13,9 | 11,8  | 36,6  | 59,4  | 19,4 | 30,6  | 27,1  | 20,5 | 0     | 6    | 227,3  |
| 1984   | 11,3 | 42,9 | 11,2 | 37,4  | 42,7  | 17,9  | 68,7 | 7,2   | 46    | 0    | 2,6   | 0    | 287,9  |
| 1985   | 25,3 | 44,1 | 46,6 | 17,4  | 109,2 | 24,9  | 70,2 | 6,1   | 4,1   | 14   | 0     | 0    | 361,9  |
| 1986   | 40   | 46,7 | 23,1 | 72,9  | 43,2  | 95,5  | 32,6 | 4,7   | 8,3   | 8,8  | 9,1   | 0    | 384,9  |
| 1987   | 0    | 21,7 | 55,3 | 19,5  | 17,9  | 22,3  | 35,9 | 46,6  | 9,9   | 1    | 0     | 0    | 230,1  |
| 1988   | 7,1  | 1,3  | 52,9 | 114,3 | 1     | 10,6  | 20,3 | 0     | 33,5  | 6    | 1     | 4    | 252    |
| 1989   | 71,8 | 6,1  | 20,2 | 11,8  | 32,1  | 0     | 32   | 13,5  | 65,4  | 16   | 44,6  | 2    | 315,5  |
| 1990   | 19,7 | 15,5 | 26,7 | 54,5  | 36,3  | 59,2  | 39,4 | 0     | 0,2   | 0    | 0     | 0    | 251,5  |
| 1991   | 12,9 | 44,1 | 4    | 0     | 42,7  | 0     | 31,1 | 86,2  | 94,1  | 12,5 | 13,7  | 0    | 341,3  |
| 1992   | 22,5 | 22,4 | 36,6 | 42,1  | 10    | 16,2  | 4,5  | 26,5  | 25,2  | 5,2  | 0     | 2,3  | 213,5  |
| 1993   | 67,2 | 21,5 | 25,6 | 30,2  | 11,3  | 40,1  | 12,4 | 22,1  | 6,3   | 0    | 0     | 0,7  | 237,4  |
| 1994   | 76,8 | 27,1 | 28,9 | 35,2  | 120,3 | 11,8  | 63,6 | 5,4   | 1,1   | 28,1 | 0     | 16   | 414,3  |
| 1995   | 0    | 42,5 | 3    | 18,4  | 74,2  | 103,4 | 30,7 | 24,3  | 41,8  | 1,7  | 3,3   | 0    | 343,3  |
| 1996   | 31,2 | 1,6  | 14,5 | 36,6  | 19,3  | 12,6  | 15,8 | 35,8  | 19,8  | 0    | 13    | 14   | 214,2  |
| 1997   | 33,3 | 37   | 76,1 | 23    | 15,1  | 37,9  | 5,5  | 40,9  | 113,8 | 0,5  | 0     | 0,9  | 384    |
| 1998   | 17,3 | 16,5 | 30,3 | 7,6   | 43,6  | 12,9  | 20,4 | 0     | 7,1   | 0    | 0,8   | 0,4  | 156,9  |
| 1999   | 24,8 | 19,3 | 16,5 | 75,3  | 0     | 0     | 1,9  | 6,9   | 24,3  | 0    | 0     | 0    | 169    |
| 2000   | 17,9 | 45,4 | 40,1 | 43,1  | 151,6 | 27,6  | 6,5  | 43,2  | 4,8   | 0    | 0     | 2,9  | 383,1  |
| 2001   | 19,2 | 2,7  | 7,8  | 1,2   | 13,1  | 13,1  | 0    | 6,5   | 1,2   | 5,4  | 4,2   | 24,5 | 98,9   |
| 2002   | 5,2  | 8,6  | 83,2 | 155   | 131   | 19,3  | 0    | 99,5  | 2,1   | 6,6  | 36,1  | 36,1 | 582,7  |
| 2003   | 16,6 | 53,2 | 44,3 | 104,8 | 44,3  | 12,8  | 21,1 | 52,9  | 100,2 | 7,4  | 0     | 11,2 | 468,8  |
| 2004   | 11,6 | 13,4 | 44,4 | 67,7  | 148,8 | 42,8  | 12,2 | 6,2   | 0     | 1,3  | 0     | 4,1  | 352,5  |
| 2005   | 20,4 | 33,7 | 33,6 | 33,1  | 41,6  | 38,4  | 17,5 | 18    | 50,6  | 0    | 15,5  | 0    | 302,4  |
| 2006   | 32,4 | 0,9  | 27   | 46,3  | 9,7   | 28,7  | 90,9 | 124,5 | 17,3  | 5,2  | 0,5   | 3,4  | 386,8  |
| 2007   | 39,4 | 102  | 44,7 | 8,7   | 6,9   | 37,4  | 54,1 | 9,4   | 38,8  | 16   | 0     | 1,2  | 358,6  |
| 2008   | 41,2 | 61,5 | 32,9 | 56,1  | 78,3  | 22,8  | 46,8 | 72,9  | 7,6   | 1,5  | 3,1   | 6,2  | 430,9  |
| 2009   | 60,8 | 6,1  | 44   | 54,3  | 26,8  | 76,5  | 45   | 13,8  | 39,3  | 29,1 | 0     | 12   | 407,7  |
| 2010   | 2,1  | 52,2 | 48   | 11    | 25    | 61,6  | 34,2 | 53,3  | 71,9  | 21,3 | 0,6   | 2,9  | 384,1  |
| moy    | 24,9 | 28,5 | 35,0 | 45,6  | 45,9  | 32,1  | 29,8 | 31,9  | 29,8  | 7,3  | 5,1   | 7,0  | 323,5  |
| %      | 7,7  | 8,8  | 10,8 | 14,1  | 14,2  | 9,9   | 9,2  | 9,9   | 9,2   | 2,3  | 1,6   | 2,2  | 100,0  |

Source : ANRH (BLIDA)

**Le tableau I.2 :** montre que les précipitations sont médiocres avec une moyenne annuelle de **323,5mm**

La majeure partie de ces précipitations tombent du mois d'octobre au mois d'avril avec un taux égal à 76.9 %, le maximum est enregistré aux mois de décembre et janvier avec des taux respectivement de 14.1 mm et 14.2 mm cependant une période presque sèche, qui exprime la mauvaise répartition des précipitations

Pendant l'année, du mois de mai au mois de septembre le taux de précipitation est très faible avec au mois de juillet 1.6 %.

➤ Le reste des données climatiques sont fournies par la station météorologique de BOUIRA ayant comme coordonnées :

- **36°23 N** pour la latitude ;
- **03°53 E** pour la longitude ;
- **555m N.G.A** pour l'altitude ;

### **I.3.2 Les températures :**

Les températures enregistrées dans la station de Bouira sont portées dans le tableau suivant :

**Tableau I.3:** les températures moyennes mensuelles.

| Mois      | Jan  | Fév  | Mars | Av.  | Mai  | Juin | Juil. | Aou<br>t | Sep<br>t | Oct. | Nov  | Déc  | moy   |
|-----------|------|------|------|------|------|------|-------|----------|----------|------|------|------|-------|
| T°min(C°) | 1.8  | 5.3  | 5.9  | 8.2  | 11.2 | 15   | 17.3  | 18       | 15.7     | 12   | 7.9  | 5.7  | 15    |
| T°max(C°) | 13,2 | 14,9 | 18,1 | 20,3 | 25,3 | 31,9 | 35,2  | 35       | 29,6     | 25,1 | 17,7 | 14,1 | 23,37 |
| T°moy(C°) | 8,9  | 9,6  | 12,3 | 14,1 | 18,8 | 24,4 | 27,5  | 27,7     | 23,2     | 19,2 | 13   | 9,9  | 17,38 |

### **I.3.3 L'humidité relative :**

L'humidité relative est le rapport entre la quantité effective de la vapeur d'eau et la quantité maximum possible dans un volume d'air donné.

Le tableau ci-dessous donne les moyennes en (%)

**Tableau I .4:** les humidités relatives

| mois       | jan, | fév. | mar. | av. | mai | juin | juil. | aout | sep | oct. | nov. | déc. | annuel |
|------------|------|------|------|-----|-----|------|-------|------|-----|------|------|------|--------|
| Hr max (%) | 97   | 97   | 95   | 94  | 91  | 81   | 76    | 80   | 90  | 91   | 95   | 97   | 90     |
| Hr min (%) | 62   | 56   | 47   | 44  | 41  | 30   | 27    | 27   | 37  | 44   | 52   | 62   | 44     |
| Hr moy (%) | 84   | 82   | 74   | 71  | 68  | 56   | 51    | 54   | 66  | 71   | 73   | 84   | 69     |

Source : ONM Alger

### **I.3.4 Les vents :**

Les vitesses des vents et leurs directions constituent un facteur très influent dans la mise en culture et l'exploitation des terres agricoles. Les valeurs enregistrées dans la même station sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau I.5 :** Vitesses du vent.

| mois              | jan  | fév. | mar. | av.  | mai  | juin | juil. | aout | sep  | oct. | nov. | déc. | annuel |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| Vitesse max (m/s) | 10,6 | 10,9 | 11,2 | 12,5 | 12,5 | 12,9 | 13    | 13   | 11,8 | 10,2 | 10,8 | 10,6 | 11,7   |
| vitesse moy (m/s) | 2,6  | 2,6  | 2,5  | 3,1  | 2,8  | 2,8  | 2,7   | 2,5  | 2,3  | 2    | 2,4  | 2,6  | 2,6    |

Source : ONM Alger

Ces vents, sont particulièrement, le sirocco qui souffle 10 à 13 jours/an et les vents d'ouest. Leurs effets sont redoutables pas seulement pour leurs actions physiques sur les plantes mais aussi pour leur salinité. C'est de là que l'installation des brises vents est devenue une tradition culturelle dans la région. Néanmoins ces vents apportent une tiédeur qui favorise la croissance des plantes mais qui accroisse, surtout les vents du nord-est qui sont frais et chauds, les risques d'émergence de certaines maladies cryptogamiques.

### **I.3.5 Sirocco :**

Les masses d'air chaud et sec ainsi mises au contact des feuilles des plantes créent une brutale augmentation de la demande d'évaporation de l'atmosphère.

La répartition saisonnière du sirocco a été expliquée clairement par SETZER

En hiver le sirocco se fait sentir surtout à l'est de l'Algérie et plus fréquent sur littoral qu'à l'intérieur ,par contre en été ,le sirocco et plus fréquent à l'intérieur du pays ,pour cela ,la saison sèche est caractérisée par des températures très élevées avec une longue durée d'insolation et un vent desséchant qui engendre des sécheresses et provoque de fortes évapotranspiration et par conséquent un déficit d'écoulement particulièrement sur le plateau d'EL-Esnam

D'après la station de Bouira agréée par ONA .Météorologique, le sirocco souffle 10 jour/an.

### **I.3.6 Grêle et gelée :**

Les chutes de grêle sont localisées dans l'espace. Elles ont lieu en hiver de Décembre à Mars.et quelques fois avec des tempêtes d'été.

Les gelées apparaissent à partir du mois de novembre jusqu'au mois d'avril dans la station de Bouira. Le nombre de jour de gelée enregistré est de maximum 7.6 se trouve en février.

**Tableau I.6 :** Nombre moyen de jours de gelée

| Mois         | Jan | Fév. | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept | Oct. | Nov. | Déc. |
|--------------|-----|------|------|-----|-----|------|-------|------|------|------|------|------|
| Moyen (jour) | 7,4 | 7,6  | 6,4  | 2,3 | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0,7  | 6    |

Source : ONM Alger

### **I.3.7 Brouillard :**

Le maximum des brouillards est remarqué pour le mois de février et janvier sur une série de 10 ans. Comme montre le tableau suivant :

**Tableau I.7:** moyens du jour de brouillard mensuel et annuel.

| Mois         | Jan. | Févr. | Mars. | Avr. | Mai. | Juin. | Juil. | Août. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | année |
|--------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| Moyen (Jour) | 1,5  | 1,7   | 1,3   | 0,6  | 1    | 0,1   | 0     | 0,1   | 0,2   | 0,4  | 1    | 1,5  | 9.4   |

Source : ONM Alger

### **I.3.8 l'insolation :**

**Tableau I.8:** insolation moyenne par jours

| Mois         | Jan. | Févr. | Mars. | Avr. | Mai. | Juin. | Juil. | Août. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|--------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Moyen (jour) | 3,9  | 6,5   | 7,1   | 6,8  | 5,5  | 8,8   | 12,1  | 9,5   | 6,9   | 6,2  | 1,8  | 3,2  |

Source : ONM Alger

### **I.3.9 Les indices climatiques :**

#### **I.3.9.1 Indice d'aridité de Martonne :**

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région.

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

Avec :

$I_A$  : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

$$I_A = \frac{323.5}{17.38 + 10} = 11.18$$



$$I_A = 11.18$$

**Tableau I.9** : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne

| Valeur de $I_A$    | Type de climat      | Irrigation            |
|--------------------|---------------------|-----------------------|
| $I_A \leq 5$       | Désertique          | Indispensable         |
| $5 < I_A \leq 10$  | Très sec            | Indispensable         |
| $10 < I_A \leq 20$ | Sec                 | Souvent indispensable |
| $20 < I_A \leq 30$ | Relativement humide | Parfois utile         |
| $I_A > 30$         | Humide              | Inutile               |

$$I_A = 11.18 \quad \text{donc : } 10 < I_A \leq 20$$

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

### **I.3.9.2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER :**

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER exprime la sécheresse globale d'un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l'apport par le rapport  $\frac{P}{E}$ .

$$Q = \frac{P}{M^2 - m^2} * 2000$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$M = 35.2 + 273 = 308.2 \text{ K}$$

$$m = 1.8 + 273 = 274.8 \text{ K}$$

A.N :

$$Q = 2000 \cdot \frac{323.5}{(308.2)^2 - (274.8)^2} = 33.23$$

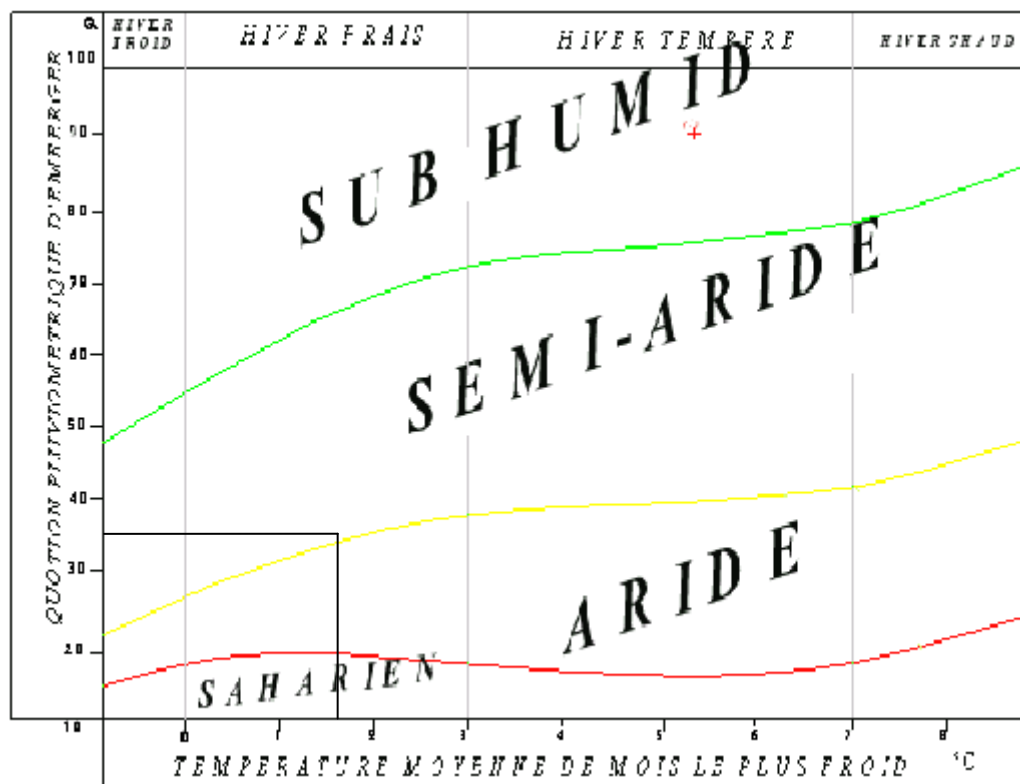


Figure I.2 : le diagramme bioclimatique d'EMBERGER

- ✓ D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure (I.2)), on peut dire que le climat de notre région est un climat Semi-Aride.

### I.3.9.3 Diagramme ombrothermique de Gaussen :

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale à la moitié de celle des précipitations.

Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse totale, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

D'après le diagramme ombrothermique de Gaussen on distingue deux périodes :

- Sèche à partir de la fin d'avril à la fin de mois d'octobre.
- Humide de moi décembre jusqu'au la fin d'avril.

Voir Fig. : I.3 ci-dessous

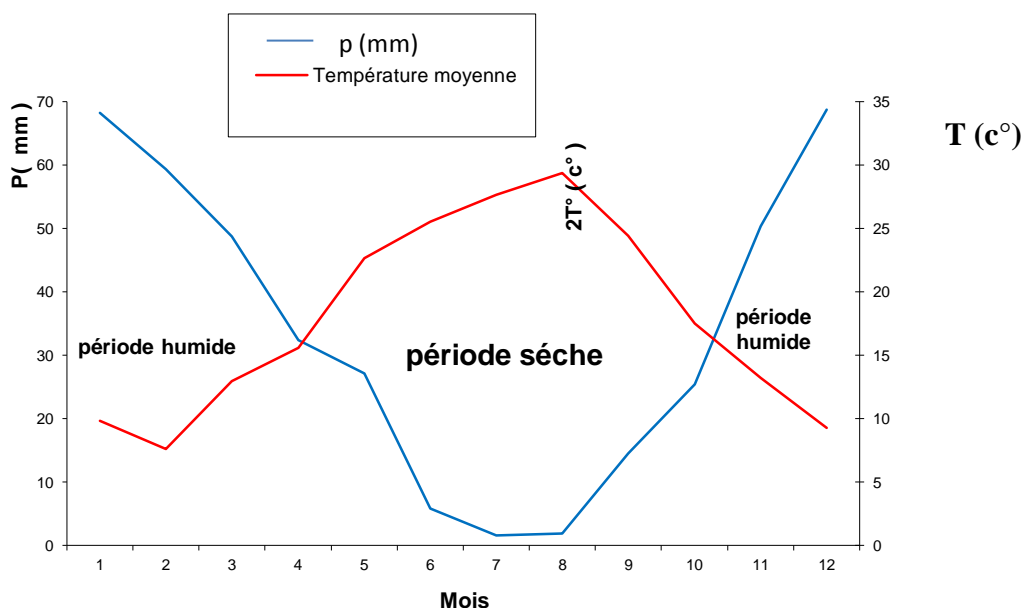


Fig. I.3 : Diagramme ombrothermique de Gaussen.

#### I.4 Etude pédologique :

L'étude pédologique est d'une importance capitale lors de tout aménagement d'un périmètre, ses principaux objectifs sont :

- L'appréciation de potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation en mettant l'accent sur les zones de faibles aptitudes à l'irrigation et la mise en culture pour les éliminer afin d'avoir les délimitations définitives du périmètre irrigable.
- Fournir à l'ingénieur les données fondamentales qui vont lui permettre de fixer les caractéristiques du sol sur la base desquelles il va choisir les genres de cultures adéquates et les systèmes d'irrigations appropriés.

La répartition des classes de sols couvrant la zone, selon une étude déjà faite, est représentée dans les tableaux ci-après :

Le classement des sols déterminés à partir de plusieurs paramètres tenants en compte, pour avoir symbolisé tous les profils correspondent au périmètre à étudier, car il dépend essentiellement de la méthode appliquée et les résultats à donner.

##### I.4.1 But de l'étude pédologique :

Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement.

Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles; la carte pédologique conduite à un zonage du territoire en fonction de ces aptitudes et contraintes.

**Tableau I.10:** La description des profils

| N du profil | Classification pédogénétique               | profondeur  | Situation              | Géomorphologie | topographie          |
|-------------|--|-------------|------------------------|----------------|----------------------|
| profil N1   | sol brun calcaire d'alluvions              | 0 - 15 cm   | Nord-est du Plateau    | versant        | pente de 2-3% à 5-7% |
|             |  | 15 - 35 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 35 - 75 cm  |                        |                |                      |
| profil N2   | sol férsiallitique à réserve calcique      | 0 - 25 cm   | Est du plateau         | versant        | pente de 2-3% à 5-7% |
|             |  | 25 - 45 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 45 - 80 cm  |                        |                |                      |
| profil N3   | sol châtain d'alluvion à réserve calcique  | 0 - 30 cm   | centre du plateau      | terrasse       | pente de 0 à 2-3%    |
|             |  | 30 - 50 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 50 - 95 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 95 - 120 cm |                        |                |                      |
| profil N4   | sol férsiallitique à réserve calcique      | 0 - 30 cm   | Nord du Plateau        | terrasse       | pente de 0 à 2-3%    |
|             |  | 30 - 60 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 60 - 105 cm |                        |                |                      |
| profil N5   | sol châtain d'alluvions à réserve calcique | 0 - 25 cm   | Nord-ouest du plateau  | terrasse       | pente de 0 à 2-3%    |
|             |  | 25 - 45 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 45 - 85 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 85 - 120 cm |                        |                |                      |
| profil N6   | sol châtain d'alluvions à réserve calcique | 0 - 45 cm   | Ouest du plateau       | terrasse       | pente de 0 à 2-3%    |
|             |  | 45 - 80 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 80 - 120 cm |                        |                |                      |
| profil N7   | sol brun calcaire                          | 0 - 35 cm   | Sud du plateau         | terrasse       | pente de 0 à 2-3%    |
|             |  | 35 - 55 cm  |                        |                |                      |
| profil N8   | Calcimagnésique                            | 0 - 40 cm   | Sud - Ouest du plateau | terrasse       | pente de 0 à 2-3%    |
|             |  | 40 - 90 cm  |                        |                |                      |
|             |  | 90 - 110 cm |                        |                |                      |

Source : A.G.I.D

Suite de **tableau I.10** : description des profils.

| N du profil | profondeur  | caractéristiques principales du sol |                                 |             |                  |
|-------------|-------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------|------------------|
|             |             | texture                             | structure                       | porosité    | % calcaire       |
| profil N1   | 0 - 15 cm   | limono-argilo-sableuse              | grenue nette                    | bonne       | 33% calcaire     |
|             | 15 - 35 cm  | limono-argilo-sableuse              | grenue nette                    | bonne       | 20% calcaire     |
|             | 35 - 75 cm  | limono-argilo-sableuse              | polyédrique sub-angulaire nette | faible      | 16% calcaire     |
| profil N2   | 0 - 25 cm   | argileuse                           | grenue nette                    | bonne       | non calcaire     |
|             | 25 - 45 cm  | argileuse                           | prismatique à cubique peu nette | bonne       | non calcaire     |
|             | 45 - 80 cm  | argileuse                           | prismatique à cubique peu nette | moyenne     | non calcaire     |
| profil N3   | 0 - 30 cm   | limono-argileuse                    | -                               | bonne       | 16% calcaire     |
|             | 30 - 50 cm  | argilo-limoneuse                    | -                               | bonne       | 18% calcaire     |
|             | 50 - 95 cm  | argilo-limoneuse                    | -                               | bonne       | non calcaire     |
|             | 95 - 120 cm | argileuse                           | -                               | bonne       | horizon calcaire |
| profil N4   | 0 - 30 cm   | argileuse                           | massive a grenue                | bonne       | non calcaire     |
|             | 30 - 60 cm  | très argileuse                      | grenue nette                    | bonne       | non calcaire     |
|             | 60 - 105 cm | argileuse                           | colonne nette                   | moyenne     | non calcaire     |
| profil N5   | 0 - 25 cm   | limono-argileuse                    | massive                         | bonne       | horizon calcaire |
|             | 25 - 45 cm  | argileuse                           | grenue très nette               | bonne       | horizon calcaire |
|             | 45 - 85 cm  | argileuse                           | polyédrique                     | bonne       | non calcaire     |
|             | 85 - 120 cm | argilo-limoneuse                    | cubique peu nette               | très faible | non calcaire     |
| profil N6   | 0 - 45 cm   | argileuse                           | massive a grenue                | bonne       | non calcaire     |
|             | 45 - 80 cm  | argileuse                           | polyédrique nette               | bonne       | horizon calcaire |
|             | 80 - 120 cm | limono-argileuse                    | cubique                         | mauvaise    | horizon calcaire |
| profil N7   | 0 - 35 cm   | limono-argileuse                    | grenue nette                    | bonne       | 54% calcaire     |
|             | 35 - 55 cm  | limono-argilo-sableuse              | polyédrique sub-angulaire nette | bonne       | 61% calcaire     |
| profil N8   | 0 - 40 cm   | limono-argileuse                    | grenue                          | moyenne     | 20% calcaire     |
|             | 40 - 90 cm  | argileuse                           | polyédrique sub-angulaire nette | moyenne     | horizon calcaire |
|             | 90 - 110 cm | argileuse                           | polyédrique nette               | moyenne     | horizon calcaire |

Source : A.G.I.D

**Tableau I.11:** Des valeurs de Rfu présentées dans le tableau de la légende de la carte des aptitudes culturelles des sols

| type de sol        | Rfu moyenne (mm) calculées à partir Da de l'étude à 1/50.000 |           |            |
|--------------------|--|-----------|------------|
|                    | 0 - 25 cm  | 0 - 50 cm | 0 - 100 cm |
| sol brun calcaire  | 15 à 25  | 50 à 60   | 105 à 115  |
| sol brun calcaire  | 5 à 15   | 25 à 35   | 80 à 90    |
| sol brun calcaire  | 10 à 20  | 30 à 40   | 65 à 75    |
| sol brun calcaire  | 5 à 15   | 25 à 35   | 55 à 65    |
| sol brun calcaire  | 5 à 15   | 25 à 35   | -          |
| sol brun           | 15 à 25  | 50 à 60   | 105 à 115  |
| sol brun           | 25 à 35  | 55 à 65   | 115 à 125  |
| sol châtain        | 26 à 35  | 60 à 70   | 125 à 130  |
| sol châtain        | 10 à 15  | 30 à 40   | 65 à 75    |
| sol fersiallitique | 25 à 35  | 55 à 65   | 115 à 125  |

Source : A.G.I.D

Le tableau ci- après montre les valeurs de Rfu calculées à partir

De la formule suivante :

$Ru \text{ (mm)} = 4.5 * H\% * Da * TF\% * EU \text{ (cm)}$  avec :

$Rfu = Ru * 0.66$

**Tableau I.12:** résultats des essais par la méthode du cylindre pour déterminer Da de sol et calcul Rfu

| résultats des Da (méthode du cylindre-février 1990) |             |      |             |      |             |      | Rfu Moyenne (mm) (2) |           |            |
|---|-------------|------|-------------|------|-------------|------|----------------------|-----------|------------|
| N° du profil  | 0 à 25 cm   |      | 25 à 50     |      | 50 à 100    |      | 0 à 25 cm            | 0 à 50 cm | 0 à 100 cm |
|   | Da mesurées | M    | Da mesurées | m    | Da mesurées | m    |                      |           |            |
| p1  | 1,16        | 1,16 | 1,45        | 1,53 | 1,58        | 1,62 | 17                   | 43        | 103        |
|   | 1,17        |      | 1,42        |      | 1,65        |      |                      |           |            |
|   | 1,16        |      | 1,72        |      | 1,63        |      |                      |           |            |
| p2  | 1,25        | 1,3  | 1,45        | 1,4  | 1,39        | 1,44 | 13                   | 28        | 63         |
|   | 1,3         |      | 1,36        |      | 1,44        |      |                      |           |            |
|   | 1,35        |      | 1,4         |      | 1,49        |      |                      |           |            |
| p3  | 1,26        | 1,15 | 1,52        | 1,46 | 1,52        | 1,49 | 14                   | 32        | 69         |
|   | 1,08        |      | 1,6         |      | 1,5         |      |                      |           |            |
|   | 1,13        |      | 1,26        |      | 1,45        |      |                      |           |            |
| p4  | 1,43        | 1,4  | 1,47        | 1,45 | -           |      | 14                   | 28        | -          |
|   | 1,36        |      | 1,44        |      | -           |      |                      |           |            |
|   | 1,42        |      | 1,44        |      | -           |      |                      |           |            |
| p5  | 1,22        | 1,21 | 1,7         | 1,61 | -           |      | 12                   | 28        | -          |
|   | 1,23        |      | 1,53        |      | -           |      |                      |           |            |
|   | 1,19        |      | 1,6         |      |             |      |                      |           |            |
| p6  | 1,75        | 1,6  | 1,65        | 1,49 | 1,61        | 1,62 | 24                   | 50        | 110        |
|   | 1,5         |      | 1,43        |      | 1,61        |      |                      |           |            |
|   | 1,55        |      | 1,41        |      | 1,64        |      |                      |           |            |
| p7  | 1,4         | 1,4  | 1,26        | 1,38 | 1,69        | 1,74 | 26                   | 51        | 117        |
|   | 1,46        |      | 1,43        |      | 1,77        |      |                      |           |            |
|   | 1,36        |      | 1,45        |      | 1,76        |      |                      |           |            |
| p8  | 1,39        | 1,35 | 1,31        | 1,29 | 1,44        | 1,5  | 25                   | 49        | 106        |
|   | 1,35        |      | 1,2         |      | 1,52        |      |                      |           |            |
|   | 1,31        |      | 1,37        |      | 1,54        |      |                      |           |            |

Source : A.G.I.D

**Tableau I.13:** résultats d'analyse du sol sur les différents profils en fonction de la profondeur.

| N du profil | profondeur  | complexe absorbant (meq/Kg) du sol |        |        |      |      |       | solution du sol |     | carbone organique g/Kg |
|-------------|-------------|------------------------------------|--------|--------|------|------|-------|-----------------|-----|------------------------|
|             |             | ph (mg/Kg)                         | ca     | mg     | k    | Na   | CEC   | Ce (mmhos/cm)   | PH  |                        |
| profil N1   | 0 - 15 cm   | 152                                | 558    | 15     | 23   | 3,53 | 164   | 0,27            | 7,7 | 21,5                   |
|             | 15 - 35 cm  | 151                                | 657    | 15,77  | 9,7  | 2,67 | 158   | 0,14            | 7,8 | 16,2                   |
|             | 35 - 75 cm  | 66                                 | 640,22 | 18,82  | 7,14 | 2,27 | 170   | 0,14            | 7,8 | 14                     |
| profil N2   | 0 - 25 cm   | 31                                 | 265,74 | 51     | 7,1  | 3,72 | 256   | 0,08            | 7,1 | 13,4                   |
|             | 25 - 45 cm  | 11                                 | 290,24 | 80,27  | 6,46 | 2,87 | 288   | 0,07            | 7,3 | 9,2                    |
|             | 45 - 80 cm  | 15                                 | 339,84 | 84,84  | 6,73 | 3,13 | 294   | 0,06            | 7,5 | 5,9                    |
| profil N3   | 0 - 30 cm   | 26                                 | 281,07 | 60,27  | 9,50 | 3,4  | 272   | 0,19            | 7,2 | 12,2                   |
|             | 30 - 50 cm  | 7                                  | 283,39 | 74     | 7,34 | 3,12 | 86    | 0,27            | 7,4 | 9,5                    |
|             | 50 - 95 cm  | 3                                  | 565,04 | 100,45 | 7,14 | 3,36 | 277   | 0,14            | 7,6 | 6,2                    |
|             | 95 - 120 cm | 2                                  | 819,19 | 118,11 | 5,74 | 4,93 | 215   | 0,14            | 7,8 | 3,7                    |
| profil N4   | 0 - 30 cm   | 31                                 | 258,45 | 59,01  | 8,93 | 2,78 | 256   | 0,07            | 7,3 | 9,4                    |
|             | 30 - 60 cm  | 11                                 | 260,68 | 53,24  | 6,7  | 2,6  | 256   | 0,06            | 7,3 | 7,5                    |
|             | 60 - 105 cm | 5                                  | 281,6  | 64,96  | 5,44 | 3,22 | 256   | 0,08            | 7,4 | 5,1                    |
| profil N5   | 0 - 25 cm   | 4                                  | 339,61 | 36,53  | 2,36 | 2,1  | 213   | 0,11            | 7,8 | 3,9                    |
|             | 25 - 45 cm  | 5                                  | 517,38 | 57,05  | 5,29 | 3,27 | 244   | 0,12            | 7,7 | 8                      |
|             | 45 - 85 cm  | 11                                 | 350,35 | 43,49  | 6,56 | 2,64 | 282   | 0,06            | 7,7 | 13,5                   |
|             | 85 - 120 cm | -                                  | -      | -      | -    | -    | -     | -               | -   | -                      |
| profil N6   | 0 - 45 cm   | 31                                 | 605,38 | 26,56  | 7,92 | 2,37 | 282   | 0,17            | 7,6 | 13,1                   |
|             | 45 - 80 cm  | 4                                  | 794,28 | 41,35  | 5,71 | 2,55 | 256   | 0,15            | 7,6 | 9,1                    |
|             | 80 - 120 cm | 4                                  | 713    | 22,95  | 3,28 | 2,33 | 155   | 0,24            | 7,7 | 3,8                    |
| profil N7   | 0 - 35 cm   | 20                                 | 677,69 | 14,73  | 8%   | 1,88 | 193   | 0,13            | 7,8 | 12,1                   |
|             | 35 - 55 cm  | 10                                 | 762    | 12     | 3,81 | 1,7  | 103   | 0,12            | 7,8 | 7,9                    |
| profil N8   | 0 - 40 cm   | 12                                 | 862,11 | 13,14  | 6,78 | 2,42 | 250   | 0,16            | 7,6 | 15,1                   |
|             | 40 - 90 cm  | 8                                  | 929,37 | 28,27  | 4,7  | 2,01 | 220,6 | 0,12            | 7,7 | 10,7                   |
|             | 90 - 110 cm | 9                                  | 1021,8 | 42,84  | 4,17 | 2,55 | 207   | 0,12            | 7,7 | 5,8                    |

Source : A.G.I.D



**I.4.2 Perméabilité :**

La perméabilité c'est la faculté qu'à un sol à laisser circuler l'eau plus ou moins facilement ou définie par sa vitesse d'infiltration qui est la quantité maximale d'eau qui peut traverser le sol dans un temps donné; on l'exprime en général en mm/h.

On peut définir en fonction de la valeur de K exprimée suivant diverses unités différentes classes de perméabilité

**Tableau I.14:** Différentes classes de perméabilité

| Type du sol                 | Vitesse d'infiltration k |        |            |         |
|-----------------------------|--------------------------|--------|------------|---------|
|                             | cm/s                     | mm/h   | m/s        | m/j     |
| Sols imperméables           | $10^{-5}$                | 0.36   | $10^{-7}$  | 0.00864 |
| Sols peu perméables         | $10^{-4}$                | 3.6    | $10^{-6}$  | 0.0864  |
| Sols moyennement perméables | $10^{-3}$                | 36     | $10^{-5}$  | 0.864   |
| Sols perméables             | $10^{-2}$                | 360    | $10^{-4}$  | 8.64    |
| Sols très perméables        | $>10^{-2}$               | $>360$ | $>10^{-4}$ | $>8.64$ |

On peut classer la nature de sol suivant sa valeur de perméabilité.

**Tableau I.15:** Nature du sol et sa valeur de K.

| Nature de sol    | K (mm/h)   |
|------------------|------------|
| Très argileux    | $1,2 <$    |
| Argileux         | 1.2 à 1.5  |
| Limoneux         | 5 à 20     |
| Limono-Sableux   | 60 à 120   |
| sableux          | 120 à 250  |
| Sables grossiers | 250 à 1000 |

## **I.5 Hydrologie :**

Elle concerne l'évaluation des volumes d'eau apportés, par les différents oueds qui traversent la région étudiée, et qui sont potentiellement utilisables pour répondre aux besoins, et la détermination des crues pour différentes périodes de retour afin de permettre la détermination d'éventuels ouvrages de protection des zones aménagées.

### **I.5.1 Réseau hydrographique**

Pour un observateur qui se place au point le plus haut de la région, il aperçoit, vers le Nord une vaste plaine traversée par plusieurs cours d'eau, à qui on donne le nom d'oued.

Ces oueds sont alimentés soit par l'intermédiaire des sources où par les eaux de ruissellement, la fonte des neiges, enfin les précipitations atmosphériques, quand ces dernières tombent régulièrement.

La région étudiée s'étend sur environ 60 Kilomètres entre les villes de Bouira et de Sidi-Aiche. Elle constitue la moyenne vallée de la Soummam entre le confluent de l'oued Ed Dous et de l'oued Zaine qui forme l'oued Sahel. Il reçoit, après une trentaine de Kilomètres, les eaux de l'oued Bouselam pour former l'oued Soummam.

Deux barrages sont actuellement réalisés :

- Le barrage de Tilesdit sur l'oued Ed Dous qui commande un bassin de 843 Km<sup>2</sup>.
- Le barrage de Tichi Haf sur l'oued bouselam qui est à l'exutoire d'un bassin de 3 890 Km<sup>2</sup>.

Ces oueds principaux ont creusé généralement des vallées larges où les pentes restent malgré tout assez fortes pour des cours d'eau de cette importance.

Par ailleurs, le secteur à aménagé situé en rive gauche de l'oued sahel est traversé par de nombreux torrents qui descendent du djebel **DJURDJURA** et qui drainent des bassins versants inférieurs à 70 Km<sup>2</sup>. Ces oueds caractérisés par des pentes très fortes qui génèrent des crues très violentes.

L'étude hydrologique de tous ces oueds est faite déjà par l'Association **GERSAR – ENHYD** (A.G.I.D) est décomposée en deux grandes parties.

- La première consiste dans l'évaluation des débits de crues.
- La seconde dans l'estimation des apports et de leur régularisation.

### **I.5.2 Etude des crues :**

Cette partie de l'étude a pour objet d'évaluer les débits pour lesquels des aménagements de protection du périmètre irrigués seront nécessaires.

La situation dominante du plateau d'El Esnam fait qu'il est peu exposé aux risques d'inondation par l'oued Ed Dous et l'oued zaine qui le contourne dans des vallées encaissées

dont les capacités de transit semblent très fortes. Seul l'oued Berdi, petit affluent de l'oued zaine semble susceptible de causer des dommages dans ce secteur.

Des ajustements statistiques seront utilisés lorsque des séries de mesures sont disponibles. En revanche, le calcul des crues des bassins inférieures à 100Km<sup>2</sup> sera réalisé par la méthode SCS.

Après avoir déterminé les crues pour chaque Oued, on cherchera les débits de fréquences rares sur les différents tronçons de l'Oued Sahel, en bordure du périmètre projeté.

### **I.5.2.1 Oueds principaux :**

Les cinq stations limnométriques implantées sur la région étudiée fournissent des séries d'observation pouvant supporter une analyse statistique.

Les résultats par l'étude des barrages de Tilesdit et de Tichi Haf seront utilisés directement.

On ajustera alors une loi représentative de la répartition des valeurs extrêmes sur les mesures aux trois autres stations.

**Tableau I.16 :** les caractéristiques des stations implantées sur la région.

| oued    | station       | Surface de bassin versant (Km <sup>2</sup> ) | Période d'observation |
|---------|---------------|--|-----------------------|
| Ed Dous | Tilesdit      | 843  | 1963 à 1985           |
| Zaine   | El Esnam      | 800  | 1967 à 1983           |
| Azerou  | Portes de Fer | 605  | 1968 à 1978           |

Source : A.G.I.D

**Tableau I.17 :** Crues de l'Oued Ed Dous

|  | 10 000 | 1 000 | 100   | 50 | 20  | 10  |
|--|--------|-------|-------|----|-----|-----|
| Oued Ed Dous à Tilesdit Q max instantané (m <sup>3</sup> /s) | 5 240  | 2 684 | 1 464 | -  | 851 | 632 |
| Q max journalier (m <sup>3</sup> /s)                         | 2 502  | 1 281 | 701   | -  | 406 | 302 |
| Oued Ed Dous à Tilesdit Q écrêté (m <sup>3</sup> /s)         | 4 525  | 2450  | -     | -  | -   | -   |

Source : A.G.I.D

Les valeurs obtenues d'après les statistiques des données brutes.

**I.5.2.2 Crues de l'Oued Zaine , de l'Oued Azerou :**

**1). Méthodologie :**

Pour chacune de ces deux stations on a ajusté une loi de Gumbel pour décrire la répartition des débits maximum journaliers.

Après une étude de régression entre les débits de pointe et les débits de 24h observes, on détermine les débits maximaux instantanés pour les différentes périodes de retour.

**2) .loi des débits de 24 h maximaux annuels :**

**Tableau I.18 :** la répartition des débits maximum journaliers ajustés a la loi de Gumbel.

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| Oued Zaine à El Esnam       | Qj : 33.91 Y + 10.31 |
| Oued Azerou à Portes de Fer | Qj : 14.83 Y + 20.50 |

Source : A.G.I.D

Avec  $Y = - \ln [- \ln (1- 1/T)]$  variable réduite de Gumbel  
 T = période de retour

**I.5.3 Homogénéité de la série pluviométrique :**

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon : C'est le plus puissant des tests non paramétriques. Soient 2 variables aléatoires **Y** et **X**, représentant respectivement 2 séries de précipitations annuelles de taille  $N_1$  et  $N_2$ . Y étant la série à étudier et X étant la série de base avec  $N_2 > N_1$ . Si l'échantillon Y nouveau YUX est également issu de la même population que l'échantillon.

On classe les éléments de ce nouvel échantillon YUX par ordre décroissant et on associe à chacune des valeurs le rang qu'elle occupe dans cette nouvelle série. Si une valeur se répète plusieurs fois, il faut lui associer le rang moyen qu'elle détermine.

On calcule les quantités  $W_y$  et  $W_x$  :

$W_y$  représente la somme des rangs de Y et c'est celle qui nous intéresse et est égale à :

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{rang } Y = 1+2+3+\dots\dots\dots +6+7+\dots\dots+n$$

$$W_x = \sum_{i=1}^n \text{rang } X = 4+5+\dots\dots +15+16+17+18+\dots\dots+n_1$$

L'hypothèse nulle est vérifiée si :

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

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

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

$$W_y = 117$$

$W_{\min} = 128.03$

$W_{\max} = 223.97$

Le tableau suivant il détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station d'EL Esnam code (150204).

**Tableau I.19:** Test de Wilcoxon.

| Rang | Série d'origine p(mm) | Série Y(mm) | Série X(mm) | Décroissant (mm) | Y Union X |
|------|-----------------------|-------------|-------------|------------------|-----------|
| 1    | 429,1                 | 383,1       | 429,1       | 582,7            | Y         |
| 2    | 337,6                 | 98,9        | 337,6       | 468,8            | Y         |
| 3    | 320,7                 | 582,7       | 320,7       | 430,9            | Y         |
| 4    | 227,3                 | 468,8       | 227,3       | 429,1            | X         |
| 5    | 287,9                 | 352,5       | 287,9       | 414,3            | X         |
| 6    | 361,9                 | 302,4       | 361,9       | 407,7            | Y         |
| 7    | 384,9                 | 386,8       | 384,9       | 386,8            | Y         |
| 8    | 230,1                 | 358,6       | 230,1       | 384,9            | X         |
| 9    | 252                   | 430,9       | 252         | 384,1            | Y         |
| 10   | 315,5                 | 407,7       | 315,5       | 384              | X         |
| 11   | 251,5                 | 384,1       | 251,5       | 383,1            | Y         |
| 12   | 341,3                 |             | 341,3       | 361,9            | X         |
| 13   | 213,5                 |             | 213,5       | 358,6            | Y         |
| 14   | 237,4                 |             | 237,4       | 352,5            | Y         |
| 15   | 414,3                 |             | 414,3       | 343,3            | X         |
| 16   | 343,3                 |             | 343,3       | 341,3            | X         |
| 17   | 214,2                 |             | 214,2       | 337,6            | X         |
| 18   | 384                   |             | 384         | 320,7            | X         |
| 19   | 156,9                 |             | 156,9       | 315,5            | X         |
| 20   | 169                   |             | 169         | 302,4            | Y         |
| 21   | 383,1                 |             |             | 287,9            | X         |
| 22   | 98,9                  |             |             | 252              | X         |
| 23   | 582,7                 |             |             | 251,5            | X         |
| 24   | 468,8                 |             |             | 237,4            | X         |
| 25   | 352,5                 |             |             | 230,1            | X         |
| 26   | 302,4                 |             |             | 227,3            | X         |
| 27   | 386,8                 |             |             | 214,2            | X         |
| 28   | 358,6                 |             |             | 213,5            | X         |
| 29   | 430,9                 |             |             | 169              | X         |
| 30   | 407,7                 |             |             | 156,9            | X         |
| 31   | 384,1                 |             |             | 98,9             | Y         |

128.03 < 117 < 223.97

La condition de **M<sup>r</sup> Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station **d'EL Esnam** est homogène.

#### **I.5.4 Etudes des précipitations annuelles :**

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité-stationnarité sont réunies parmi lesquelles:

- Loi de Laplace-Gauss, loi normal, et loi de Galton ou loi log-normale.
- Loi de Fuller ou loi Exponentielle.
- Loi Gamma, loi de Pearson I et III.
- Loi de Gumbel ou Loi doublement exponentielle.

Ces lois comportent deux à trois paramètres estimés par différentes méthodes:

- Méthode des moments.
- Méthode du maximum de vraisemblance.
- Méthode du maximum d'entropie.

Les critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord, et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilités permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement, toute sinuosité).

Le problème posé: quelle loi choisir lorsque plusieurs d'entre elles sont adéquates?

Donc les critères de choix pouvant être retenus sont:

- A qualité égale, la loi qui a le moins de paramètres est à retenir
- A qualité égale et nombre de paramètres égal, il faut comparer les estimations des deux lois; si ces estimations sont voisines, il faut retenir la plus simple; si elles sont nettement différentes, il faut prendre une nouvelle loi quitte à prendre un paramètre supplémentaire.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **Hyfran** qui donne les résultats dans le tableau ci-après.

**Tableau I.20** : Résultats de l'ajustement.

| Résultats de l'ajustement              |           |                   |            |                               |      |
|--|-----------|-------------------|------------|-------------------------------|------|
| Loi normale (Maximum de vraisemblance) |           |                   |            |                               |      |
| Nombre d'observations: 30              |           |                   |            |                               |      |
| période de retour                      | fréquence | valeurs théorique | Ecart-type | Intervalle de confiance (80%) |      |
| 10000.0                                | 0.9999    | 703               | 52.3       | 636                           | 770  |
| 2000.0                                 | 0.9995    | 659               | 47.1       | 599                           | 719  |
| 1000.0                                 | 0.9990    | 639               | 44.7       | 581                           | 696  |
| 200.0                                  | 0.9950    | 586               | 38.6       | 537                           | 636  |
| 100.0                                  | 0.9900    | 561               | 35.7       | 515                           | 606  |
| 50.0                                   | 0.9800    | 533               | 32.7       | 491                           | 575  |
| 20.0                                   | 0.9500    | 491               | 28.4       | 455                           | 527  |
| 10.0                                   | 0.9000    | 454               | 24.9       | 422                           | 486  |
| 5.0                                    | 0.8000    | 409               | 21.4       | 381                           | 436  |
| 3.0                                    | 0.6667    | 367               | 19.2       | 342                           | 392  |
| 2.0                                    | 0.5000    | 323               | 18.3       | 300                           | 347  |
| 1.4286                                 | 0.3000    | 270               | 19.6       | 244                           | 295  |
| 1.2500                                 | 0.2000    | 237               | 21.4       | 210                           | 265  |
| 1.1111                                 | 0.1000    | 192               | 24.9       | 160                           | 224  |
| 1.0526                                 | 0.0500    | 155               | 28.4       | 119                           | 191  |
| 1.0204                                 | 0.0200    | 113               | 32.7       | 71.4                          | 155  |
| 1.0101                                 | 0.0100    | 85.4              | 35.7       | 39.6                          | 131  |
| 1.0050                                 | 0.0050    | 60.0              | 38.6       | 10.5                          | 109  |
| 1.0010                                 | 0.0010    | 7.46              | 44.7       | -49.8                         | 64.7 |
| 1.0005                                 | 0.0005    | -13.0             | 47.1       | -73.4                         | 47.4 |
| 1.0001                                 | 0.0001    | -56.7             | 52.3       | -124                          | 10.4 |

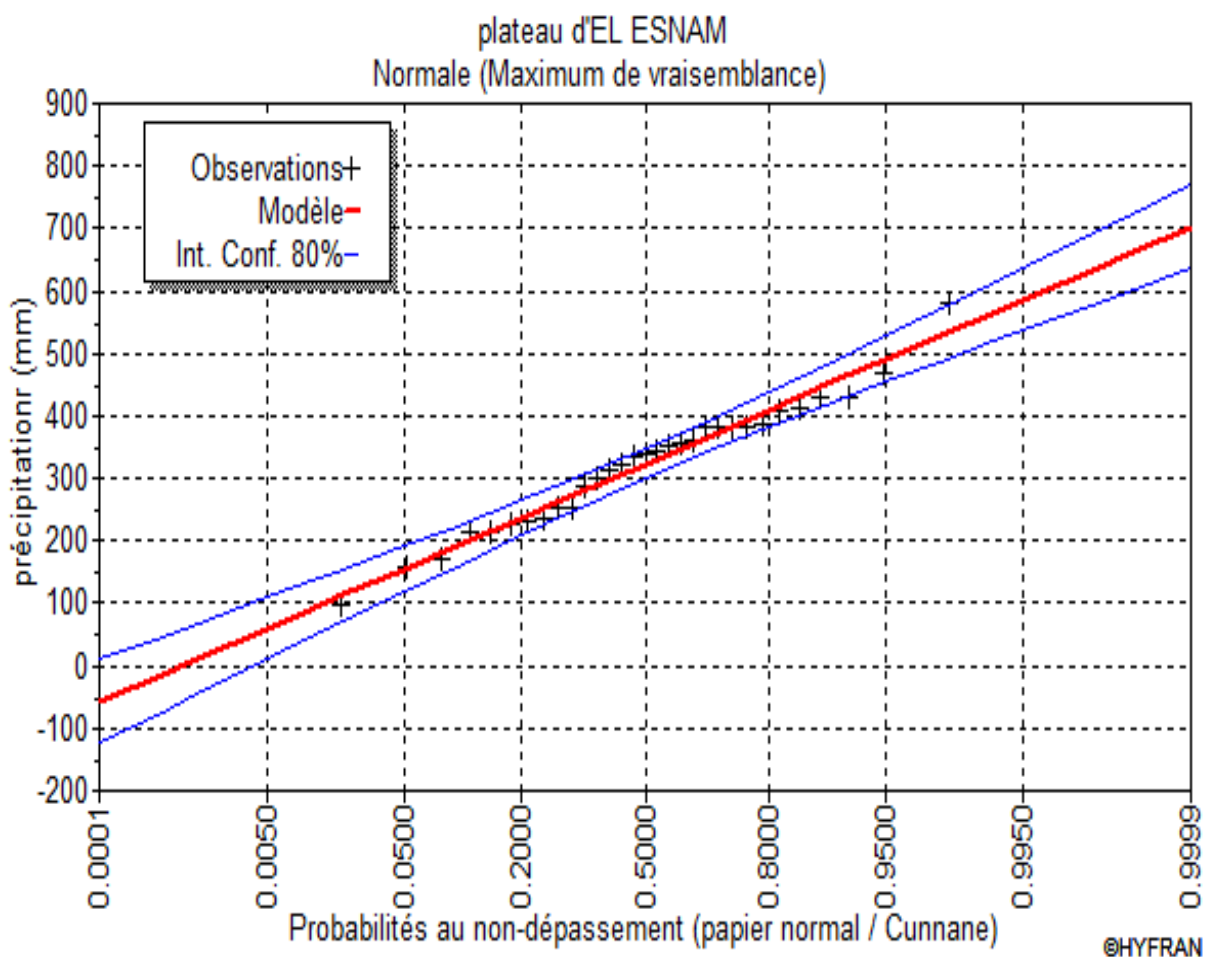


Figure I.4 : ajustement à la loi normal.

Tableau I.21 : caractéristiques de la loi d'ajustement.

| station d'EL ESNAM   |                   |                          |
|--|-------------------|--------------------------|
| Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon |                   |                          |
| Normale (Maximum de vraisemblance)                             |                   |                          |
|  | Caract. de la loi | caract. de l'échantillon |
| Minimum  | Aucun             | 98.0                     |
| Maximum  | Aucun             | 582                      |
| Moyenne  | 323               | 323                      |
| Ecart-type   | 102               | 102                      |
| Médiane  | 323               | 341                      |
| Coefficient de variation (Cv)                                  | 0.316             | 0.316                    |
| Coefficient d'asymétrie (Cs)                                   | 0.00              | 4.10E-005                |
| Coefficient d'aplatissement (Ck)                               | 3.00              | 2.92                     |



### **I.5.5 détermination de l'année de calcul :**

Détermination de l'année de calcul a pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%)

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

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

$$P_{\text{théorique}80\% \text{ annuelle}} = 237\text{mm} .$$

$$P_{\text{théorique}50\% \text{ annuelle}} = 323\text{mm} .$$

$P_{\text{moy}}$  De chaque mois sont données par le tableau suivant:

**Tableau I.22 :** les précipitations moyennes mensuelles à probabilité 80%

| Mois          | Sep        | Oct.        | Nov.        | déc.       | jan         | fév.        | mars        | avr.        | mai         | juin.       | juil.      | aout.      | Année        |
|---------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|
| P moy (mm)    | <b>2,1</b> | <b>52,2</b> | <b>48</b>   | <b>11</b>  | <b>25</b>   | <b>61,6</b> | <b>34,2</b> | <b>53,3</b> | <b>71,9</b> | <b>21,3</b> | <b>0,6</b> | <b>2,9</b> | <b>384,1</b> |
| P80% moy (mm) | <b>1,5</b> | <b>38,3</b> | <b>35,2</b> | <b>8,1</b> | <b>18,3</b> | <b>45,2</b> | <b>25,1</b> | <b>39,1</b> | <b>52,8</b> | <b>15,6</b> | <b>0,4</b> | <b>2,1</b> | <b>281,8</b> |

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons voulu montré les principales caractéristiques de notre région d'étude concernant climatologie. La pédologie ; la topographie, la géographie et l'hydrologie.

Nous considérons ces dernières comme des données de base pour l'établissement de notre projet d'irrigation.

- Notre zone d'étude est d'un régime continental, caractérisée par une moyenne pluviométrie concentrée sur quelques mois de l'année, dont le mois le plus pluvieux est le mois de **Janvier** avec une moyenne de **45.9 mm**, et la période sèche s'étale de début du mois de **mai** jusqu'à **mi-octobre**.

Ainsi, notre région d'étude sera classée dans un étage bioclimatique semi-aride.

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

---

## **Introduction :**

Les besoins des plantes ne sont pas constants dans le temps, il y a une sensibilité particulière au déficit à certaines périodes de leur cycle végétatif.

De nos jours, la plupart des modes des conduites de l'irrigation résultent soit d'un bilan hydrique de la culture, soit de mesure in situ de la réponse à la sécheresse des plantes, dans les systèmes agraires modernes, la majorité des prévisions d'irrigation dépendent de l'évaluation de la quantité d'eau disponible dans le sol pour la culture.

Les besoins en eau à satisfaire par l'irrigation au niveau du champ représentent le volume et la fréquence des applications d'eau nécessaire pour compenser les déficits en eau du sol pendant le cycle végétatif d'une culture donnée.

Les besoins en eau à satisfaire sont à estimer en deux phases :

- Les besoins unitaires : Relatifs à un hectare de chacune des cultures envisageables pour la zone étudiée.
- Les besoins globales : Du périmètre d'irrigation.

Pour calculer ces besoins, il faut y avoir les données climatiques et édaphiques les variables qui composent le bilan hydrique au niveau de l'aire d'irrigation ce sont :

- Les besoins en eau maximum de chaque culture (évapotranspiration moyenne ETM).
- La pluie efficace (Pe).

La fraction de la réserve utile du sol (RFU).

## **II.1.Calculs des besoins en eau des cultures :**

### **II.1.1 Etude agronomique :**

Il est indispensable d'étudier les aptitudes culturales propres à chaque type de notre sol, et le choix des cultures convenables et adaptables.

### **II.1.2 Choix des cultures :**

Les 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 culturale des sols basée sur l'étude pédologique.

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses condition du périmètre d'étude 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.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

Les cultures retenues doivent présenter une combinaison harmonieuse entre elles afin de bien conditionner la réussite technique et financière de notre système de culture.

Pour notre périmètre les cultures que nous avons choisies sont les suivantes :

**a. Arboriculture :**

- Olivier, Pêcher

**b. Cultures maraichères :**

- Carotte, courgette, haricot, pastèque, melon, Pomme de terre.

**c. Culture fourragères et céréalières :**

- Blé dur, orge et sorgho

### **II.1.3 Répartition des cultures :**

Le choix de ces cultures dans notre périmètre est bien réparti dans le temps.

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).

L'adaptation des assolements identifiés auparavant aux différents types de modèles dépendra de la taille des exploitations agricoles et leurs potentialités culturelles.

L'occupation des sols retenue pour là nous étude est donnée par le tableau suivant :

**Le tableau II.1 :** exprime la répartition d'occupation des sols relatifs aux cycles culturaux retenus pour le projet sur la superficie choisie la zone III voir la planche (01).

**Le tableau II.1 :** Occupation de sol en fonction de la culture.

| CULTURES                           | surface occupée |              |
|------------------------------------|-----------------|--------------|
|                                    | ha              | %            |
| <b>CEREALE</b>                     |                 |              |
| Blé dur                            | 180             | 48,34        |
| orge                               | 24,85           | 6,67         |
| sorgho                             | 32,5            | 8,73         |
| <b>MARAICHERE</b>                  |                 |              |
| courgette                          | 12,5            | 3,36         |
| Haricot (vert)                     | 10              | 2,69         |
| Pastique et melon                  | 22,5            | 6,04         |
| carotte                            | 10              | 2,69         |
| Pomme de terre                     | 12,5            | 3,36         |
| concombre                          | 10              | 2,69         |
| betterave                          | 12,5            | 3,36         |
| <b>CULTURES ARBORICOLES</b>        |                 |              |
| Olivier                            | 20              | 5,37         |
| pêcher                             | 25              | 6,71         |
| <b>TOTEAUX</b>                     | 372,35          | 100          |
| <b>surface totale du périmètre</b> | <b>2262</b>     | <b>16,46</b> |

## Chapitre II: Besoin en eau des cultures

**Tableau II.2 :** calendrier des cultures envisageable

| Mois                           | Jan   | Fév.  | Mar   | Avr.  | Mai   | Juin  | Juil. | Août | Sept | Oct. | Nov.  | Dèce |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|
| <b>cultures</b>                |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| <b>fourragères et céréales</b> |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| Blé dur                        | ————— |       |       |       |       |       |       |      |      |      | ————— |      |
| orge                           | ————— |       |       |       |       |       |       |      |      |      | ————— |      |
| sorgho                         |       |       | ————— |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| <b>Maraichage plein champ</b>  |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| courgette                      |       |       |       | ————— |       |       |       |      |      |      |       |      |
| Haricot (vert)                 |       |       | ————— |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| Pastique et melon              |       |       |       |       | ————— |       |       |      |      |      |       |      |
| carotte                        |       | ————— |       |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| Pomme de terre                 |       |       | ————— |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| concombre                      |       |       |       |       |       | ————— |       |      |      |      |       |      |
| betterave                      |       |       |       | ————— |       |       |       |      |      |      |       |      |
| <b>Culture arboricoles</b>     |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| Olivier                        | ————— |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |      |
| pêcher                         | ————— |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |      |

### **II.1.4 Assolement :**

L'assolement c'est la répartition des cultures dans le périmètre. Le choix de l'assolement est conditionné par un certain nombre de contraintes.

#### **a- Contraintes agro climatique :**

C'est dire les cultures qui s'adaptent au climat et au sol. Chaque culture a ses exigences climatiques (pluie, température, etc....) et pédologique (profondeur du sol, texture, etc....).

#### **b- Contraintes externes :**

Planification pour répondre aux besoins croissants de consommation.

#### **c- Contraintes internes :**

Main d'œuvre et matériel. Certaines cultures demandent une main d'œuvre qualifiée et un matériel spécifique. Qualité de l'eau utilisée.

#### **d- Contraintes économiques :**

Le prix des produits, commercialisation, ces contraintes prennent une importance primordiale, ainsi le prix des produits est considéré à échéance avec l'assurance d'une vente rentable.

Dans notre cas on opte pour un assolement mixte qui permet d'assurer les besoins des marchés.

Les cultures les plus demandées dans le marché sont : Blé, pomme de terre, carotte et haricot

- Blé en premier degré.
- pomme de terre en deuxième degré.
- carottes et haricot en 3<sup>ème</sup> degré.

## **II.2 Besoins en eau des cultures :**

Les cultures se développent, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture. Une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

### **II.2.1 Détermination de l'évapotranspiration :**

#### **II.2.1.1 Définition :**

L'évapotranspiration se définit comme étant le rejet global de vapeur d'eau par le sol et par les feuilles d'une plante. On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETR.

L'évapotranspiration potentielle représente la quantité d'eau évaporée, et transpirée par une végétation qui recouvre totalement le sol.

L'évapotranspiration réelle représente la quantité d'eau effectivement évaporée, à un moment donné, par le sol et la végétation.

### **II.2.1.2 Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration :**

L'évapotranspiration potentielle est rarement mesurée à l'aide de bac (voir la figure II.1) et d'évaporomètre. Le plus souvent elle est calculée par des méthodes à partir des données climatiques mesurées, les plus employées sont :

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



**Figure II.1:** Le bac évaporant

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide de logiciel Cropwat, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la formule empirique la plus appropriée de M<sup>R</sup> Penman et Monteith modifiée.

La formule de M<sup>R</sup> Penman et Motheit modifiée se présentant comme suit :

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

Tel que :

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

W : facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement a différente température et altitude.

R<sub>n</sub> : rayonnement net en évaporation équivalente, exprime en mm/jour.



$F(u)$  : fonction liée au vent.

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

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

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé **CROPWAT**, fonde sur la méthode de M<sup>r</sup> Penman et Motheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO** tenue à Rome en mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, la méthode adoptée emploie les informations homogènes et fiables suivantes :

- Température : Les températures max et min mensuelles sont données en degré Celsius.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Dans **le tableau (II.3)**: nous représentons l'évapotranspiration de référence  $ET_0$ , calculée à l'aide du logiciel Cropwat 8.0, selon la formule de Penman&Monteith, modifiée

**Tableau II.3:** l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  selon la formule de Penman&Monteith, modifiée.

| Evapotranspiration de référence $ET_0$ de Penman et Monteith |           |              |          |                             |            |                         |               |
|--|-----------|--------------|----------|-----------------------------|------------|-------------------------|---------------|
| Pays   |           | : ALGERIE    |          | Station climatique : BOUIRA |            |                         |               |
| Altitude   |           | : 555 mètres |          | latitude : 36,23 N°         |            | longitude : 03,53 E°    |               |
| MOIS   | Min tempi | Max tempi    | humidité | Vent                        | Insolation | Radiation               | $ET_0$ Penman |
|  | C°        | C°           | %        | m/s                         | heures     | MJ/m <sup>2</sup> .jour | mm/jour       |
| Janvier  | 1.8       | 13.2         | 73       | 2.6                         | 6.3        | 9.9                     | 1.58          |
| Février  | 5.3       | 14.9         | 82       | 2.6                         | 6.5        | 12.4                    | 1.76          |
| Mars   | 5.9       | 18.1         | 74       | 2.5                         | 7.1        | 16.0                    | 2.77          |
| Avril  | 8.2       | 20.3         | 71       | 3.1                         | 6.8        | 18.3                    | 3.64          |
| Mai  | 11.2      | 25.3         | 68       | 2.8                         | 5.5        | 17.9                    | 4.41          |
| Juin   | 15.0      | 31.9         | 56       | 2.8                         | 8.8        | 23.1                    | 6.45          |
| Juillet  | 17.3      | 35.2         | 51       | 2.7                         | 12.1       | 27.6                    | 7.59          |
| Août   | 18.0      | 35.0         | 54       | 2.5                         | 9.5        | 22.6                    | 6.50          |
| Septembre  | 15.7      | 29.6         | 66       | 2.3                         | 6.9        | 16.7                    | 4.30          |
| Octobre  | 12.0      | 25.1         | 71       | 2.0                         | 6.2        | 13.0                    | 2.88          |
| Novembre   | 7.9       | 17.0         | 73       | 2.4                         | 1.8        | 6.3                     | 1.70          |
| Décembre   | 5.7       | 14.1         | 84       | 2.6                         | 3.2        | 6.6                     | 1.15          |
| moye   | 10.3      | 23.3         | 69       | 2.6                         | 6.7        | 15.9                    | 3.73          |

### II.2.1.3 Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme Cropwat 8.0, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits (utilisation de la méthode du mètre).

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliseront couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode proposée et recommandée par la fixation de pourcentage à 80%, car cette dernière elle donne des résultats s'adaptant au climat cas de l'Algérie.

Avec :

$P_{eff}$  : Pluie annuelle efficace en (mm/mois).

## Chapitre II: Besoin en eau des cultures

---

$P_{P\%}$  : Pluie annuelle de probabilité de dépassement de 80%, en (mm/mois).

Les valeurs mensuelles de  $P_{80\%}$  et  $P_{eff}$  sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau II.4** : les précipitations efficaces à pourcentage fixe (80%).

| mois      | $P_{80\%}$<br>(mm) | $P_{eff}$<br>(mm) |
|-----------|--------------------|-------------------|
| janvier   | 18.3               | 14.6              |
| février   | 45.2               | 36.2              |
| mars      | 25.1               | 20.1              |
| avril     | 39.1               | 31.3              |
| mai       | 52.8               | 42.2              |
| juin      | 15.6               | 12.5              |
| juillet   | 0.4                | 0.3               |
| août      | 2.1                | 1.7               |
| Septembre | 1.5                | 1.2               |
| Octobre   | 38.3               | 30.6              |
| Novembre  | 35.2               | 28.2              |
| Décembre  | 8.1                | 6.5               |
| Total     | 281.8              | 225.4             |

## **II.2.2 Détermination des besoins en eau d'irrigation :**

### **II.2.2.1 Définition :**

Le besoin en eau d'irrigation, **B**, est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal au besoin en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition...etc.).

### **II.2.2.2 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :**

Les besoins en eau des cultures sont calculés par la formule :

$$\mathbf{B = ETR - (Pe_{ff} + R_{fu})}$$

**Avec :**

**B** : Besoins en eau d'irrigation (mm);

**ETR** : Evapotranspiration réelle (mm/jour) ;

**Pe<sub>ff</sub>** : Pluie efficace ; **Pe<sub>ff</sub> = α.P** ;

**α** : Coefficient tenant compte de l'efficacité des pluies généralement 80%.

**P** : La précipitation (mm) ;

**R<sub>fu</sub>** : La réserve facilement utilisable (mm) ;

Telle que :

$$\mathbf{R_{fu} = Y(H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z \cdot d_a}$$

**Avec :**

**H<sub>cc</sub>** : Humidité à la capacité au champ;

**H<sub>pf</sub>** : humidité du sol au point de flétrissement ;

**Z** : Profondeur d'enracinement (m) ;

**Da** : Densité apparente ;

**Y** : degré de tarissement.

#### **✓ Remarque :**

- **R<sub>fu</sub>** ; est déterminé à partir d'un tableau des cultures en fonction de type du sol (voir annexe 1) ;
- **K<sub>c</sub>** : coefficient culturel estimé à partir de tableau des coefficients culturels de FAO (voir annexe 2) ;
- La durée des phases de développement des cultures définit par le tableau des phases (voir annexe 3) ;
- Le calcul des besoins en eau nets de chaque culture est donné dans **l'annexe N° 4** ;

## Chapitre II: Besoin en eau des cultures

**Tableau II.5:**Détermination des besoins en eau des cultures

| MOIS                          | Sep           | Oct.        | Nov.     | Déc.     | Jan      | Fév.     | Mar      | Avril        | Mai          | juin        | Juill.      | Août         | année         |
|-------------------------------|---------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>CULTURES</b>               |               |             |          |          |          |          |          |              |              |             |             |              |               |
| <b>CEREALE</b>                |               |             |          |          |          |          |          |              |              |             |             |              |               |
| Blé dur et orge               |               | 0           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 61.49        | 64.5         | 49.2        |             |              | <b>175.2</b>  |
| sorgho                        |               | 0           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 25.46        | 65.6         | 191         | 170.8       |              | <b>452.9</b>  |
| <b>MARAICHAGE PLEIN CHAMP</b> |               |             |          |          |          |          |          |              |              |             |             |              |               |
| courgette                     |               |             |          |          |          |          |          | 0            | 66.3         | 112         | 188         |              | <b>366.6</b>  |
| Haricot (vert)                |               |             |          |          |          |          | 0        | 20           | 72.9         | 65.2        |             |              | <b>158.1</b>  |
| Pastique et melon             | 0             |             |          |          |          |          |          |              | 0            | 135         | 210.5       | 55.3         | <b>400.8</b>  |
| carotte                       |               |             |          |          |          | 0        | 0        | 0            | 117.6        | 220         | 102.4       |              | <b>440</b>    |
| Pomme de terre                |               |             |          |          |          |          |          | 30.8         | 120.8        | 115         | 56.9        |              | <b>323.3</b>  |
| concombre                     | 108.4         |             |          |          |          |          |          |              |              | 21          | 159.4       | 204.7        | <b>493.4</b>  |
| betterave                     |               |             |          |          |          |          |          |              | 0            | 194         |             |              | <b>194.2</b>  |
| <b>CULTURES ARBORICOLES</b>   |               |             |          |          |          |          |          |              |              |             |             |              |               |
| Olivier                       | 77.3          | 43.0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0            | 7.95         | 48.9        | 98.8        | 97.44        | <b>365.5</b>  |
| pêcher                        | 77.3          | 43.0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0            | 0            | 48.9        | 98.8        | 97.44        | <b>365.5</b>  |
| <b>TOTEAUX</b>                | <b>263.12</b> | <b>86.0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>137.8</b> | <b>507.9</b> | <b>1201</b> | <b>1086</b> | <b>454.9</b> | <b>3736.1</b> |

## Chapitre II: Besoin en eau des cultures

**Tableau II.6 :** Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau.

| CULTURES                      | Superficie en Ha | Besoins nets mm | Besoins nets m <sup>3</sup> /ha | Efficienc e % | Besoins bruts m <sup>3</sup> /ha | Besoins bruts Totaux m <sup>3</sup> |
|-------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>CEREALE</b>                |                  |                 |                                 |               |                                  |                                     |
| <b>Blé dur</b>                | 180              | 175,22          | 1752,2                          | 0,75          | 2336,27                          | 420528,0                            |
| <b>orge</b>                   | 24,85            | 175,22          | 1752,2                          | 0,75          | 2336,27                          | 58056,2                             |
| <b>sorgho</b>                 | 32,5             | 452,93          | 4529,3                          | 0,75          | 6039,07                          | 196269,7                            |
| <b>MARAICHAGE PLEIN CHAMP</b> |                  |                 |                                 |               |                                  |                                     |
| <b>courgette</b>              | 12,5             | 366,66          | 3666,6                          | 0,75          | 4888,80                          | 61110,0                             |
| <b>Haricot (vert)</b>         | 10               | 158,16          | 1581,6                          | 0,75          | 2108,80                          | 21088,0                             |
| <b>Pastique et melon</b>      | 22,5             | 400,89          | 4008,9                          | 0,75          | 5345,20                          | 120267,0                            |
| <b>carotte</b>                | 10               | 440             | 4400                            | 0,75          | 5866,67                          | 58666,7                             |
| <b>Pomme de terre</b>         | 12,5             | 323,39          | 3233,9                          | 0,75          | 4311,87                          | 53898,3                             |
| <b>concombre</b>              | 10               | 493,44          | 4934,4                          | 0,75          | 6579,20                          | 65792,0                             |
| <b>betterave</b>              | 12,5             | 194,25          | 1942,5                          | 0,75          | 2590,00                          | 32375,0                             |
| <b>CULTURES ARBORICOLES</b>   |                  |                 |                                 |               |                                  |                                     |
| <b>Olivier</b>                | 20               | 365,58          | 3655,8                          | 0,8           | 4569,75                          | 91395,0                             |
| <b>pêcher</b>                 | 25               | 365,58          | 3655,8                          | 0,8           | 4569,75                          | 114243,8                            |
| <b>TOTAUX</b>                 | <b>372,35</b>    | <b>3911,32</b>  | <b>39113,2</b>                  |               | <b>51541,6333</b>                | <b>1293689,6</b>                    |

Donc les besoins annuel de la superficie choisie, qui représente 16% par rapport à la surface totale de périmètre est d'environ **1.293 Hm<sup>3</sup>**.

### II.3 Le lessivage :

Lorsque le sol contient des concentrations élevées de sels, non admissibles pour le développement de la plante, provenant d'origines diverses (altération des roches mères et apports naturels externes ceux qui sont appelés salinisation primaire et activité humaine qui est liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées dite salinisation secondaire) et pouvant être intensifiées par la mauvaise qualité des eaux d'irrigation, on doit nécessairement pour la mise en valeur de ce sol ramener une quantité d'eau supplémentaire pour que ces sels percolent au-dessous de la zone racinaire. Pour estimer cette quantité d'eau, on doit se baser sur les études de sol et de l'eau d'irrigation préalablement faites tout en respectant les normes de sensibilité des plantes au sel.

#### II.3.1 sensibilité des plantes aux sels :

Pour le plan de culture retenu, les tolérances des principales cultures au sel correspondant à des niveaux de rendements pour différents seuils de la conductivité électrique, sont données dans le tableau suivant :

Tableau II.7 : tolérance des cultures aux sels.

| Cultures              | Niveau de rendement en fonction de $CE_e$ . |      |      |      |
|-----------------------|---|------|------|------|
|                       | 100%  | 90%  | 75%  | 50%  |
| <b>Blé dur</b>        | 6.0   | 7.4  | 9.5  | 13.0 |
| <b>orge</b>           | 8.0   | 10.0 | 13.0 | 18.0 |
| <b>sorgho</b>         | 4.0   | 5.1  | 7.2  | 11.0 |
| <b>carotte</b>        | 1.0   | 1.7  | 2.8  | 4.6  |
| <b>Haricot (vert)</b> | 1.0   | 1.5  | 2.3  | 3.6  |
| <b>concombre</b>      | 2.5   | 3.3  | 4.4  | 6.3  |
| <b>Pomme de terre</b> | 1.7   | 2.5  | 3.8  | 5.9  |
| <b>betterave</b>      | 7   | 8.7  | 11   | 15   |
| <b>Olivier</b>        | 1.6   | 2    | 2.6  | 3.7  |
| <b>pêcher</b>         | 1.7   | 2.2  | 2.9  | 4.1  |

Source bulletin n°29 de la FAO.

Le tableau qui suit montre le degré de sensibilité des cultures au sel par classes :  
Tableau II.8 : degré de sensibilité des cultures aux sels par classes.

| Classification                 | Cultures  |
|--------------------------------|---|
| Cultures sensibles             | Haricot, carotte, oignon.                                   |
| Cultures moyennement sensibles | Tomate, poivron, pomme de terre, chou, courgette, pastèque. |

**II.3.2 qualité des sols :** L'étude agro-pédologique a porté sur une superficie d'environ 2262 ha qui a permis de dégager une superficie irrigable de 635ha pour cette étude.

Dans notre cas les profils pédologiques qui a été fait sur la superficie choisie, englober dans le tableau suivant extrait de **Tableau I.13**.

**Tableau II.9 :** description de profil concerne la superficie irrigable.

| N du profil | profondeur  | complexe absorbant (meq/Kg) du sol |        |        |      |      |     | solution du sol |     | carbone organique g/Kg |
|-------------|-------------|------------------------------------|--------|--------|------|------|-----|-----------------|-----|------------------------|
|             |             | ph (mg/Kg)                         | ca     | mg     | k    | Na   | CEC | CE (mmhos/cm)   | PH  |                        |
| profil N3   | 0 - 30 cm   | 26                                 | 281,07 | 60,27  | 9,50 | 3,4  | 272 | 0,19            | 7,2 | 12,2                   |
|             | 30 - 50 cm  | 7                                  | 283,39 | 74     | 7,34 | 3,12 | 86  | 0,27            | 7,4 | 9,5                    |
|             | 50 - 95 cm  | 3                                  | 565,04 | 100,45 | 7,14 | 3,36 | 277 | 0,14            | 7,6 | 6,2                    |
|             | 95 - 120 cm | 2                                  | 819,19 | 118,11 | 5,74 | 4,93 | 215 | 0,14            | 7,8 | 3,7                    |

D'après le **Tableau II.9** on remarque que le sol a salinité faible sur toutes les profondeurs.

**II.3.3 La qualité d'eau de barrage (Tiledit) :**

D'après les analyses faites au laboratoire de l'ANRH. La composition chimique moyenne de l'eau donnée les résultats suivants:

**Tableau II.10 :** La composition chimique moyenne de l'eau.

| Elément | Ca<br>mg/l | Mg<br>mg/l | Na<br>mg/l | NO3<br>mgN/<br>l | SO4<br>mg/l | CE<br>mmhos/cm | Alcalinité<br>Totale mg<br>par CaCO3 | PH  |
|---------|------------|------------|------------|------------------|-------------|----------------|--------------------------------------|-----|
| barrage | 70         | 26         | 17         | 0.3              | 167         | 0.740          | 130                                  | 7.1 |

**II.3.3.1 Problème de salinité et toxicité :**

➤ **Problème de salinité :**

Une eau de mauvaise qualité peut avoir des incidences graves sur le développement des plantes.

La plante peut absorber l'eau de deux façons soit par les organes aériens (cas du l'irrigation par aspersion) soit par les racines, mais la quantité d'eau absorbée par les feuilles est toujours faibles .ce sont les racines qui assurent la quantité d'eau nécessaire.

➤ **Problème de toxicité :**



La toxicité pose un problème différent de celui de la salinité, car elle se manifeste dans le végétal lui-même comme le résultat de l'absorption et de l'accumulation de certaines substances contenues dans l'eau d'irrigation.

Chaque élément présent dans les solutions salines peut avoir un effet toxique spécifique sur la plante, ainsi la plupart des ions sont toxiques à forte concentration.

Généralement les problèmes de la toxicité accompagnent ceux de la salinité, parmi les principaux éléments toxiques il y'a le sodium (Na), le chlore (Cl), et le bore (B)

### **III.3.3.2 CLASSIFICATION DES EAUX D'IRRIGATION :**

➤ **Classification mondiale (F.A.O) :**

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

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

➤ **Classification américaine :**

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

✓ **Pour la conductivité électrique C.E**

|                      |          |                             |
|----------------------|----------|-----------------------------|
| •C1 : C.E<0,250      | mmhos/cm | l'eau de faible salinité    |
| •C2 :0,250<C.E<2,750 | mmhos/cm | l'eau de salinité moyenne   |
| •C3 :0,750<C.E<2,250 | mmhos/cm | l'eau à forte salinité      |
| •C4 :C.E>2,250       | mmhos/cm | l'eau à très forte salinité |

✓ **Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R**

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

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

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

•S1 :S.A.R<10

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

•S2 :10<S.A.R<18

Les eaux contenant une faible quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols a texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol, ces eaux

peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

•S3 :  $18 < \text{S.A.R} < 26$

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

•S4 :  $\text{S.A.R} > 26$

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation. Voir la **Figure (III- 3)**

Dans notre cas le calcul du S.A.R donne la valeur suivante :

$$\text{S.A.R} = \frac{17}{\sqrt{\frac{70 + 26}{2}}} = 2.45$$

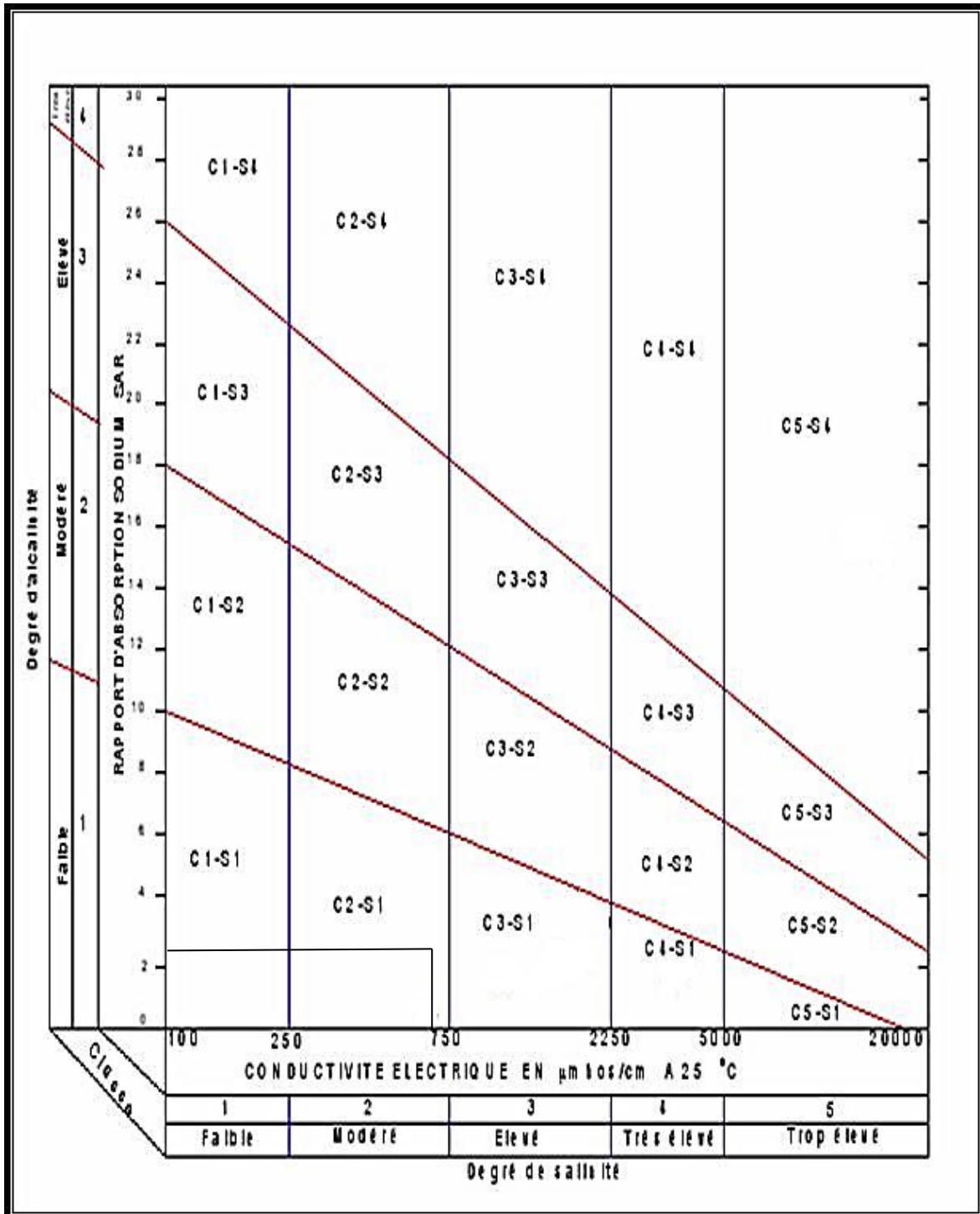


Figure II.2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

### II.3.4 les besoins en eau du lessivage :

Dans les sols salés, il faut non seulement couvrir les besoins d'évapotranspiration de la culture et les besoins d'humectation et d'évaporation du sol avec une quantité d'eau, mais il faut ajouter une quantité supplémentaire pour dissoudre les sels solubles, et qui seront évacués en dehors de la zone racinaire par un réseau de drainage.

Dans notre cas les sols sont considérés non salés voir **tableau II.9**, rappelons que en général les sols sont à salinité très faible, donc le calcul de la quantité supplémentaire au lessivage n'est pas nécessaire.

### **Conclusion :**

En définitive, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ **1.293 Hm<sup>3</sup>** d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoins en eau d'irrigation, avec une marge de sécurité satisfaisante.

Donc le volume total nécessaire pour la zone choisie est de 1.293 Hm<sup>3</sup> pour toute l'année.

Ce volume est largement couvert par le volume fourni par le barrage de Tilesdit et qui est de l'ordre de **12 Hm<sup>3</sup>** destiné aux besoins d'irrigation annuel de plateau d'El Esnam.

# **Chapitre III : Dimensionnement du réseau d'irrigation**

---

### **Introduction :**

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

Notre objectif dans ce chapitre est de calculer les dimensions et les paramètres hydrauliques des équipements constituant ce type d'installation qui est l'irrigation par aspersion à savoir :

- D'abord, le choix du type de système convenable aux différentes exigences de notre projet d'irrigation de la parcelle ;
- Ensuite, le dimensionnement de la rampe (conduite) d'amenée d'eau reliée à la borne d'alimentation, par le calcul de sa longueur, de son diamètre et de ses pertes;
- Puis , le calcul de la pression devant être assurée au niveau de la prise d'eau principale (borne d'alimentation) pour assurer le bon fonctionnement des asperseurs pour les différentes positions d'arrosage ;
- Finalement, le calcul des différentes vitesses

### **III.1 Les ressource en eau :**

Avant d'entamer une étude d'aménagement hydro-agricole, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui peuvent irriguer notre zone d'étude.

#### **○ Les ressources en eau superficielles :**

Généralement l'eau pour les besoins agricoles est exploitée superficiellement dans cette région à cause de disponibilité des barrages au bord de périmètre d'étude.

#### **➤ Barrage de Tilesdit :**



Figure III.1 : Situation géographique et coordonnées du barrage de TILESDIT

Le barrage se trouve à **une dizaine de Km** au nord-ouest de la ville de **BECHLOUL** et, il est implanté sur l'**oued EDHOUS**, il comprend les ouvrages suivants :

- la capacité est de **167 Hm<sup>3</sup>**.
- Le volume régularisable est de **73 Hm<sup>3</sup>**.
- Près de **32.4 Hm<sup>3</sup>** sont affectés à l'irrigation.
- Une digue de **65 m** de hauteur.
- Une crête de **425 m** de longueur et **2,56 m** de largeur à la cote **415 m**.
- Un évacuateur de crues (trop plein).
- Une vidange de fond de **04 m** de largeur et de **240 m** de longueur.
- Une tour de prise de **70 m** de hauteur et **0,9 m** de diamètre sur la galerie de vidange de fond.

Le barrage de **TILESDIT** est prévu pour une capacité de **167 Hm<sup>3</sup>** ; cette dernière a fortement diminué par rapport au problème d'érosion. Il est doté d'un réseau d'AEP pour l'alimentation de la ville de **BOUIRA** et de ses communes limitrophes : (**EL ESNAM ; BECHLOUL, OUED EL BERDI, AHL ALKSAR, OULED RACHED, BORDJ OKHRISS, MESDOUR, TAGUEDIT, AL ADJIBA, AHNIF ET ATH MANSOUR**) avec **20.23Hm<sup>3</sup>/an** ; et d'un réseau d'irrigation pour les besoins en eau de **5600ha** répartis comme suit :

- plateau d'EL ESNAM (**2200 ha**) avec **12 Hm<sup>3</sup>/an**.
- vallée de l'oued sahel (**3400 ha**) avec **27,2 Hm<sup>3</sup>/an**.

La région de construction du barrage projeté sur Oued House est située dans la partie Sud Est de la wilaya de **BOUIRA**, sur le territoire de la Commune de **BECHLOUL** à une dizaine de Km de la ville d'**EL ASNAM**.

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>** presque, sans inonder les bonnes terres cultivables.
- 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.

L'ensemble hydraulique comprend :

**Digue en terre** : avec un noyau argileux de hauteur **65 m**, et de longueur **425 m**, avec un volume des remblais **3.360.000 m<sup>3</sup>**, avec une largeur à la base de **25m**.

➤ **Evacuateur de crue** : comprend :

- Un déversoir de longueur de **315 m**.
- 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 réservoir de régulation : l'adduction de l'eau au périmètre situé à l'amont de la retenue est effectué par deux tançons :

Un tronçon de diamètre **900 mm** et d'un débit de **1009 l/s** reliant la station de pompage de **TILESDIT** située au pied du barrage, avec le réservoir de régulation du plateau d'**EL ESNAM** situé à une côte **580 m NGA**. Voir la Figure (III-2) : La prise d'eau du barrage de **TILESDIT**.

- Un tronçon de diamètre **900 mm** et d'un débit de **1009 l/s** reliant la station de pompage Un autre tronçon de diamètre **1250 mm**, et d'un débit d'environ **1000 l/s** reliant le réservoir de régulation avec la rentrée du périmètre d'**EL ESNAM**.





**Figure III.2 :** La prise d'eau du barrage de TILESDIT

### **III.2 Le réseau hydraulique :**

Le périmètre du plateau d'**EL-ESNAM** s'étend sur une superficie totale équipée de **2260 Ha**. La distribution de l'eau se fait à partir du bassin de régulation dont l'eau est refoulée par la station de pompage et alimenté gravitairement par un réseau ramifié ; (**Voir figure III.1**) : Schéma du réseau hydraulique du périmètre du plateau d'**EL-ESNAM**

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

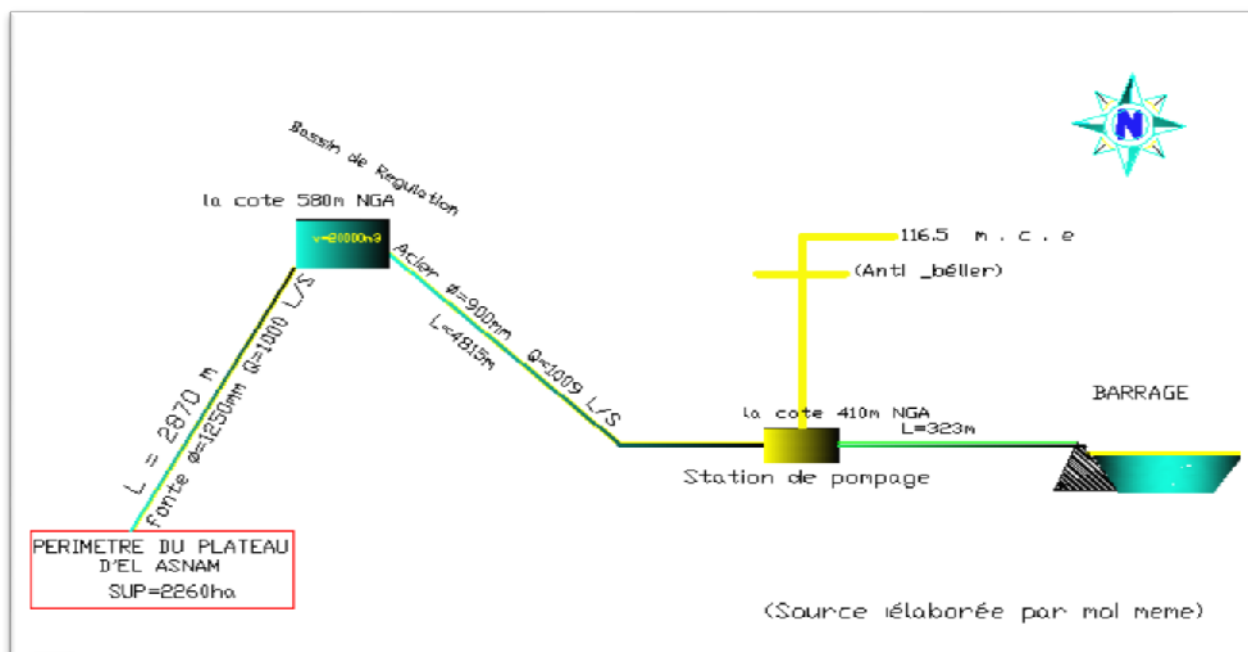


Figure III.3: schéma du réseau hydraulique de périmètre d'EL Esnam.

### III.2.1 La station de pompage :

La station de pompage du périmètre du plateau d'EL-ESNAM implantée en amont du barrage de TILES DIT dans le côté droit de la digue à quelque centaines de mètres du trop-plein (déversoir du barrage)

La station de pompage est destinée à pomper de l'eau du barrage par voie d'une conduite d'aspiration de **0,9 m** de diamètre, et d'une capacité de pompage équivalente à **3600m<sup>3</sup>/h** à pleine régime, refoulées vers un bassin de régulation d'une capacité d'accumulation de **20 000 m<sup>3</sup>**.  
(DHW de BOUIRA, 2012)

#### ➤ Equipement de la Station de pompage du plateau d'EL -ESNAM :

- La station de pompage est équipée de :
- Un transformateur, installé sur l'arrivée des câbles d'alimentation énergétique, et séparé de la station de pompage par un mur mitoyen.
- **04** groupes motopompes (**03** de service et **01** de réserve). chacun est d'une capacité nominale de **535 l/s** qui relèvent les eaux vers la conduite de refoulement.
- Une armoire de commande.
- Une salle électrique.
- Un anti- bélier.
- Deux compresseurs.
- La protection cathodique.
- La station de pompage et le réseau hydraulique seront exploités par l'O.P.I.B.O. Le fonctionnement de la Station de pompage est entièrement automatique et ne nécessite que des prestations d'entretien et de contrôle réguliers.

- La station de pompage du plateau d'EL- ESNAM est alimentée en énergie électrique de haute tension à partir de deux sources distinctes garantissant ainsi le fonctionnement permanent des installations même en cas de coupure de courant. (O.P.I. BO. 2012)

➤ **fonctionnement de la station de pompage:**

Le tableau ci-dessous retrace le nombre d'heures de fonctionnement de chaque pompe par jour avec le volume d'eau pompé correspondant.

**Tableau III.1 :** Fonctionnement des pompes (durées et volumes pompés par jour)

| <b>POMPES</b> | <b>NOMBRE D'HEURES DE FONCTIONNEMENT</b> | <b>VOLUME POMPE</b> |
|---------------|--|---------------------|
| <b>P1</b>     | <b>1.45</b>                              | <b>2616 m3</b>      |
| <b>P2</b>     | <b>0.65</b>                              | <b>1156 m3</b>      |
| <b>P3</b>     | <b>1.5</b>                               | <b>2686 m3</b>      |
| <b>P4</b>     | <b>1.8</b>                               | <b>2810 m3</b>      |

Source : O.P.I. BO, (2012)

➤ **Hauteur manométrique totale :**

La hauteur manométrique est donnée par la formule [8-1]. Elle correspond à la somme de la hauteur géodésique et les pertes de charge totales calculées par la formule [4-7] proposée par MM Lechapt et Calmon.

$$J = \frac{L * Q^M * C}{D^N}$$

*J* : Pertes de charge en mm/ml.

*Q* : Débit en m<sup>3</sup>/s.

*L, M* et *N* : Constantes dépendantes de la rugosité absolue *K* des canalisations.

*C* : Coefficient de majoration tenant compte des pertes de charges singulières.

Pour les valeurs les plus couramment adoptées concernant la rugosité absolue *K*, les constantes de la formule sont les suivantes :

| <b>K (mm)</b> | <b>L</b> | <b>M</b> | <b>N</b> |
|---------------|----------|----------|----------|
| 0,1           | 1,20     | 1,89     | 5,01     |
| 0,5           | 1,4      | 1,96     | 5,19     |
| 1             | 1,60     | 1,975    | 5,25.    |

$$HMT = ha + hr + Ja + Jr + P_r$$

Avec :

*HMT* : Hauteur manométrique totale en m.

*ha* : Hauteur d'aspiration en m.

*hr* : Hauteur de refoulement en en m

*Ja* : Pertes de charge d'aspiration en m

*Jr* : Pertes de charge de refoulement en m

*p<sub>r</sub>* : Pression requise nécessaire à la sortie (0,5 ÷ 1,5) m

Nous avons aussi:

$$hg = ha + hr .$$

$$Y = Ja + Jr .$$

$$HMT = hg + y + P_r$$

Avec :

*HMT* : Hauteur manométrique totale en m.

*hg* : Hauteur géodésique en m.

$\Delta h$  : Pertes de charge totales en m

*P<sub>r</sub>* : Pression requise nécessaire à la sortie (0,5 ÷ 1,5) m.

Les résultats sont résumés ci-dessous :

\*Pertes de charge totales Bge-Sp :  $y = 0,08m .$

\*Pertes de charge totales Sp-B<sub>accum</sub> :  $y_1 = 13,36m .$

\*Hauteur géodésique Sp-B :  $hg = 75,30m .$

\*Hauteur manométrique totale Sp-B :  $HMT = 88.74m .$

\*Puissance absorbée par la SP :  $P = 1159Kw .$

➤ **Estimation des pertes charges totales dans la conduite d'adduction gravitaire :**

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une

conduite est celle de **Darcy-Weisbakh** :  $\Delta H_p^{lin} = \frac{K' \times L_e \times Q^\beta}{D_{av}^m}$

$\Delta H_p^{lin}$  : Pertes de charge linéaire (m).

Q : Débit véhiculé par la conduite (1 m<sup>3</sup>/s); pour assurer les caractéristiques.

Dav : Diamètre avantageux calculé de la conduite 1,25 m ;

K' : Coefficient de pertes de charge;

m : Exposant tenant compte du type du matériau.

$\beta$  : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

L<sub>e</sub> : Longueur équivalente de la conduite gravitaire (m) ;

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées de 10% à 15% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_t = 1,15 * \Delta H_p^{lin} \Rightarrow L_e = 1,15 * L_g$$

$\Delta H_t$  : pertes Charge linéaire totale en (m);

L<sub>g</sub> : Longueur géométrique de la conduite gravitaire (m) ;(L<sub>g</sub> = 2870 m)

Pour notre calcul des pertes de charge on a utilisé la simulation de logiciel EPANET. 02 .les résultats donné dans **l'annexe N° 5**.

Les pertes de charge unitaire estimée par ce dernier est de 2.42 m/km.

Donc :

$$\Delta H_p^{lin} = 2.87 * 2.42 = 8.09 \text{ m}$$

$$\Delta H_t = 1.15 * 8.09 = 9.3 \text{ m}$$

### **III.2.2 le bassin d'accumulation :**

Le bassin d'accumulation présente les caractéristiques suivantes :

- cote de fond : **580 m.**
- cote de niveau : **585,5 m.**
- cote de la berme : **586 m.**
- capacité : **20000 m<sup>3</sup>.**
- longueur : **138 m.**
- largeur : **50 m.**
- profond d'eau : **6 m.**
- Hauteur manométrique : **125m.**
- tapis d'étanchéité : **béton armé.**
- masque étanche : **béton armé et enrochement.**
- mur de clôture : **510m.**

Source : DHW (BOUIRA, 2012)

L'eau est utilisée pour l'irrigation du périmètre et possède des qualités fertilisantes qui provoquent souvent l'eutrophisation (caractérisé par une déficience en sels minéraux nutritifs indispensables à la croissance des végétaux) servant à alimenter le réseau d'irrigation.

Donc, le bassin reste le foyer d'une prolifération d'algues qui colmatent les grilles de protection .Le bassin permet de diminuer la puissance de la station de pompage en cas de fonctionnement intermittent, et d'assurer la pression d'eau dans le réseau d'irrigation.

Le choix du site d'implantation du bassin est dicté essentiellement par les considérations de pression, qu'on doit tenir compte de la cote qui est de **580 m** de fond.

**(O.P.I.B.O. 2012)**

Le réseau hydraulique du périmètre du plateau d'**EL -ESNAM** est composé de **22** chambres de sectionnement, **60** antennes de distributions et **566** bouches d'arrosage (vannes hydrantes).

Le réseau hydraulique ramifié est constitué par un ensemble de canaux et d'ouvrages situés sur le terrain à irriguer, chaque système d'irrigation comporte des ouvrages et des dispositions hydrauliques

- un tronçon en tête du système qui assure la prise d'eau à partir des sources d'irrigation.
- Une conduite principale pourvue d'un régulateur de pression.

- un réseau de conduites de distribution (conduite secondaires pourvues également de compteurs volumétriques non fonctionnels et de vannes pour le réglage du débit).

Les conduites principales sont pourvues de regards d'évacuation (vidanges) installés aux points bas.

Le mode d'irrigation adopté dans le réseau est par aspersion, et avec la structure foncière du secteur privé, deux ou trois privés bénéficient d'une vanne hydrante.

Les parcelles sont de forme géométrique quelconque, cette installation comprend :

- une canalisation primaire (amenée d'eau).
- Une canalisation secondaire semi mobile.
- Une rampe mobile portant les arroseurs (asperseurs).

DHW de BOUIRA, (2012)

#### III.2.3 Renforcement du barrage de TILES-DIT à partir du barrage de TICHY-HAF :

##### ➤ Le barrage de TICHY-HAF :

Le barrage de **TICHY-HAF** est un important ouvrage hydrotechnique qui se trouve dans le territoire de la commune de **BOUHAMZA** ; à **20 km** au Sud-est de la ville d'**AKBOU** dans la wilaya de **BEJAIA** ;

Avec une capacité d'emménagement de l'ordre de **105 hm<sup>3</sup>** d'eau, et des apports annuels estimés à **165 hm<sup>3</sup>**, le barrage est implanté sur l'**Oued BOUSELLAM**, et comprend les ouvrages suivants :

- Une digue de **80m** de hauteur.
- Une crête de **320m** de longueur et **04m** de largeur à la cote **254m**.
- Un évacuateur de crues (un trop plein) ;
- Une vidange de fond de **2,5m** de largeur et **160m** de longueur.
- Une tour de prise d'eau de **35m** de hauteur et **2,8m** de diamètre sur la galerie de vidange de fond.

Le barrage est destiné actuellement à l'**AEP** de la wilaya de **BEJAIA**, et à celle des wilayas de **M'SILA** et **BOURDJ BOUARIRIDJ** dans l'avenir.

DHW de BEJAIA, (2012)

##### ➤ Le plan du projet :

Le **TICHY-HAF** est un barrage caractérisé par une capacité inférieure à ses apports annuels, et c'est la raison pour laquelle un volume d'eau important se perd chaque année dans la mer méditerranéenne, notamment durant la saison hivernale.

Etant donné que l'eau est une source de vie précieuse à préserver ; dans un pays hydro-sensible comme l'ALGERIE, la nécessité de trouver un moyen pour exploiter cet excès d'eau s'oblige.

Pour cela, on a pensé à renforcer le barrage de **TILESDIT** de la wilaya de **BOUIRA** ayant une capacité de **164,5 hm<sup>3</sup>**, et des apports annuels de l'ordre de **67hm<sup>3</sup>**, à partir de ce barrage ; afin d'assurer une source capable de couvrir l'**AEP** et les besoins en eau d'irrigation de cette wilaya où l'agriculture présente une activité majeure.

DHW de BOUIRA, (2012)

### **III.3 plan de bornage :**

Les conditions d'accès à la prise d'irrigation par les irrigants, sont matérialisées sur le plan de bornage, appelé plan d'implantation des différentes bornes du réseau.

Ce dernier, est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs qui souhaiteraient disposer d'une borne, idéalement remplacé par rapport à leur îlot d'exploitation et celui, du concepteur qui cherche à en limiter le nombre, de manière à diminuer le coût du réseau collectif.

Afin d'éviter les pertes de charge trop considérables dans le matériel mobile, le rayon d'action de chaque prise est souvent limité à environ **200m** pour les petits îlots, à **500m** pour les grands îlots.

Le regroupement des parcelles sur une même borne est basé sur le découpage des exploitations.

Afin de desservir plusieurs îlots (**04** ou **06** au maximum) à partir de la même borne, cette dernière doit être implantée à la limite des petites exploitations. Cependant, pour les grandes exploitations, la borne sera implantée de préférence au centre de la zone à desservir et ne comportera alors qu'une seule prise.

On trouvera dans la **Figure III.4**, le plan de bornage pour notre zone d'étude, établi selon la recommandation citée ci-dessus.

En ce qui concerne notre projet, le calcul des pressions dans les bornes est effectué à l'aide de logiciel EPANET 02, qui permet au passage, l'évaluation des caractéristiques hydrauliques des conduites et l'estimation des pertes de charge unitaires et les débits, selon la formule plus appropriée de M<sup>R</sup> Darcy-Weisbach voir **annexe (5)**.

#### **III.3.1 ilots d'irrigation :**

L'îlot d'irrigation est par définition la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation. Pour éviter tout conflit entre agriculteurs, les limites des îlots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles ou à défaut les limites facilement matérialisées sur terrain.

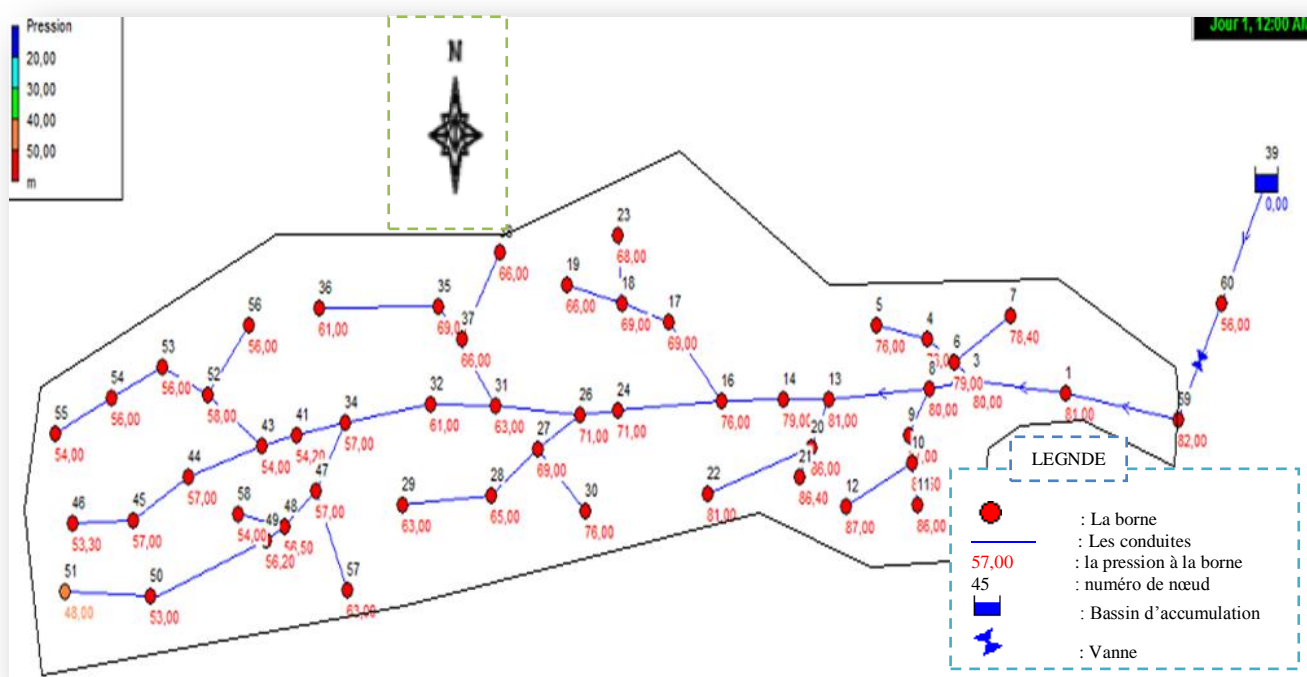
Le projet est conçu pour que la majorité des agriculteurs, puissent disposer d'une prise autonome et d'une pression suffisante, pour la pratique de l'aspersion classique. Les



caractéristiques des bornes d'irrigations choisies pour notre zone d'étude avec une borne pour chaque dix hectare (une superficie moyenne de 10 ha) sont données par le Tableau III.2.

**Tableau III.2** : Caractéristiques des bornes d'irrigations

| Diamètre d'admission (mm) | Nombre de sortie | Nombre de borne (unité) | Surface (ha) |
|---------------------------|------------------|-------------------------|--------------|
| 100                       | 2                | 36                      | 374.35       |



**Figure III.4** : Schéma du réseau de distribution de la zone (III).

### III.4 tracé du réseau de distribution :

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.

La détermination du tracé est pragmatique, si nous étions obligé de suivre les limites des parcelles, les chemins les routes et pistes. Dans le cas contraire, de multiples solutions se présentent quant aux manières de réalisation, d'où la recherche de la solution au moindre coût sera adoptée. Pour cela, deux tracés du réseau sont prononcés :

#### ➤ Tracé par proximité :

Nous rechercherons tout d'abord, le tracé de longueur minimum, ayant pour sommet les seules bornes du réseau. L'approche est conduite rationnellement suivant l'application des algorithmes de M<sup>r</sup> Kruskal ou de M<sup>r</sup> Sollin.

#### ➤ Tracé à 120° :

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments, formant entre eux un angle de 120°.

Pour le cas de notre réseau de distribution, le tracé adopté et celui établi par l'association des bureaux d'études Carlo Lotti&ENYHD, qui est le résultat de la formation des îlots d'irrigation, de l'implantation des bornes, du réseau de piste existant et des réseaux de conduites (AEP, transfert de gaz) existant ou en projet.

### III.5 pression demandée aux bornes :

L'expression 1.7, définit la pression affectée aux bornes d'irrigation pour un bon fonctionnement des appareils d'irrigation.

$$P_B = P_a + r.$$

Dans la quelle :

$p_B$  : Pression à la borne.

$P_a$  : Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple

$r$  : Marge de sécurité  $\approx 1\text{bar}$ .

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de **7.5 à 4.5 bars**, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

### III.6 calcul des débits à transiter par le réseau collectif:

Les conditions de la desserte envisagée plan de bornage, pression à délivrer, modalité d'utilisation des prises et le tracé du réseau, les débits à transiter par chaque tronçon doivent être définis après avoir déterminé le débit spécifique.

### III.6.1 Débits spécifiques :

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. Ces débits spécifiques sont définis par la formule suivante et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

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

Tels que :

$B_m$  : Besoins mensuels maximum net en m<sup>3</sup>/ha.

$T$  : Temps d'irrigation par jour  $\approx 20h / j$ .

$t$  : Durée d'irrigation en jours = 26 jours.

$K$  : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation  $\approx 0,75$ .

Le calcul de ces débits spécifiques est regroupé dans Tableau (III– 2). Le débit de pointe du modèle adopté, est regroupé dans Tableau ci-après.

**Tableau III.3** : Les débits spécifiques des modèles adoptés.

| Modèles                       | besoins nets       | Mois de pointe | Débit de pointe |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|
|                               | m <sup>3</sup> /ha |                | (l/s/ha)        |
| <b>CEREALE</b>                |                    |                |                 |
| Blé dur                       | 315                | avril          | 0,224           |
| Orge                          | 315                | avril          | 0,224           |
| Sorgho                        | 1055               | juillet        | 0,751           |
| <b>MARAICHAGE PLEIN CHAMP</b> |                    |                |                 |
| Courgette                     | 670                | juin           | 0,477           |
| Haricot (vert)                | 329                | mai            | 0,234           |
| Pastique et melon             | 1300               | juillet        | 0,926           |
| Carotte                       | 1380               | juin           | 0,983           |
| Pomme de terre                | 1210               | mai            | 0,862           |
| Concombre                     | 1350               | avril          | 0,962           |
| Betterave                     | 710                | juin           | 0,506           |
| <b>CULTURES ARBORICOLES</b>   |                    |                |                 |
| Olivier                       | 289,2              | juin           | 0,206           |
| Pêcher                        | 224                | avril          | 0,160           |
| Débit moyen du modèle l/s/ha  |                    |                | 0,543           |

Le débit de pointe pris en considération pour le calcul hydraulique des canalisations est celui de la culture la plus exigeant **1.00** (l/s/ha), correspondant au mois de juin. Le débit de pointe moyen du modèle pris en considération lors du dimensionnement des ouvrages annexes, est de l'ordre de **0,543** (l/s/ha).

### **III.6.2 Débits caractéristiques :**

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 formule suivante :

$$Q = q * F$$

Avec :

$Q$  : Débit caractéristique en (l/s).

$q$  : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant en (l/s/ha).

$F$  : Surface agricole utile en (ha)

Pour la zone trois :

$$\begin{aligned} Q &= 1 \times 372.35 \text{ ha} = 372.35 \text{ l/s} \\ &= 0.372 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

### **III.7 Dimensionnement à la parcelle :**

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, par ce moyen réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Mais quel que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon, à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage a compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

#### **III.7.1 Les procédés d'irrigation :**

Les procédés d'irrigation qu'on choisit pour l'investissement dans ce périmètre d'EL ESNAM est l'irrigation par aspersion la plus connue et adaptable sur cette région. Sans minimiser les autres modes d'irrigations telles que l'irrigation localisée.

#### **III.7.2 l'irrigation par aspersion :**

L'irrigation par aspersion est une technique d'arrosage, dont le principe est l'alimentation en eau des cultures en simulant la pluie. Ce résultat est obtenu en forçant un flux d'eau sous pression à travers un orifice de dimensions bien déterminée appelé buse.

### III.7.2.1 Le choix de l'équipement d'irrigation par aspersion :

Chaque matériel d'irrigation comporte des avantages et des inconvénients, le choix de l'équipement dépend de la considération des critères suivants :

### III.7.2.2 Critères propres à l'exploitation et l'installation :

- **Le parcellaire** : Concerne la répartition de la surface des parcelles.
- **La nature du sol** : Par exemple, en sol peu filtrant, éviter utilisation de l'enrouleur.
- **Le climat** : Avec un climat venteux, éviter l'utilisation de l'enrouleur.
- **La nature des cultures** : En polyculture, l'enrouleur est le mieux indiqué.
- **La main d'œuvre** : Le pivot et l'enrouleur sont en moins exigeants.

### III.7.2.3 Les différents systèmes de répartition de l'eau d'irrigation par aspersion :

Différents types d'équipements sont actuellement en usage.

Cependant ; les lignes qui suivent ne prennent en compte que trois types d'équipements qui présentent le double caractéristique d'être largement répandu dans le monde et d'être fabriqués à l'heure actuelle.

#### a) Les installations fixes :

- **La couverture totale :**

Dans cette installation, le champ est entièrement couvert de rampes semi-fixes (c'est-à-dire fixe pendant la période d'arrosage et déplaçables entre deux périodes). En cours de saison d'arrosage, on déplace manuellement les cannes munies de leurs asperseurs d'un poste à l'autre le long de la rampe et chaque rampe n'alimente qu'un asperseur à un instant donné, en utilisant des tuyaux de faibles diamètres et de faibles couts, ce qui permet une facilité de travail pendant leur déplacement et constitue un compromis (**investissement**) de main d'œuvre intéressant.

- **La couverture intégrale :**

Cette fois, chaque rampe est dimensionnée pour supporter une rangée d'asperseurs en fonctionnement simultanée, dont il faut acquérir une grande quantité d'asperseurs et ; par conséquent, l'économie de main d'œuvre, par rapport à la couverture totale et compensée par un fort accroissement d'investissement. La couverture intégrale dans sa version de base laisse subsister la nécessité de manipuler des vannes, et afin d'éliminer la contrainte consistant à se rendre sur le champ plusieurs fois par jour, des systèmes plus ou moins automatisés ont été développés du plus simple au plus perfectionné.

### **b) les installations mobiles :**

Pour les quelles, les asperseurs et les canalisations se déplacent en permanence pendant l'arrosage.

Elles se divisent en :

- Les rampes mobiles ;
- Les rampes frontales ;
- La micro-aspersion ;
- L'enrouleur ;
- Le pivot.

### **c) les rampes mobiles :**

C'est la plus ancienne technique de laquelle se dérivent toutes les autres techniques d'aspersion. Son principe consiste à déplacer la ou les rampes équipées d'asperseurs d'un poste à un autre.

Les rampes sont à base d'alliage léger pour faciliter leur déplacement. Elles sont équipées d'asperseurs qui fonctionnent sous une pression de **3 à 4 bars**.

C'est une technique moins chère en équipements, mais qui nécessite beaucoup de main d'œuvre.



**Figure III.5:** Schéma de l'irrigation par déplacement d'une rampe mobile.

### III.7.2.4 Les avantages et les inconvénients de l'aspersion :

#### A) Avantages :

- ✓ Suppression du nivellement préalable du terrain ;
- ✓ Elle est applicable à toutes les pentes des terrains cultivables ;
- ✓ Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie ;
- ✓ Elle réalise une importante économie d'eau avec une répartition régulière des quantités d'eau distribuées ;
- ✓ Possibilité de l'irrigation fertilisante ;
- ✓ Réduction des coûts de main d'œuvre.

#### B) Inconvénients :

- ✓ Elle nécessite un investissement dit à rampes mobiles ;

- ✓ La couverture totale enroulable ;
- ✓ La couverture intégrale ;
- ✓ Elle provoquerait le développement des mauvaises herbes ;
- ✓ Tassement du sol (croule de battance).

### **III.7.2.5 Les paramètres caractéristiques de l'irrigation par aspersion :**

#### **✓ Les besoins en eau d'irrigation :**

C'est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celle-ci.

#### **➤ Les besoins nets ( $B_n$ ) de la culture :**

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau théoriquement nécessaire pour une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (sans tenir compte des apports et des pertes des autres sources) **(FAO N° 36).**

$$B_n = ETM = ETP \times K_C \quad (\text{mm})$$

**Avec :**

**ETM :** Evapotranspiration maximale en **(mm)** ;

**ETP :** Evapotranspiration potentielle en **(mm)** ;

**$K_C$  :** Coefficient cultural.

#### **➤ Les besoins bruts ( $B_b$ ) :**

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$B_b = \frac{B_{nj}}{R_n} \quad (\text{mm/j})$$

**Avec :**



**Bnj** : Besoin net en mm/j ;

**Rn** : Rendement hydraulique (75%) ;

➤ **La dose d'arrosage :**

C'est la quantité d'eau à apporter à chaque arrosage pour qu'il n'y ait pas de pertes par le lessivage, et compte tenu du fait que l'on arrose dès que la réserve facilement utilisable est épuisée, tout en évitant que le sol ne soit au point de flétrissement

➤ **La dose nette (Dn) :**

Elle présente la lame d'eau à apporter par irrigation sans tenir compte des pertes par percolation et par lessivage.

$$Dn = \frac{2}{3} \times (\theta_{c.c} - \theta_{p.f}) \times Da \times Z \times 10 \quad (\text{mm})$$

$$Dn = \frac{2}{3} \times (Ru \times Z) \quad (\text{mm})$$

Avec :

**Dn** : La dose nette d'arrosage en (mm) ;

**Ru** : La réserve utile du sol en (mm/m) ;

$\theta_{p.f}$  : L'humidité volumétrique du sol au point de flétrissement en (%);

$\theta_{c.c}$  : L'humidité volumétrique du sol à la capacité au champ en (%);

**Da** : La densité apparente du sol en (g/cm<sup>3</sup>) ;

**Z** : La profondeur racinaire en (m).

➤ **La dose brute (Db) :**

C'est le volume ou la hauteur d'eau réelle à apporter par irrigation. Elle est donnée par la relation suivante :

$$Db = Bb \times T \quad (\text{mm})$$

Avec :

**Db** : La dose brute en (mm) ;

**Bb** : Besoin brut en (mm) ;

**T** : Le tour d'eau en (jour).

➤ **La fréquence d'arrosage :**

Elle représente la durée en jours entre deux (02) arrosages successifs à ne pas dépasser.

$$\mathbf{Fr = ETM / Dn \quad (N_{IRRI} / mois)}$$

Avec :

**Fr** : Fréquence d'arrosage en (N<sub>IRRI</sub>/mois);

**Dn** : Dose nette d'irrigation en (mm) ;

**ETM**: Evapotranspiration maximale journalière (mm).

➤ **Le tour d'eau :**

C'est le temps nécessaire en journées d'arrosage pour appliquer toute la dose sur toute la surface à irriguer. Il est donné par la relation :

$$\mathbf{Tr = (Dn \times NJPM) / ETM \quad (jour)}$$

Avec :

**Tr** : tour d'eau en (jours) ;

**Dn** : Dose nette d'irrigation en (mm) ;

**NJPM** : Nombre de jours d'irrigation par mois ;

**ETM** : Evapotranspiration maximale en (mm).

➤ **La durée d'arrosage :**

C'est le temps nécessaire pour apporter à la plante toute la dose, elle dépend de la consommation en eau de la plante ; de la nature du sol et de la pluviométrie horaire surtout.

$$T = \frac{NHPJ}{NPPJ}$$

Avec :

**NHPJ** : nombre d'heures d'arrosage par jour.

**NPPJ** : nombre de position d'arrosage par jour.

➤ **Le débit de l'asperseur :**

$$Qa = (Db \times S) / (T \times 10)$$

Avec :

**Qa** : Débit d'asperseur en (**m<sup>3</sup>/h**) ;

**Db** : Dose brute en (**mm**) ;

**T** : Durée d'arrosage en (**heures**) ;

**S** : Surface totale arrosée par chaque asperseur en (**ha**).

➤ **Le débit d'équipement :**

$$Q = \frac{F \times Bn \times 10}{NJPM \times NHPJ \times R} \quad (\text{m}^3/\text{h}/\text{ha})$$

Avec :

**Q** : Débit d'équipement en (**m<sup>3</sup>/h**) ;

**F** : La surface à irriguer en (**ha**) ;

**Bn** : Besoin net mensuel de pointe (ETM) en (mm) ;

**NJPM** : Nombre de jours d'irrigation par mois ;

**NHPJ** : Nombre d'heures d'irrigation par jour ;

**R** : efficacité (rendement) d'irrigation par aspersion (75%).

#### ➤ L'unité d'arrosage :

C'est la surface du périmètre arrosé par un seul arroseur. Elle doit être calculée de telle sorte que la surface reçoive la dose d'arrosage dans un temps déterminé par l'ingénieur.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$UA = (S \times ETM) / (dose \times NJPM \times NPPJ) \quad (ha)$$

Avec :

**UA** : L'unité d'arrosage en (ha) ;

**S** : La surface totale en (ha) ;

**ETM** : Evapotranspiration maximale en (mm) ;

**NJPM** : Nombre de jours d'irrigation par mois ;

**NPPJ** : Nombre de postes irrigués par jour.

#### III.8 Projection d'un système d'irrigation par aspersion classique sur une parcelle de Blé dur :

On va projeter une installation d'aspersion semi mobile comprenant des canalisations principales fixes et des rampes mobiles. De ce fait on prend un îlot qui va servir de modèle pour tous les autres. Aléatoirement on a pris le numéro qui définit par le profil pédologique N°3 qui s'étend sur une superficie égale à 12 ha.

- **Le but** : ce choix qui concerne le type de culture est de montrer l'intérêt d'irrigation complémentaire et l'influence direct sur l'augmentation de rendement des cultures céréales.

### III.8.1 Dimensionnement théorique :

#### III.8.1.1 Le diamètre de l'ajutage :

La texture du sol étant limono-argileuse la perméabilité du sol est donc de  $K= 18 \text{ mm/h}$ .

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

Le diamètre de la buse est calculé par la relation suivante :

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{0,6}$$

$$d = \frac{18 \times 0,6}{1,5} = 7.2 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur voir la Figure **annexe (6)**, le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **7mm**.

#### III.8.1.2 La portée du jet (L) :

La portée du jet est calculée par l'équation suivante :

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25}$$

Tel que  $d$  : diamètre de la buse (mm)

$h$  : pression à la buse (35 m)

$$L = 3 * (7)^{0.5} \times (35)^{0.25} = \mathbf{19.3 \text{ m}}$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue Figure annexe (5), pour le diamètre de la buse de 7mm et une pression de 3.5 bars la portée est de 18.5m.

#### III.8.1.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes recommandent l'écartement maximum suivant :

$E_l$  entre les lignes d'arrosage : 1.3 à 1.02 L.

$E_a$  entre les arroseurs sur la rampe : 0.8 à 0.5 L.

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Les valeurs minimales correspondent à des conditions des vitesses du vent assez dures (>15Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses moyennes maximales annuelles du vent de l'ordre de 11.7 m/s = 42.12Km/h, donc on prend les valeurs minimales :

$$E_l = 1,02 \times 18,5 = 18,87m$$

$$E_a = 0,5 \times 18,5 = 9,25m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont donc  $E_l=24m$ ,  $E_a=24m$ , d'après la Figure annexe (5), la valeur de  $(E_l \times E_a)$  correspond à  $(24 \times 24)$  m.

#### III.8.1.4 Calcul du débit de l'asperseur :

Le débit d'un asperseur est calculé par la relation suivante :

$$q = m \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \times \frac{3,14 \times (7 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 35} = 3,44 m^3 / h$$

h : pression à la buse (35m)

$$m=0,95$$

Ou bien à partir du tableau annexe (5) on trouve le débit :  $q = 3,48 m^3/h$ .

#### III.8.1.5 Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :  $p = \frac{q}{E_l \times E_a}$

$$p = \frac{3,48}{24 \times 24} = 6 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre (d) de la buse assurera la pluviométrie  $P \leq K=18\text{mm/h}$ .

#### III.8.1.6 Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur :

Le temps T pour donner une dose sans dépasser la capacité d'infiltration est calculé par relation suivante :

$$t = \frac{\text{dose}}{p}$$

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en mm. D'après les résultats d'essais par la méthode de cylindre **tableau I.12** la valeur moyenne qui correspond à notre profil N°3 est :

$$\text{RFU} = 40\text{mm} = \text{la Dose}$$

$$\text{Dose réelle} = 40 \times 0,9 = 36 \text{ mm}$$

Dose brut =  $36/0,75=48$  mm, avec 0,75 et c'est l'efficience de l'asperseur.

$$t = \frac{D \text{ brut}}{P} = \frac{48}{6} = 8 \text{ h}$$

Donc on pourra adapter une (1) position par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un asperseur par jour égal à 8h.

### III.8.1.7 Nombre D'irrigation :

$$Ni = \frac{B_{net}}{Dose} = \frac{175.2}{40} = 4 \text{ fois/mois.}$$

$$Dr = \frac{B_{net}}{4} = 43.8 \text{ mm}$$

### III.8.1.8 La durée d'une rotation d'irrigation :

$$D(jr) = \frac{24}{4} = 6 \text{ j}$$

### III.8.1.9 Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_1 \times E_a$   
 $= 1 \times 24 \times 0.0438 \times 24 \times 24 = 605.56 \text{ m}^3$ .

$$V = 605.56 \text{ m}^3.$$

### III.8.1.10 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = \text{m}^3.$$

Pour le mois de pointe :

$$B_{\text{mensuel}} = 64.5 \text{ mm} = 64.5 \times 10 = 645 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ et } S = 12 \text{ ha (la surface de blé).}$$

$$V_t = 645 \times 12 = 7740 \text{ m}^3$$

### III.8.1.11 Le nombre d'asperseurs :

Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter par un seul asperseur

$$N_{asp} = \frac{V_t}{V_{asp}} = \frac{7740}{605.56} = 13 \text{ asp}$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de  $N=13$ .

### III.8.1.12 dimensionnement de la rampe :

✓ La longueur de la rampe :

$$\frac{l \text{ arg eur}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{250}{2} - \frac{24}{2} = 113 \text{ m}$$

Donc la longueur de la rampe est égal 113m.

✓ Nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_{a/R} = \frac{largueur}{E_a} + 1 = \frac{113}{24} + 1 = 6 \text{ asp}$$

✓ Nombre de rampes qui fonctionne en même temps :

$$N_R = \frac{N_a}{N_{a/R}} = \frac{13}{6} = 2 \text{ ramp}$$

✓

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe.

$$Q_R = 3,48 \times 6 = 20.88 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\text{Débit total : } 20.88 \times 2 = 41.76 \text{ m}^3/\text{h}$$

✓ Nombre de position de rampes :

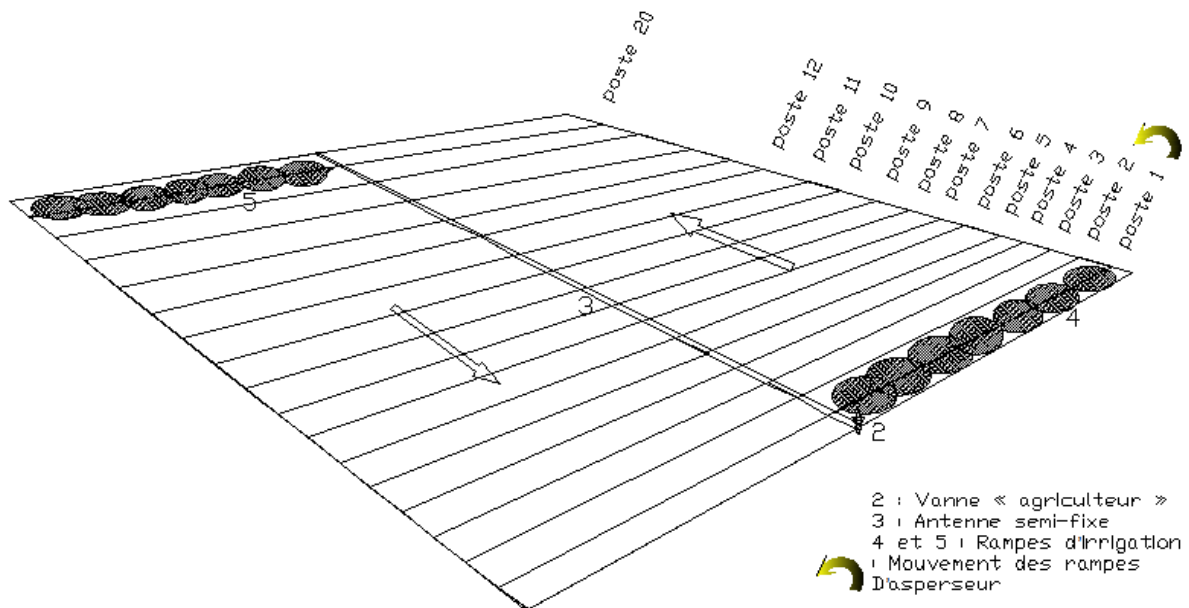
$$N_{pR} = \frac{L}{E_l} = \frac{480}{24} = 20$$

### III.8.1.13 Nombre de poste :

$$N_{\text{poste}} = N_{\text{posit}} \frac{N_{\text{bande}}}{NR} = 20 * \frac{2}{2} = 20 \text{ poste}$$

### III.8.1.14 Surface de chaque poste :

$$S_{\text{poste}} = \frac{S}{N_{\text{poste}}} = \frac{12}{20} = 0.6 \text{ ha}$$



**Figure III.6 :** Disposition des postes d'irrigation et déplacement des rampes mobiles.





### III.8.1.15.2 Diamètre de la conduite d'approche :

Les conduites en aluminium à accouplement rapide, disponible sur le marché ont les diamètres suivants : 49.9 ; 68.9 ; 75.1 ; 100.4 ; 125.5 ; 151 et 201.5mm.

- Le diamètre minimum admissible se calculera sur la base de la vitesse maximale admissible (1.8 m/s) :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \times 41,76}{3,14 \times 1,8 \times 3600}} = 91 \text{ mm}$$

Seules les conduites de diamètre 100.4 à 201,5 mm respectent cette condition.

- Les diamètres économiques se calculent sur la base des vitesses économiques (1.25- 1.5 m/s) :

$$108.7 \text{ mm} > D_{\text{éco}} > 99.25 \text{ mm.}$$

Cette condition fait apparaître que le diamètre 100.4 mm est le plus approprié.

- Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.047m/m sera :

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \cdot Q^2}{J}} = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times (41,76)^2}{0,053 \cdot (3600)^2}} = 89.6 \text{ mm}$$

Seules les conduites de diamètre 100.4 à 201.5 mm respectent cette condition.

Les pertes de charge réelles dans la conduite d'approche, pour le diamètre **100.4 mm** sont :

$$i = 0,00103 \times \frac{(41,76)^2}{(0,1004)^{5,333} \times 3600^2} = 0,03 \text{ m/m}$$

- Le diamètre de la conduite d'approche est  $D = 100.4 \text{ mm}$

$$\Delta h = i \times L$$

$$\Delta h = 0,029 \times 149.67 = 4.34 \text{ m}$$

La perte de charge totale sur la conduite d'approche est : 4.34 m.

### III.8.1.15.3 Diamètre de la rampe :

$$i = \frac{a \times n^2 \times Q^2}{D^{5,333}} = \frac{10,294 \times (0,010)^2}{(0,0689)^{5,333}} \times \left(\frac{20.88}{3600}\right)^2 = 0,054 \text{ m/m}$$

$$\Delta h = i \times L_r = 0,054 \times 60.67 = 3.28 \text{ m}$$

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée sera donc de :

$$8 - 3.28 = 4.72\text{m.}$$

La longueur fictive de la rampe étant de 60.67 m, la perte de charge unitaire disponible sera égale à :

$$i = \frac{4.72}{60.67} = 0,078 \text{ m/m}$$

- Le diamètre minimum admissible qui correspond à la vitesse maximum admissible sera égal à :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \times 20,88}{\pi \times 1.8 \times 3600}} = 64.1 \text{ mm}$$

Les conduites qui correspondent à cette condition sont celles ayant des diamètres allant de 68,9 mm à 201.5 mm

- Les diamètres à retenir suite aux conditions de vitesses économiques sont :

$$\text{Pour } 1.25 < v < 1.5\text{m/s} \text{ on a } 76.9 > D_{\text{éco}} > 70.2 \text{ mm.}$$

Donc le diamètre le plus approprié est  $d = 75.1\text{mm}$ .

- Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.078 m/m est :

$$D_t = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times Q^2}{i}} = \sqrt[5.333]{\frac{0,00103 \times (20,88)^2}{0,078 \times (3600)^2}} = 64.3 \text{ mm}$$

Les diamètres qui correspondent à la condition sont ceux allant de 68.9mm à 201.5mm.

Le diamètre retenu pour la rampe et qui satisfait ces trois conditions est celui de **75.1mm**.

- La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

$$i = \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \quad \text{Donc :}$$

$$i = 0,00103 \frac{(20,88)^2}{(0,0751)^{5.333} \times (3600)^2} = 0,03$$

- Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta h = i \cdot L = 0,03 \times 60.67 = 1.82 \text{ m}$$

Les pertes de charge sur l'installation seront égales à :

$$\Delta H_t = \Delta H \text{ conduite d'approche} + (2 \times \Delta H \text{ de la rampe})$$

$$\Delta H_t = 4.34 + (2 \times 1.82) = 7,98\text{m.}$$

#### Remarque :

L'écart de pression de 20% (8m) tolérée par rapport à la pression nominale n'est pas dépassé.

**Tableau III.4** : Résultats de calcul du réseau d'aspersion simple (céréales) variante (24x24).

| rampe        |              |                       |                          |            |              | Porte rampe  |              |                       |                          |            |              |
|--------------|--------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------|
| Dcal<br>(mm) | Dnom<br>(mm) | L <sub>j</sub><br>(m) | Q<br>(m <sup>3</sup> /h) | V<br>(m/s) | J<br>(m.c.e) | Dcal<br>(mm) | Dnom<br>(mm) | L <sub>j</sub><br>(m) | Q<br>(m <sup>2</sup> /h) | V<br>(m/s) | J<br>(m.c.e) |
| 64.1         | 75.1         | 202                   | 20.88                    | 1.31       | 1.82         | 89.6         | 100.4        | 432                   | 41.76                    | 1.46       | 4.34         |

#### III.8.2 Calcul de la pression au niveau de la borne d'alimentation (P) :

La pression de fonctionnement d'un asperseur simple choisie est de **3.682 bars** ; cette pression doit être assurée (disponible) au niveau de chaque hydrant des vingt postes d'arrosage.

Pour cela, il suffit d'assurer une pression de **3.682 bars** au niveau de l'hydrant du poste (20) pour que les pressions des autres hydrants soient supérieures à **3.682 bars**, vu le sens des pertes de charge dans la conduite d'amenée.

Ainsi,  $P_{20}=P-\Delta P$

Avec :

$P_{20}$  : pression au niveau de l'hydrant du poste (20) en **bars** ;

$P$  : pression au niveau de la borne d'alimentation en **bars** ;

$\Delta P$  : Pertes de charge entre la borne d'alimentation et l'hydrant du poste (20) en **bars**.

Donc :

$$P=P_{20}+\Delta P$$

➤ calcul de  $\Delta P$  :

On a :  $J=4.32$  m (pertes de charge totales dans la porte rampe dont sa longueur est de **432m**).

Ainsi :

$$\Delta P = 0.432 \text{ m}$$

Alors :

$$P = 3.682 + 0.432$$

**P = 4.114 bars.**

On a estimé dans notre calcul la pression à la borne N°23 voir **Annexe 5**, avec une pression de 5.23 bars, donc elle est suffisante pour satisfaire la pression demandée (P).

Si on vérifie par l'expression 1.7 de l'asperseur simple on trouve :

$$P_B = P_a + r.$$

$$P_B = 3.5 + 1 = 4.5 \text{ bars. Qu'elle est disponible à la borne exploitée.}$$

#### **Conclusion :**

Afin d'irriguer efficacement notre parcelle de **12ha** de blé, on aura besoin d'un asperseur simple, ayant une portée de jet de **18.5m**, une pression de fonctionnement de **3.5 bars**, un débit de **3.448 m<sup>3</sup>/h**,

On aura également besoin d'une conduite d'approche en aluminium ayant un diamètre de **100.4mm** et une longueur de **432m** ;

Et vu les pertes de charge estimées de **1.82 bars** dans la rampe d'alimentation, une pression de **4,114 bars** doit être assurée au niveau de la borne d'alimentation N°23 pour un bon fonctionnement de l'asperseur simple.

# **Chapitre IV :** **Évaluation économique de projet**

---

## **INTRODUCTION :**

Après l'étude technique de la variante adoptée, il est nécessaire d'asseoir l'estimation économique du projet, avec le chapitre qui nous permettra de chiffrer le coût de l'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet, à savoir :

- \*charges d'investissement du projet,
- \*charges d'exploitation,
- \*charges fixes,

Pour ce, nous présentons ci-après, ces différentes charges, en fonction des prix de références, des coûts des investissements et d'exploitation.

### **IV.1 coûts des investissements :**

Les coûts des investissements sont ramenés à des annuités sur la base des Hypothèses suivantes ;

- \*Taux d'actualisation : 08% et 10%.
- \*Durée d'amortissement répartie comme suit :

- 30 ans** pour les conduites
- 15 ans** pour les équipements hydro-mécaniques et électriques.
- 40 ans** pour le génie civil.

#### **IV.1.1 Détermination des frais d'amortissement :**

Le calcul des coûts des investissements doit tenir compte de l'annuité d'amortissement donnée par la formule suivante, exprimant la somme à rembourser (investissement, intrants divers, taxes, etc.), rapportée à l'année du capital investi "n", pour un taux d'actualisation "i".

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

Avec

- A : Annuité d'amortissement du capital en %.
- i : Taux d'actualisation de l'investissement en%.
- n : Durée de la vie du capital en années.

Le tableau N° IV.1, présente les facteurs utilisés pour convertir les investissements en annuités, résultant des frais de l'amortissement.

**Tableau IV.1** : Facteurs de conversion.

| <b>Durée d'amortissement</b> | <b>Annuité résultant de l'amortissement</b> |         | <b>Annuité résultant de renouvellement</b> |         |
|------------------------------|---|---------|--|---------|
| 15 ans                       | 0,11683                                     | 0,13147 | 0,03683                                    | 0,03147 |
| 30 ans                       | 0,08883                                     | 0,10608 | 0,00883                                    | 0,00608 |
| 40 ans                       | 0,08386                                     | 0,10226 | 0,00386                                    | 0,00226 |
| Taux d'actualisation         | 08%   | 10%     | 08%  | 10%     |

### **IV.1.2 Coûts de conduites :**

Les coûts des conduites (fournitures, transports, poses, et terrassements), pour l'amiante ciment et béton sont données En Tableau N° IV.5

Dans notre projet nous n'avons pas tenu compte de la nature du sol pour le creusement des tranchés.

### **IV.1.3 Coûts de la station de pompage :**

Le coût de la station de pompage est décomposé en deux : l'un est lié au génie civil, l'autre, proportionnel à la puissance totale absorbée, pouvant être assimilé aux investissements hydromécaniques et électriques installés.

Ces coûts sont définis sur la base des estimations des travaux de réalisation des stations prévues dans le schéma des aménagements hydro-agricoles en Algérie.

Les figures N° IV.1, et IV.2, représentent les courbes de définition des coûts de réalisation des stations de pompages, d'après l'analyse d'un ensemble de stations de pompages des projets d'aménagements hydro- agricoles dans les périmètres suivants :

\*Etude de la vallée de l'oued Sahel et plateau d'El Esnam.

\*Etude du Sahel Algérois.

### **IV.1.4 Coûts d'exploitations :**

Le coût d'exploitation de l'énergie consommée par les équipements hydromécaniques est proportionnel au débit véhiculé et à la hauteur manométrique totale d'élévation, ainsi qu'aux pertes de charges dont elle est fonction, voir formule suivantes. Le coût de l'énergie est estimé à **1,1 KDA/Kwh**.

Les diamètres des conduites de refoulement de la station de pompage vers le réservoir, sont définis d'après une comparaison économique, tenant compte des coûts : de l'investissement des tronçons des conduites, des charge d'exploitation (entretien et renouvellement), des coûts de l'énergie pour le pompage et des équipements hydrauliques et électriques.

Le calcul des diamètres de conduites de refoulement se base sur les données suivantes : rendement des pompes  $\approx 80\%$  , rendement des moteurs  $\approx 90\%$  et  $\text{Cos}\varphi$  des moteurs  $\approx 0,9$  .

$$P_m = \frac{g * \rho * Q * HMT}{\mu_p}$$

Avec une marge de 10% pour les incertitudes aux conditions de site, les valeurs des puissances qui en résultent sont calculées par les expressions ci-dessous :

$$P_m = 13 * Q * H .$$

$$P_{tr} = 15,53 * Q * H .$$



Avec :

$g$  : Accélération de gravité  $\approx 9,81m^2 / s$ .

$P_m$  : Puissance absorbée par le moteur  $Kw$ .

$P_{tr}$  : Puissance du transformateur en  $Kva$ .

$Q$  : Débit de pointe  $m^3 / s$ .

$HMT$  : Hauteur manométrique en  $m$ .

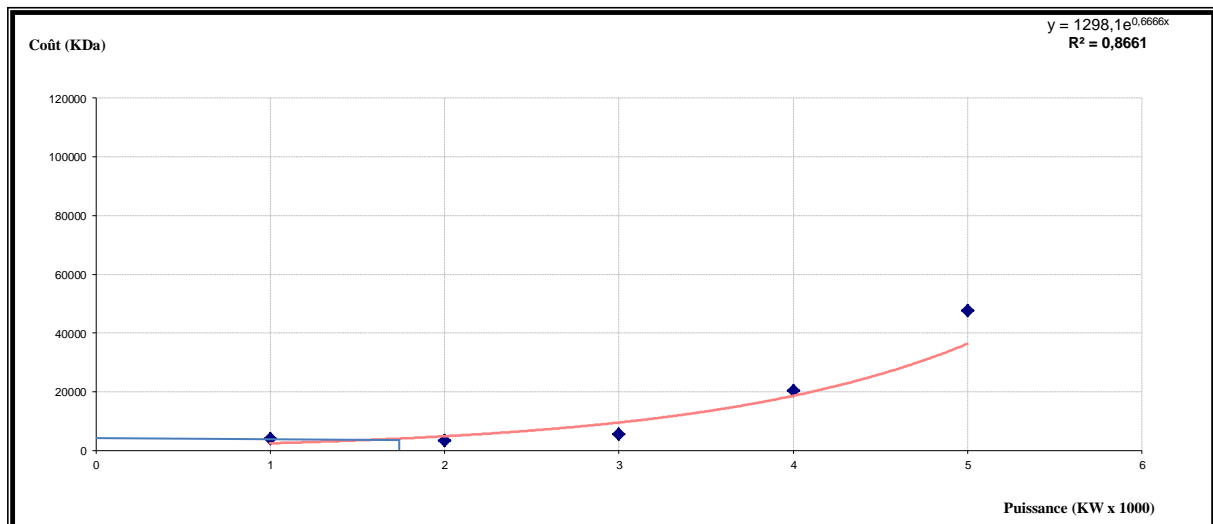
Dans notre projet, les charges d'exploitations relatives aux équipements hydromécaniques, conduites et de génie civile, sont estimées respectivement à : **08%**, **4,1%** et **1,2%** du coût de leur investissement. Ces coûts comportent les charges de renouvellement et d'entretien.

### IV.1.4.1 Charges annuelles totales :

Elles correspondent au cumul des coûts annuels d'exploitation et annuités, résultant de l'amortissement des coûts d'investissement et d'exploitation. Les annuités ont été évalué pour des taux d'actualisation de **8%** et **10%**.

### IV.1.4.2 Coûts des réservoirs :

La figure IV.1, définit le coût d'investissement du réservoir en fonction de sa capacité de rétention et est établie sur la base d'une étude d'évaluation des coûts de réalisation des réservoirs prévus dans les aménagements hydro-agricoles en Algérie, cités .



**Figure IV.1** Coût de génie civil de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée <sup>(2)</sup>.

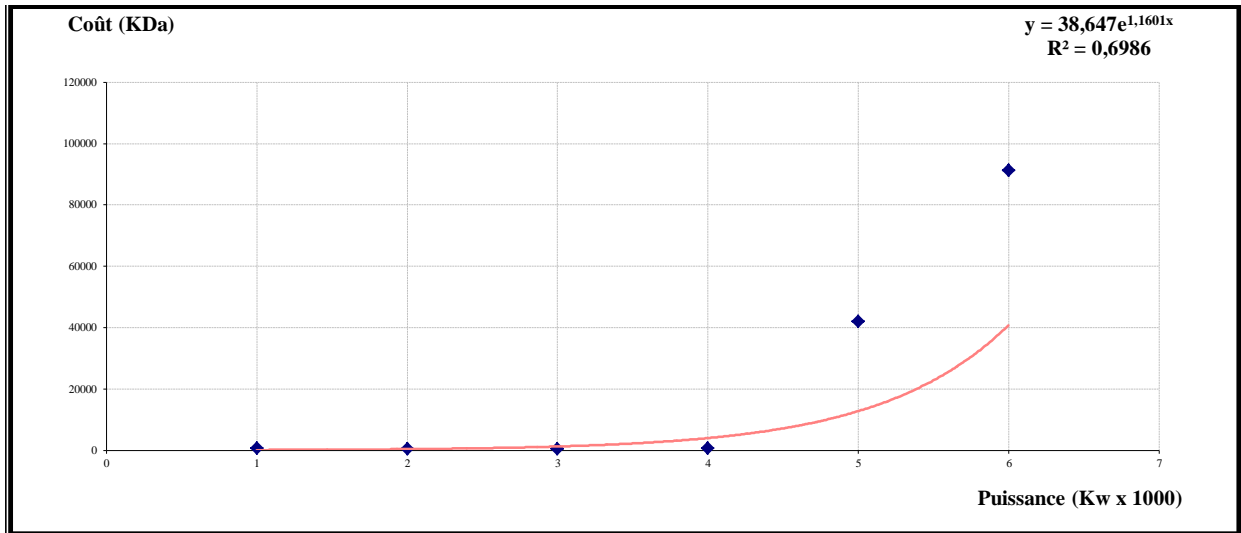


Figure IV.2 Coût des équipements de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée <sup>(3)</sup>

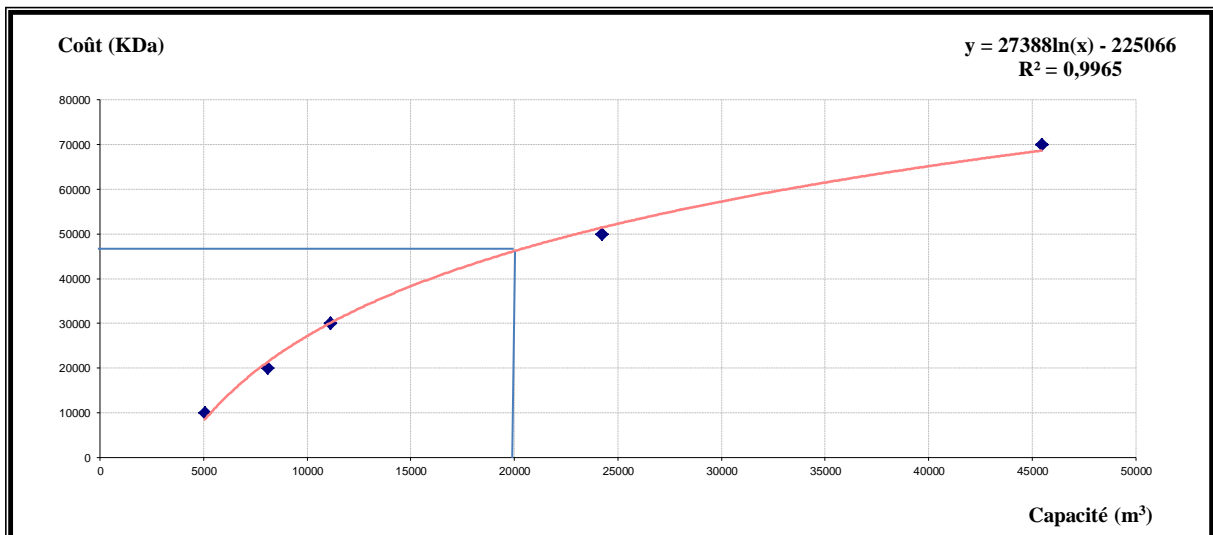


Figure IV.3 Coût de réalisation de réservoirs en fonction du volume retenu <sup>(4)</sup>.

Source (2), (3) et (4) : Etude d'aménagement Hydro-agricole de la vallée de l'Oued Sahel et du plateau d'El Esnam.

## IV.2 Coût de fonctionnement :

Les coûts de fonctionnement et d'entretien couramment utilisés sont calculés sur la base de ratios pour les différentes catégories d'infrastructures suivantes :

**Tableau IV.2 :** Les coûts de fonctionnement et d'entretien.

| <b>Catégories d'infrastructure</b>  | <b>Durée de vie (Ans)</b> | <b>Frais de fonctionnement (%)</b> |
|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Génie civil                         | 40                        | 1,2                                |
| Conduites                           | 30                        | 4,1                                |
| Equipements hydro-électromécaniques | 15                        | 8,0                                |
| Matériel mobile d'irrigation        | 06                        | 5,0                                |
| Pistes                              | 06                        | 1,0                                |

### **IV.3 Coûts des consommations intermédiaires <sup>(6)</sup> :**

Les coûts des consommations intermédiaires ou intrants agricoles, sont définis d'après les prix unitaires présentés par le tableau suivant :

**Tableau IV.3 :** Prix unitaire des consommations intermédiaires (année 2010).

| <b>Désignation</b>  | <b>Unité</b> | <b>Prix (DA)</b> |
|---------------------|--------------|------------------|
| Ammonitrate 33,5%   | (qx)         | 1650             |
| 0-20-25             | (qx)         | 2475             |
| 12-18-18            | (qx)         | 2447,5           |
| 11-15-15            | (qx)         | 2447,5           |
| Super phosphate 46% | (qx)         | 2256,1           |
| Sulfate de potasse  | (qx)         | 2244             |
| <b>PPS</b>          |              |                  |
| Afalon              | (L)          | 902              |
| Perimor             | (kg)         | 2200             |
| Sandofan            | (kg)         | 1177             |
| Sencor              | (kg)         | 4180             |
| Soufre fleur        | (kg)         | 27,5             |
| Soufre broyé        | (kg)         | 17,6             |
| Sufix double action | (L)          | 855,8            |
| Rubigan             | (L)          | 4318,6           |
| Manebe              | (kg)         | 440              |
| Dcis                | (L)          | 1100             |

**Chapitre IV : évaluation économique de projet**

| <b>Désignation</b>           | <b>Unité</b> | <b>Prix (DA)</b> |
|------------------------------|--------------|------------------|
| Organo-cuprique              | (kg)         | 203,5            |
| Huile jaune                  | (L)          | 90,2             |
| Pelt 44                      | (kg)         | 412,5            |
| Propinebe                    | (kg)         | 440              |
| Ultracide 40                 | (L)          | 990              |
| Illoxan                      |              | 816,2            |
| <b>Semence hybrides</b>      |              | 0                |
| Tomate                       | (kg)         | 16500            |
| Poivron                      | (kg)         | 11000            |
| Concombre                    | (kg)         | 15435,2          |
| Courgette                    | (kg)         | 1452             |
| Haricot                      | (kg)         | 49,5             |
| <b>Semence variété fixes</b> |              |                  |
| Carotte                      | (kg)         | 539              |
| Chou vert                    | (kg)         | 412,5            |
| Tomate                       | (kg)         | 16500            |
| Haricot                      | (kg)         | 35,2             |
| Melon                        | (kg)         | 1142,9           |
| Pastèque                     | (kg)         | 1206,7           |
| Pomme de terre               | (qx)         | 3850             |
| Petit pois                   | (kg)         | 49,5             |
| Oignon sec                   | (kg)         | 1126,4           |
| Blé                          | (kg)         | 3047             |
| Vesce                        | (qx)         | 14,3             |
| Avoine                       | (qx)         | 29,7             |
| Installation de la serre     |              |                  |
| Armature (pour 1ha de serre) |              | 40000            |
| Film plastique               | (qx)         | 10000            |
| Main d'oeuvre                |              |                  |
| Tractoriste                  | (jour)       | 400              |
| Manœuvre qualifiée           | (jour)       | 400              |
| Manœuvre non qualifiée       | (jour)       | 300              |

## **IV.4 EVALUATION DES COÛTS DES INVESTISSEMENTS :**

### **IV 4.1 Conduites d'adduction :**

Les caractéristiques des conduites d'adduction données dans le tableau n° IV.4, sont le résultat du calcul économique. Voir **annexe 7**.

**Tableau IV.4 :** Caractéristiques des conduites de la variante d'adduction adoptée.

| <b>Tronçons</b>                          | <b>Diamètre (mm)</b> | <b>Longueur (m)</b> |
|--|----------------------|---------------------|
| Station de pompage- bassin (refoulement) | 900                  | 4815                |
| Conduite gravitaire                      | 1 250                | 2870                |

Les frais d'investissement sont, **97 808 427 050 DA** ventilés selon le Tableau IV.5, présenté ci-dessous :

**Tableau IV.5 :** Coût d'investissement du réseau d'adduction.

| <b>Désignations</b> | <b>Coûts (DA)</b>      |                       | <b>Coûts Total (DA)</b> |
|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                     | <b>Investissements</b> | <b>Fonctionnement</b> |                         |
| Réseau de conduites | 95027 727 140          | 3 896 033 125         | 98923760265             |
| Traversée de l'oued | 2 780 699              | -----                 | 2 780 699               |
| <b>Totaux</b>       | <b>97 808 427 050</b>  | <b>3 896 033 125</b>  | <b>98 926 540 964</b>   |

### **IV 4.2 Conduites de distribution :**

Le coût du réseau de distribution (comprenant les conduites issues des adductions et les bornes d'irrigation) a été approché à partir d'un cas particulier portant sur 179 ha pris dans la vallée de l'oued Sahel sur la commune d'El Adjiba.

Le réseau a été calculé successivement pour des superficies moyennes d'îlots de 3, 6, 10, 20 et 30 hectares. ; L'estimation des coûts a permis d'établir une courbe donnant le coût moyen du réseau à l'hectare en fonction de la superficie moyenne d'îlots desservis voir la ( Figure IV.4).

Les plans ci- après représentent le trace de réseau et des bornes, superpose au plan d'enquête foncière.

Le tracé suit autant que possible les chemins et les limites de parcelles.

Afin de simplifier les calculs, le débit dans les conduites a été évalué en fonction de la superficie dominée sur la base de 1 l/s/ha ; les conduites ont été dimensionnées sur la base d'une perte de charge moyenne de 10 m/km.

Le tableau suivant a été établi en fonction des bases d'estimation du dossier « Etude des variantes d'équipement.

**Tableau IV.6 :** Les coûts des conduites.

| conduites Amiante Ciment | Tranche de débit retenue | coût (tuyau, fourniture, transport, pose, et terrassement (*))<br>DA/m | prix d'ordre comprenant appareillage, coude, butée DA/U |
|--------------------------|--------------------------|--|---|
| Ø 100                    | 0 - 8 l/s                | 206  | 253   |
| Ø 125                    | 8 - 15 l/s               | 230  | 283   |
| Ø 150                    | 15 - 24 l/s              | 274  | 237   |
| Ø 200                    | 24 - 50 l/s              | 381  | 469   |
| Ø 250                    | 50 - 90 l/s              | 491  | 604   |
| Ø 300                    | 90 - 140 l/s             | 617  | 759   |
| Ø 350                    | 140 - 200 l/s            | 820  | 1009  |

(\* ) Prix d'ordre calculé en enlevant 10% pour le coût des bornes comptées à part. Dans le cas d'ilots à 10 ha (cas moyen), les bornes représentent biens 10% du prix d'ordre.

Le coût des bornes est évalué à 12000 DA/U.

Les coûts des réseaux en fonction des superficies moyennes d'ilots sont donnés par les tableaux suivants :

**Tableau IV.7 :** Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 3 ha.

| Ø                      | 100     | 125 | 150  | 200 | 250 | 300 | 350  | Totale  |
|------------------------|---------|-----|------|-----|-----|-----|------|---------|
| prix d'ordre (DA/m)    | 253     | 283 | 337  | 469 | 604 | 759 | 1009 |         |
| longueur (m)           | 1820    | 350 | 1670 | 270 | 240 | 760 | 520  | 5630520 |
| totale conduites (KDA) |         |     |      |     |     |     |      | 2495    |
| bornes (KDA)           | 57 X 12 |     |      |     |     |     |      | 684     |
| totale (KDA)           |         |     |      |     |     |     |      | 3179    |

**Tableau IV.8 :** Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 6 ha.

| Ø                      | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350  | Totale |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|
| prix d'ordre (DA/m)    | 253 | 283 | 337 | 469 | 604 | 759 | 1009 |        |
| longueur (m)           | 490 | 890 | 880 | 90  | 300 | 690 | 520  | 4060   |
| totale conduites (KDA) |     |     |     |     |     |     |      | 2038   |
| bornes (KDA)           |     |     |     |     |     |     |      | 360    |
| totale (KDA)           |     |     |     |     |     |     |      | 2398   |

**Tableau IV.9:** Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 10 ha.

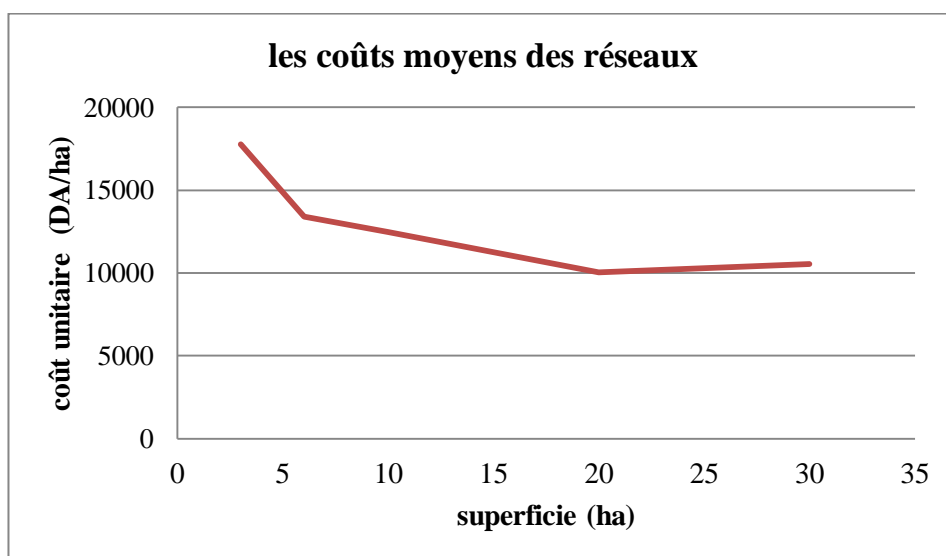
| Ø                      | 100     | 125 | 150  | 200 | 250 | 300 | 350  | Totale |
|------------------------|---------|-----|------|-----|-----|-----|------|--------|
| prix d'ordre (DA/m)    | 253     | 283 | 337  | 469 | 604 | 759 | 1009 |        |
| longueur (m)           |         | 560 | 1480 |     | 250 | 380 | 900  | 3570   |
| totale conduites (KDA) |         |     |      |     |     |     |      | 2005   |
| bornes (KDA)           | 57 x 12 |     |      |     |     |     |      | 228    |
| totale (KDA)           |         |     |      |     |     |     |      | 2233   |

**Tableau IV.10 :** Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 20 ha.

| Ø                      | 100    | 125 | 150  | 200 | 250 | 300 | 350  | Totale |
|------------------------|--------|-----|------|-----|-----|-----|------|--------|
| prix d'ordre (DA/m)    | 253    | 283 | 337  | 469 | 604 | 759 | 1009 |        |
| longueur (m)           |        |     | 1100 |     | 330 | 770 | 530  | 2730   |
| totale conduites (KDA) |        |     |      |     |     |     |      | 1689   |
| bornes (KDA)           | 9 x 12 |     |      |     |     |     |      | 108    |
| totale (KDA)           |        |     |      |     |     |     |      | 1797   |

**Tableau IV.11 :** Le coût d'une borne pour une superficie moyenne de 30 ha.

| Ø                      | 100    | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350  | Totale |
|------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|
| prix d'ordre (DA/m)    | 253    | 283 | 337 | 469 | 604 | 759 | 1009 |        |
| longueur (m)           |        |     |     | 830 | 380 | 470 | 830  | 2510   |
| totale conduites (KDA) |        |     |     |     |     |     |      | 1813   |
| bornes (KDA)           | 6 x 12 |     |     |     |     |     |      | 72     |
| totale (KDA)           |        |     |     |     |     |     |      | 1885   |



**Figure IV.4 :** courbe de coût moyen du réseau de distribution à l'hectare en fonction des superficies des îlots.

D'après la courbe de la figure N° IV on a estimé le coût du réseau de distribution pour notre zone d'étude de superficie 372.35 ha, qui présente 16.5% de la surface totale de périmètre ; avec une superficie moyenne des ilots choisie de 10 ha.

**Tableau IV.12 :** Coût d'investissement du réseau de distribution pour la zone III.

| Désignations               | Nombre de traversées | Coûts (DA)        |                    | Coûts Total (DA)    |
|----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
|                            |                      | Investissements   | Fonctionnement     |                     |
| Réseau de conduites        | -----                | 4643204,5         | 190371,3845        | 4833575,8845        |
| Traversée du chemin de fer | 5                    | 8799,55           | -----              | 8799,55             |
| Traversée de route         | 6                    | 6064,29           | -----              | 6064,29             |
| <b>Totaux</b>              | <b>11</b>            | <b>4658068,34</b> | <b>190371,3845</b> | <b>4848439,7245</b> |

#### IV 4.3 Station de pompage :

Les caractéristiques de la station de pompage sont données ci-dessous. Les coûts des investissements de la station de pompage, issus des figures N° IV.1 et IV.2, sont de l'ordre de **2569 KDA**.

|  |                   |
|--|-------------------|
| Nombre de jours de pompage/mois :        | <b>30jours</b>    |
| Débit nominal de la station de pompage : | <b>1.605 m3/s</b> |
| Puissance absorbée :                     | <b>1159 KW</b>    |
| Puissance installée à la section :       | <b>1500 KW</b>    |

**Tableau IV.13 :** Coût d'investissement de la station de pompage.

| Désignation        | Coûts (KDA)     |             |                | Coûts total (KDA) |
|--------------------|-----------------|-------------|----------------|-------------------|
|                    | Investissements |             | Fonctionnement |                   |
|                    | Génie civil     | Equipements |                |                   |
| <b>SP El Esnam</b> | <b>2380</b>     | <b>148</b>  | <b>41</b>      | <b>2569</b>       |

#### IV 4.4 Bassin et ses équipements :

Les coûts de réalisation et d'acquisition des équipements de bassin d'accumulation sont évalués par la figure N° IV 3, à **467,247484 Millions de DA**. Voir ci-dessous.



**Tableau IV.14** : Coût d'investissement de réservoir.

| Désignation                  | Bassin d'accumulation |
|------------------------------|-----------------------|
| Débit de pointe (l/s)        | 1009                  |
| Capacité de stockage (m3)    | 20 000                |
| Coûts d'investissement (KDA) | 46170 ,7              |
| Coûts Fonctionnement (KDA)   | 5540,484              |
| <b>Total (KDA)</b>           | <b>51711,184</b>      |

#### **IV 4.5 Les aménagements connexes :**

##### **IV 4.5.1 Pistes et accès :**

Les investissements de réfection et d'ouverture de piste sont de **64 987 525 DA**, répartis selon le tableau suivant :

**Tableau IV.15** : Coût d'investissement des pistes et accès.

| Zones                  | Nature des travaux                      | Unité | Quantité     | Prix unitaire | Montant (DA)     |
|------------------------|---|-------|--------------|---------------|------------------|
| <b>El Esnam</b>        | Réfection de piste existante principale | ml    | 167          | 165           | 27555            |
|                        | Réfection de piste existante secondaire | ml    | 269          | 156           | 41964            |
|                        | Réalisation de pistes principales       | ml    | 230          | 960           | 220800           |
|                        | Réalisation de pistes secondaires       |       | 490          | 752           | 368480           |
|                        | Réalisation piste d'adduction Bge-SP    | ml    | 110          | 960           | 105 600          |
|                        | Réalisation piste d'adduction SP-B      | ml    | 1 210        | 752           | 909 920          |
| <b>Total de pistes</b> |   |       | <b>2 476</b> |               | <b>9 310 799</b> |

#### **IV 4.5 Coût total des aménagements projetés :**

Le coût global des aménagements prévus dans le périmètre de d'El Esnam est de l'ordre de **167 459 171,6 DA**. Leur ventilation par catégorie est donnée par le tableau ci-après.

**Tableau IV.16** : Récapitulatif des coûts d'investissements du périmètre.

| ZONE          | Catégorie d'investissement | Coûts (DA)             |                   | Coût total (KDA)    |
|---------------|----------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|
|               |                            | Investissement         | Fonctionnement    |                     |
| El Esnam      | Réseau de distribution     | 4658068,34             | 190371,3845       | 4848,43972          |
|               | Réseau d'adduction         | 97808427050            | 3896033125,0      | 98926,5409          |
|               | Station de pompage         | 2528000                | 41000             | 2569                |
|               | Réservoirs                 | 46170700               | 5540484           | 51711,284           |
|               | Pistes                     | 9310799000             | 93107990          | 9403,90699          |
| <b>Totaux</b> |                            | <b>107172582818,34</b> | <b>3994912970</b> | <b>167 459,1716</b> |

#### IV 4.6 Consommation intermédiaire :

La consommation des intrants agricoles sont évalués pour la situation projetée sur la base des prix unitaire définie dans le tableau N° IV.15.

Le tableau N° IV.15 donne le plan cultural, ainsi que les coûts des consommations intermédiaires.

**Tableau IV.17** : Consommation intermédiaire – Situation projetée.

| Produits                | Surface       | Prix unitaire. | Coût                |
|-------------------------|---------------|----------------|---------------------|
|                         | (ha)          | (DA)           | (DA)                |
| Courgette               | 12,5          | 268474         | 3355925             |
| betterave               | 12,5          | 287113         | 3588912,5           |
| Concombre               | 10            | 471895         | 4718950             |
| Pomme de terre          | 12,5          | 159020         | 1987750             |
| Pastèque                | 12,5          | 72245          | 903062,5            |
| Carotte                 | 10            | 46014          | 460140              |
| Melon                   | 10            | 72409          | 724090              |
| Haricot vert            | 10            | 77345          | 773450              |
| <b>Total maraîchage</b> | <b>90</b>     | <b>1454515</b> | <b>16512280</b>     |
| Blé dur                 | 180           | 32918          | 5925240             |
| orge                    | 24,85         | 30745          | 764013,25           |
| sorgho                  | 32,5          | 42188          | 1371110             |
| <b>Total céréales</b>   | <b>237,35</b> | <b>105851</b>  | <b>8060363,25</b>   |
| Pêcher                  | 25            | 108700         | 2717500             |
| <b>Totaux</b>           | <b>352,35</b> | <b>1669066</b> | <b>27 290 143,3</b> |

#### IV 4.7 Produits bruts du périmètre :

Nous avons calculé les produits bruts, pour la situation projetée, sur la base des fiches techniques des cultures adoptées. Voir le tableau N° IV.16.

**Tableau IV.18** : Produit brut – Situation projetée.

| <b>Produits</b>         | <b>Surface<br/>(ha)</b> | <b>Rendement<br/>(q/ha)</b> | <b>production<br/>(q)</b> | <b>Prix<br/>unitaire.<br/>(DA/q)</b> | <b>Produit<br/>brut<br/>(DA)</b> |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Courgette               | 12,5                    | 400                         | 5000                      | 1380                                 | 6900000                          |
| betterave               | 12,5                    | 450                         | 5625                      | 2300                                 | 12937500                         |
| Concombre               | 10                      | 1000                        | 10000                     | 862,5                                | 8625000                          |
| Pomme de terre          | 12,5                    | 250                         | 3125                      | 1610                                 | 5031250                          |
| Pastèque                | 12,5                    | 280                         | 3500                      | 747,5                                | 2616250                          |
| Carotte                 | 10                      | 140                         | 1400                      | 632,5                                | 885500                           |
| Melon                   | 10                      | 180                         | 1800                      | 920                                  | 1656000                          |
| Haricot vert            | 10                      | 100                         | 1000                      | 1092,5                               | 1092500                          |
| <b>Total maraîchage</b> | <b>90</b>               | <b>2800</b>                 | <b>31450</b>              | <b>9545</b>                          | <b>39744000</b>                  |
| Blé dur                 | 180                     | 30                          | 5400                      | 1955                                 | 10557000                         |
| orge                    | 24,85                   | 200                         | 4970                      | 115                                  | 571550                           |
| sorgho                  | 32,5                    | 270                         | 8775                      | 345                                  | 3027375                          |
| <b>Total céréales</b>   | <b>237,35</b>           | <b>500</b>                  | <b>19145</b>              | <b>2415</b>                          | <b>14155925</b>                  |
| Pêcher                  | 25                      | 165                         | 4125                      | 6900                                 | 28462500                         |
| olivier                 | 20                      | 180                         | 3600                      | 5290                                 | 19044000                         |
| <b>Totaux</b>           | <b>372,35</b>           | <b>3645</b>                 | <b>58320</b>              | <b>24150</b>                         | <b>101406425</b>                 |

## **Conclusion**

Le coût global des aménagements prévus pour le périmètre d'El Esnam est de l'ordre de **167 459 171,6 DA**.

Le périmètre irrigué disposera d'un bon rendement pour la production des cultures céréales et maraîchères.

Les rendements de la situation future sont inspirés des perspectives futures sur les bases des conditions optimales hydriques, et agronomiques.

Concernant, les prix retenus pour les intrants : engrais, semences, produits phytosanitaires, de la main d'œuvre et de la mécanisation sont de l'ordre de **27 490 143,3 DA**.

Les produits bruts obtenus ont été évalués proportionnellement à la surface assolée, tant pour la situation actuelle, sont de l'ordre de **101 406 425 DA**.

Au lancement des travaux d'aménagement, la production escomptée répondra aux besoins locaux, avec tendance à la diminution de l'arboriculture, qui sera due à la domination des cultures céréales, pour atteindre progressivement une augmentation qui sera due à l'introduction de l'irrigation du périmètre.

# **Conclusion générale**

---

## Conclusion générale :

L'augmentation de la production agricole passe nécessairement par l'amélioration du rendement. Elle ne peut être atteinte que par une utilisation rationnelle de l'ensemble des facteurs de production.

En plus de la conception des réseaux, que ce soit global ou à la parcelle, performants, et économiques ; il faut améliorer les capacités des sols pour qu'ils constituent un environnement favorable à la croissance optimale des plantes.

La configuration du réseau d'irrigation et la répartition d'arrosage a permis de subdiviser la parcelle en postes d'arrosage, d'où la possibilité d'une part d'irriguer convenablement avec une installation la moins coûteuse possible en équipements, fonctionnant avec un débit réduit ; et d'autre part de protéger la source hydrique et les sols des effets néfastes de l'irrigation excessive.

On a choisi une culture céréale afin de montrer l'intérêt major d'irrigation complémentaire sur l'amélioration du rendement.

Ainsi donc, avec l'installation d'aspersion simple dimensionné dans la présente étude, en représentant la durée d'arrosage et le tour d'eau ; on pourra irriguer efficacement la parcelle de **12 ha** de **blé dur** avec une pression de **5.23 bars** disponible à la prise d'eau.

Cependant, il est à noter que les résultats obtenus dépendent essentiellement de la précision des données utilisées dans les calculs, surtout celles relatives à l'évapotranspiration, aux pluies efficaces et à la réserve utile du sol.

# Références Bibliographiques

---

# Références Bibliographiques

---

## Ouvrage :

- [1] **AGID (2000)** : Etude de l'aménagement Hydro-Agricole de la vallée de l'Oued SAHEL et du plateau d'EL ESNAM Phase I. Analyse de Ressource en (eau, sol). (2000) – Dossiers n° (1 C ,1 B ,2 B, 2 C, 1D)
- [2] **AZZOUGGAGH .M:** L'ASPERSION, TECHNIQUE D'ARROSAGE ; 203p, 1990
- [3] **BAMOUEH A** : PHYSIQUE DES SOLS, 1997 ; 94 p et 102 p ;
- [4] **ROBINSON M** : L'EAU ET LA PLANTE, 2009, 128 p ;
- [5] **SOLTNER. D** : TECHNIQUES D'IRRIGATION ; 1990 : ,77p
- [6] **TIERCELIN J-R** : Traité d'irrigation. Lavoisier Tec Doc ; 1998 ; P 439-537 ; 583-606



# **Annexes**

---

# Annexe 1

## 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>cult</sub> = 5-6 mm/jour

| Culture  | Profondeur d'enracinement (d) m | Fraction (p) de l'eau utilisable <sup>1</sup> | Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m <sup>1</sup> |           |             |
|--|---------------------------------|---|--|-----------|-------------|
|  |                                 |   | T.fin  | T.moyenne | T.grossière |
| 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          |
| Trèfle   | 0.6-0.9                         | 0.35  | 70   | 50        | 20          |
| Cacao  |                                 | 0.2   | 40   | 30        | 15          |
| Coton  | 1.0-1.7                         | 0.65  | 130  | 90        | 40          |
| Concombre  | 0.7-1.2                         | 0.5   | 100  | 70        | 30          |
| Datte  | 1.5-2.5                         | 0.5   | 100  | 70        | 30          |
| Fruitières cadu.                                 | 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          |
| Laitue   | 0.3-0.5                         | 0.3   | 60   | 40        | 20          |
| Mais <sup>2</sup>                                | 1.0-1.7                         | 0.6   | 120  | 80        | 40          |
| Mais-ensilage                                    |                                 | 0.5   | 100  | 70        | 30          |
| Melon  | 1.0-1.5                         | 0.35  | 70   | 50        | 25          |
| Olivier  | 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          |
| Pomme 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 suc.                                   | 0.7-1.2                         | 0.5   | 100  | 70        | 30          |
| Canne à sucre <sup>2</sup>                       | 1.2-2.0                         | 0.65  | 130  | 90        | 40          |
| Tournesol <sup>2</sup>                           | 0.8-1.5                         | 0.45  | 90   | 60        | 30          |
| Patate douce                                     | 1.0-1.5                         | 0.65  | 130  | 90        | 40          |
| Tabac - init.                                    | 0.5-1.0                         | 0.35  | 70   | 50        | 25          |
| tard   |                                 | 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          |
| Blé  | 1.0-1.5                         | 0.55  | 105  | 70        | 35          |
| maturité   |                                 | 0.9   | 180  | 130       | 55          |
| Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m) |                                 |   | 200  | 140       | 60          |

<sup>1</sup> Quand ET<sub>cult</sub> < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET<sub>cult</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), Salter et Gonde (1967), Rijtema (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

# Annexe 2

## 2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

| CULTURE                       | Stades de développement de la culture |               |           |                |           | Durée totale de la période végétative |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------|----------------|-----------|---------------------------------------|
|                               | Initial                               | Développement | Mi-saison | Arrière saison | Récolte   |                                       |
| Bananiier tropical            | 0.4-0.5                               | 0.7-0.85      | 1.0-1.1   | 0.9-1.0        | 0.75-0.85 | 0.7-0.8                               |
| Bananiier subtropical         | 0.5-0.65                              | 0.8-0.9       | 1.0-1.2   | 1.0-1.15       | 1.0-1.15  | 0.85-0.95                             |
| Haricot vert                  | 0.3-0.4                               | 0.65-0.75     | 0.95-1.05 | 0.9-0.95       | 0.85-0.95 | 0.85-0.9                              |
| Haricot sec                   | 0.3-0.4                               | 0.7-0.8       | 1.05-1.2  | 0.65-0.75      | 0.25-0.3  | 0.7-0.8                               |
| Chou                          | 0.4-0.5                               | 0.7-0.8       | 0.95-1.1  | 0.9-1.0        | 0.8-0.95  | 0.7-0.8                               |
| Coton                         | 0.4-0.5                               | 0.7-0.8       | 1.05-1.25 | 0.8-0.9        | 0.65-0.7  | 0.8-0.9                               |
| Raisin                        | 0.35-0.55                             | 0.6-0.8       | 0.7-0.9   | 0.6-0.8        | 0.55-0.7  | 0.55-0.75                             |
| Arachide                      | 0.4-0.5                               | 0.7-0.8       | 0.95-1.1  | 0.75-0.85      | 0.55-0.6  | 0.75-0.8                              |
| Maïs doux                     | 0.3-0.5                               | 0.7-0.9       | 1.05-1.2  | 1.0-1.15       | 0.95-1.1  | 0.8-0.95                              |
| Maïs grain                    | 0.3-0.5*                              | 0.7-0.85*     | 1.05-1.2* | 0.8-0.95       | 0.55-0.6* | 0.75-0.9*                             |
| Oignon sec                    | 0.4-0.6                               | 0.7-0.8       | 0.95-1.1  | 0.85-0.9       | 0.75-0.85 | 0.8-0.9                               |
| Oignon vert                   | 0.4-0.6                               | 0.6-0.75      | 0.95-1.05 | 0.95-1.05      | 0.95-1.05 | 0.65-0.8                              |
| Pois, frais                   | 0.4-0.5                               | 0.7-0.85      | 1.05-1.2  | 1.0-1.15       | 0.95-1.1  | 0.8-0.95                              |
| Puivron, frais                | 0.3-0.4                               | 0.6-0.75      | 0.95-1.1  | 0.85-1.0       | 0.8-0.9   | 0.7-0.8                               |
| Pomme de terre                | 0.4-0.5                               | 0.7-0.8       | 1.05-1.2  | 0.85-0.95      | 0.7-0.75  | 0.75-0.9                              |
| Riz                           | 1.1-1.15                              | 1.1-1.5       | 1.1-1.3   | 0.95-1.05      | 0.95-1.05 | 1.05-1.2                              |
| Carthame                      | 0.3-0.4                               | 0.7-0.8       | 1.05-1.2  | 0.65-0.7       | 0.2-0.25  | 0.65-0.7                              |
| Sorgho                        | 0.3-0.4                               | 0.7-0.75      | 1.0-1.15  | 0.75-0.8       | 0.5-0.55  | 0.75-0.85                             |
| Soja                          | 0.3-0.4                               | 0.7-0.8       | 1.0-1.15  | 0.7-0.8        | 0.4-0.5   | 0.75-0.9                              |
| Betterave sucrière            | 0.4-0.5                               | 0.75-0.85     | 1.05-1.2  | 0.9-1.0        | 0.6-0.7   | 0.8-0.9                               |
| Cane à sucre                  | 0.4-0.5                               | 0.7-1.0       | 1.0-1.3   | 0.75-0.8       | 0.5-0.6   | 0.85-1.05                             |
| Tourne-sol                    | 0.3-0.4                               | 0.7-0.8       | 1.05-1.2  | 0.7-0.8        | 0.35-0.45 | 0.75-0.85                             |
| Tabac                         | 0.3-0.4                               | 0.7-0.8       | 1.0-1.2   | 0.9-1.0        | 0.75-0.85 | 0.85-0.95                             |
| Tomate                        | 0.4-0.5                               | 0.7-0.8       | 1.05-1.25 | 0.8-0.95       | 0.6-0.65  | 0.75-0.9                              |
| Pastèque                      | 0.4-0.5                               | 0.7-0.8       | 0.95-1.05 | 0.8-0.9        | 0.65-0.75 | 0.75-0.85                             |
| Blé                           | 0.3-0.4                               | 0.7-0.8       | 1.05-1.2  | 0.65-0.75      | 0.2-0.25  | 0.8-0.9                               |
| Lucerne                       | 0.3-0.4                               |               |           |                | 1.05-1.2  | 0.85-1.05                             |
| Agrumes sarclés sans sarclage |                                       |               |           |                |           | 0.65-0.75<br>0.85-0.9                 |
| Olivier                       |                                       |               |           |                |           | 0.4-0.6                               |

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).  
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

# Annexe 3

## 1. DUREE DES PHASES DE DEVELOPPEMENT DES CULTURES

| Culture               | Init. | Dével | Mi    | Arrière | Total | Date Plant                        | Région  |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------------------------------|---|
| Arachide              | 25    | 35    | 45    | 25      | 130   | Saison sèche<br>Mai/Juin          | Afrique de l'Ouest<br>Méditerranéen               |
|                       | 35    | 45    | 35    | 25      | 140   |                                   |   |
| Artichaud             | 40    | 40    | 250   | 30      | 360   | Avr (1 an)<br>Mai (2 yr)          | Californie<br>(couper en mai)                     |
|                       | 20    | 40    | 220   | 30      | 310   |                                   |   |
| Aubergine             | 30    | 40    | 40    | 20      | 130   | Octobre<br>Mai/Juin               | Régions arides<br>Méditerranéen                   |
|                       | 30    | 45    | 40    | 25      | 140   |                                   |   |
| Betterave             | 15    | 25    | 20    | 10      | 70    | Avr/Mai<br>Fév/Mars               | Méditerranéen<br>Méditerr. & R. Arides            |
|                       | 25    | 30    | 25    | 10      | 90    |                                   |   |
| Betterave<br>sucrière | 45    | 75    | 80    | 30      | 230   | Novembre<br>Mai<br>Novembre       | Méditerranéen<br>Méditerranéen<br>Régions arides  |
|                       | 25    | 35    | 50    | 50      | 160   |                                   |   |
|                       | 35    | 60    | 70    | 40      | 205   |                                   |   |
| Blé/Orge              | 15    | 25    | 50    | 30      | 120   | Novembre<br>Mars/Avril<br>Juillet | Inde (Centrale)<br>35-45 °Lat<br>Afrique de l'Est |
|                       | 20    | 25    | 60    | 30      | 135   |                                   |   |
|                       | 15    | 30    | 65    | 40      | 150   |                                   |   |
| Blé d'hiver           | 30    | 140   | 40    | 30      | 240   | Novembre                          | Méditerranéen                                     |
| Carotte               | 20    | 30    | 50/30 | 20      | 100   | Oct/Jun<br>Fév/Mars               | Climats arides<br>Méditerranéen                   |
|                       | 30    | 40    | 60    | 20      | 150   |                                   |   |
| Carthame              | 20    | 35    | 45    | 25      | 125   | Avril<br>Oct/Nov                  | Californie, USA<br>Régions arides                 |
|                       | 35    | 55    | 60    | 40      | 190   |                                   |   |
| Céleri                | 25    | 40    | 95    | 20      | 180   | Oct<br>Avril                      | Climats (semi)-arides<br>Méditerranéen            |
|                       | 25    | 40    | 45    | 15      | 125   |                                   |   |
| Céréales              | 20    | 30    | 60    | 40      | 150   | Avril<br>Oct/Nov                  | Méditerranéen<br>Pakistan; Rég. arides            |
|                       | 25    | 35    | 65    | 40      | 165   |                                   |   |
| Citrouille            | 20    | 30    | 30    | 20      | 100   | Mars, Août<br>Juin                | Méditerranéen<br>Europe                           |
|                       | 25    | 35    | 35    | 25      | 120   |                                   |   |
| Concombre             | 20    | 30    | 40    | 15      | 105   | Juin/Août<br>Nov; Fév             | Régions arides<br>Régions arides                  |
|                       | 25    | 35    | 50    | 20      | 130   |                                   |   |
| Coton                 | 30    | 50    | 60    | 55      | 195   | Mars;Avr/Mai<br>Sept<br>Avril     | Egypte; Pakistan<br>Yemen<br>Texas                |
|                       | 30    | 50    | 60    | 55      | 195   |                                   |   |
|                       | 30    | 50    | 55    | 45      | 180   |                                   |   |
| Courgette             | 25    | 35    | 25    | 15      | 100   | Avril<br>Mai/Juin                 | Médit.; R. Arides<br>Médit.; Europe               |
|                       | 20    | 30    | 25    | 15      | 90    |                                   |   |
| CruCIFeres            | 20    | 30    | 20    | 10      | 80    | Avril<br>Février<br>Oct/Nov       | Méditerranéen<br>Méditerranéen<br>Méditerranéen   |
|                       | 25    | 35    | 25    | 10      | 95    |                                   |   |
|                       | 30    | 35    | 90    | 40      | 195   |                                   |   |
| Epinard               | 20    | 20    | 25    | 5       | 70    | Avr; Sep/Oct<br>Novembre          | Méditerranéen<br>Régions arides                   |
|                       | 20    | 30    | 40    | 10      | 100   |                                   |   |
| Haricots<br>(sec)     | 20    | 30    | 40    | 20      | 110   | Mai/Juin<br>Juin                  | Climats Continental<br>Pakistan, Calif.           |
|                       | 15    | 25    | 35/50 | 20      | 95    |                                   |   |
| Haricot<br>(vert)     | 20    | 30    | 30    | 10      | 90    | Fév/Mars<br>Août/Sep              | Calif., Méditerranéen<br>Calif., Egypte, Liban    |
|                       | 15    | 25    | 25    | 10      | 75    |                                   |   |
| Laitue                | 20    | 30    | 15    | 10      | 75    | Avril<br>Nov/Jan<br>Oct/Nov       | Méditerranéen<br>Méditerranéen<br>Régions arides  |
|                       | 30    | 40    | 25    | 10      | 105   |                                   |   |
|                       | 25    | 35    | 30    | 10      | 100   |                                   |   |
| Lentille              | 20    | 30    | 60    | 40      | 150   | Avril<br>Oct/Nov                  | Europe<br>Régions arides                          |
|                       | 25    | 35    | 70    | 40      | 170   |                                   |   |

| Culture        | Init.                      | Dévol                      | Mi                         | Arrière                    | Total                           | Date Plant                                   | Région   |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|--|--|
| Lin            | 25<br>30                   | 35<br>40                   | 50<br>100                  | 40<br>50                   | 150<br>220                      | Avril<br>Octobre                             | Europe<br>Arizona  |
| Maïs (doux)    | 20<br>20<br>20             | 20<br>25<br>30             | 30<br>25<br>50/30          | 10<br>10<br>10             | 80<br>80<br>90                  | Mars<br>Mai/Juin<br>Oct/Déc                  | Philippines<br>Méditerranéen<br>Climats arides   |
| Maïs (grain)   | 30<br>25<br>20<br>20<br>30 | 50<br>40<br>35<br>35<br>40 | 60<br>45<br>40<br>40<br>50 | 40<br>30<br>30<br>30<br>30 | 180<br>140<br>125<br>125<br>150 | Avril<br>Déc/Jan<br>Juin<br>Octobre<br>Avril | Afrique de l'Est (alt.)<br>Climats arides<br>Nigeria (humide)<br>Inde (sec, froid)<br>Spain (spring, sum.) |
| Melon          | 25<br>30                   | 35<br>45                   | 40<br>65                   | 20<br>20                   | 120<br>160                      | Mai<br>Déc/Jan                               | Méditerranéen<br>Régions arides  |
| Mil            | 15<br>20                   | 25<br>30                   | 40<br>55                   | 25<br>35                   | 105<br>140                      | Juin<br>Avril                                | Pakistan<br>USA (centre)   |
| Oignon (sec)   | 15<br>20                   | 25<br>35                   | 70<br>110                  | 40<br>45                   | 150<br>210                      | Avril<br>Octobre                             | Méditerranéen<br>Régions arides  |
| Oignon (vert)  | 25<br>20                   | 30<br>45                   | 10<br>20                   | 5<br>10                    | 70<br>95                        | Avril/Mai<br>Octobre                         | Méditerranéen<br>Régions arides  |
| Pois           | 15<br>20                   | 25<br>30                   | 35<br>35                   | 15<br>15                   | 90<br>100                       | Mai<br>Mars/Avril                            | Europe<br>Méditerranéen  |
| Poivron        | 25/30<br>30                | 35<br>40                   | 40<br>110                  | 20<br>30                   | 125<br>210                      | Avril/Juin<br>Octobre                        | Europe & Méditerr.<br>Régions arides   |
| Pomme de terre | 25<br>25<br>30+15          | 30<br>30<br>35             | 30/45<br>45<br>50          | 30<br>30<br>30             | 115/130<br>130<br>145           | Jan/Nov<br>Mai<br>Avril                      | Climats (semi)-arides<br>Climat Continental<br>Europe  |
| Radis          | 10<br>10                   | 10<br>10                   | 15<br>15                   | 5<br>5                     | 40<br>40                        | Mars/Avril<br>Hiver                          | Méditerr.; Europe<br>Régions arides  |
| Ricin          | 25                         | 40                         | 65                         | 50                         | 180                             | Mars   | Climats (semi)-arides  |
| Soja (fève)    | 20<br>20                   | 30/35<br>25                | 60<br>75                   | 25<br>30                   | 140<br>150                      | Mai<br>Juin                                  | USA (Centre)<br>Japon  |
| Sorgho         | 20<br>20                   | 35<br>35                   | 40<br>45                   | 30<br>30                   | 130<br>140                      | Mai/Juin<br>Mars/Avril                       | USA, Pakis., Méd.<br>Régions arides  |
| Tomate         | 30<br>35<br>30             | 40<br>45<br>40             | 40<br>70<br>45             | 25<br>30<br>30             | 135<br>180<br>145               | Janvier<br>Oct/Nov<br>Avril/Mai              | Régions arides<br>Régions arides<br>Méditerranéen  |
| Tournesol      | 25                         | 35                         | 45                         | 25                         | 130                             | Avril/Mai                                    | Médit.; Californie   |

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 24, Tableau 22.

# Annexe 4

|              | <b>plante:</b> | <b>sorgho</b> | <b>10-<br/>mars</b> | <b>18-juil</b>    |                |                 |                  |            |                          |               |  |
|--------------|----------------|---------------|---------------------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|------------|--------------------------|---------------|--|
| Mois         | Phase          | Phase(jours)  | Coeff. Kc           | ET cult (mm/jour) | ET cult mm/MOI | Etcult (mm/dec) | Pluie eff mm/déc | RFU(mm/m)  | Besoins d'irr. (mm/mois) | B( mm/dec)    |  |
| Septembre    |                |               |                     |                   |                |                 |                  |            |                          |               |  |
| Octobre      |                |               |                     |                   |                |                 |                  |            |                          |               |  |
| Novembre     |                |               |                     |                   |                |                 |                  |            |                          |               |  |
| Décembre     |                |               |                     |                   |                |                 |                  |            |                          |               |  |
| Janvier      |                |               |                     |                   |                |                 |                  |            |                          |               |  |
| Février      |                |               |                     |                   |                |                 |                  |            |                          |               |  |
| Mars         | init           | 30            | 0,4                 | 1,11              | 33,2           | 33,2            | 0,64             | 50         | 0,0                      | 0,0           |  |
| Avril        | dével          | 30            | 0,7                 | 2,55              | 76,4           | 76,4            | 0,98             | 50         | 0,0                      | 25,5          |  |
| Mai          | dével          | 10            | 0,75                | 3,31              | 99,2           | 33,1            | 3,86             | 30         | 65,4                     | 0,0           |  |
|              | mi             | 20            | 1,05                | 4,63              | 138,9          | 92,6            | 1,93             | 25         | 112,0                    | 65,7          |  |
| Juin         | mi             | 20            | 1,1                 | 7,10              | 212,9          | 141,9           | 0,61             | 0          | 212,2                    | 141,3         |  |
|              | arriere        | 10            | 0,79                | 5,10              | 152,9          | 51,0            | 1,22             | 0          | 151,6                    | 49,7          |  |
| juillet      | arriere        | 30            | 0,75                | 5,69              | 170,8          | 170,8           | 0,01             | 0          | 170,8                    | 170,8         |  |
| Août         |                |               |                     |                   |                |                 |                  |            |                          |               |  |
| <b>total</b> |                |               | <b>5,54</b>         | <b>29,477</b>     | <b>884,3</b>   |                 | <b>9,252</b>     | <b>155</b> | <b>712</b>               | <b>452,93</b> |  |

|              | <b>pomme de<br/>terre</b> | <b>15-<br/>mars</b> | <b>23-juil</b> |                 |                |               |                  |            |                         |               |
|--------------|---------------------------|---------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|------------|-------------------------|---------------|
| Mois         | Phase                     | Phase(jours)        | Coeff. Kc      | ET cult mm/jour | ET cult mm/MOI | Etcult mm/dec | Pluie eff mm/déc | RFU        | Besoins d'irr. (mm/MOI) | B mm/dec      |
| Septembre    |                           |                     |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |
| Octobre      |                           |                     |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |
| Novembre     |                           |                     |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |
| Décembre     |                           |                     |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |
| Janvier      |                           |                     |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |
| Février      |                           |                     |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |
| Mars         | init                      | 15                  | 0,4            | 1,108           | 33,24          | 16,62         | 1,2853           | 50         | 0                       | 0             |
| Avril        | init                      | 15                  | 0,45           | 1,638           | 49,14          | 24,57         | 1,9573           | 50         | 0                       | 0             |
|              | dével                     | 15                  | 1,15           | 4,186           | 125,6          | 62,79         | 1,9573           | 30         | 93,623                  | 30,833        |
| Mai          | dével                     | 30                  | 1,15           | 5,0715          | 152,1          | 152,145       | 1,288            | 30         | 120,86                  | 120,86        |
| Juin         | dével                     | 5                   | 1,15           | 7,4175          | 222,5          | 37,0875       | 2,432            | 0          | 220,09                  | 34,656        |
|              | mi                        | 25                  | 0,5            | 3,225           | 96,75          | 80,625        | 0,4864           | 0          | 96,264                  | 80,139        |
| juillet      | mi                        | 15                  | 0,5            | 3,795           | 113,9          | 56,925        | 0,0213           | 0          | 113,83                  | 56,904        |
| Août         |                           |                     |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |
| <b>total</b> |                           |                     | <b>5,3</b>     | <b>26,441</b>   | <b>793,2</b>   |               | <b>9,4277</b>    | <b>160</b> | <b>644,66</b>           | <b>323,39</b> |

|              | <b>bettrave</b> |               | <b>15-avr</b> | <b>24-juin</b>  |                |               |                  |            |                         |               |  |
|--------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|------------|-------------------------|---------------|--|
| Mois         | Phase           | Phase(jours ) | Coeff. Kc     | ET cult mm/jour | ET cult mm/MOI | Etcult mm/dec | Pluie eff mm/déc | RFU        | Besoins d'irr. (mm/MOI) | B mm/de c     |  |
| Septembre    |                 |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Octobre      |                 |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Novembre     |                 |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Décembre     |                 |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Janvier      |                 |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Février      |                 |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Mars         | init            |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Avril        | init            | 15            | 0,45          | 1,638           | 49,14          | 24,57         | 1,9573           | 50         | 0                       | 0             |  |
| Mai          | dével           | 25            | 0,8           | 3,528           | 105,8          | 88,2          | 1,5456           | 60         | 44,294                  | 0             |  |
|              | mi              | 5             | 1,15          | 5,0715          | 152,1          | 25,3575       | 7,728            | 50         | 94,417                  | 0             |  |
| Juin         | mi              | 20            | 1,1           | 7,095           | 212,9          | 141,9         | 0,608            | 20         | 192,24                  | 121,29        |  |
|              | arrier          | 10            | 1,15          | 7,4175          | 222,5          | 74,175        | 1,216            | 0          | 221,31                  | 72,959        |  |
| juillet      |                 |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Août         |                 |               |               |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| <b>total</b> |                 |               | <b>4,65</b>   | <b>24,75</b>    | <b>742,5</b>   |               | <b>13,055</b>    | <b>180</b> | <b>552,26</b>           | <b>194,25</b> |  |

|              | <b>haricot (vert)</b> |               | <b>10-mars</b> | <b>08-juin</b>  |                |               |                  |            |                         |               |  |
|--------------|-----------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|------------|-------------------------|---------------|--|
| Mois         | Phase                 | Phase(jours ) | Coeff. Kc      | ET cult mm/jour | ET cult mm/MOI | Etcult mm/dec | Pluie eff mm/déc | RFU        | Besoins d'irr. (mm/MOI) | B mm/de c     |  |
| Septembre    |                       |               |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Octobre      |                       |               |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Novembre     |                       |               |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Décembre     |                       |               |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Janvier      |                       |               |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Février      |                       |               |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Mars         | init                  | 20            | 0,35           | 0,9695          | 29,09          | 19,39         | 0,964            | 45         | 0                       | 0             |  |
| Avril        | dével                 | 30            | 0,65           | 2,366           | 70,98          | 70,98         | 0,9787           | 50         | 20,001                  | 20,001        |  |
| Mai          | dével                 | 30            | 0,75           | 3,3075          | 99,23          | 99,225        | 1,288            | 25         | 72,937                  | 72,937        |  |
| Juin         | mi                    | 10            | 1,03           | 6,6435          | 199,3          | 66,435        | 1,216            | 0          | 198,09                  | 65,219        |  |
| juillet      |                       |               |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| Août         |                       |               |                |                 |                |               |                  |            |                         |               |  |
| <b>total</b> |                       |               | <b>2,78</b>    | <b>13,2865</b>  | <b>398,6</b>   |               | <b>4,4467</b>    | <b>120</b> | <b>291,03</b>           | <b>158,16</b> |  |

|              |        | <b>concombre</b> |            | <b>10-juin</b>  | <b>23-sept</b> |               |                  |           |                         |               |
|--------------|--------|------------------|------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|-----------|-------------------------|---------------|
| Mois         | Phase  |                  | Coeff. Kc  | ET cult mm/jour | ET cult mm/MOI | Etcult mm/dec | Pluie eff mm/déc | RFU       | Besoins d'irr. (mm/MOI) | B mm/dec      |
| Septembre    | mi     | 10               | 1,1        | 4,73            | 141,9          | 47,3          | 0,12             | 0         | 141,78                  | 47,18         |
|              | arrier | 15               | 0,95       | 4,085           | 122,6          | 61,275        | 0,08             | 0         | 122,47                  | 61,195        |
| Octobre      |        |                  |            |                 |                |               | 0                |           |                         | 0             |
| Novembre     |        |                  |            |                 |                |               | 0                |           |                         | 0             |
| Décembre     |        |                  |            |                 |                |               | 0                |           |                         | 0             |
| Janvier      |        |                  |            |                 |                |               | 0                |           |                         | 0             |
| Février      |        |                  |            |                 |                |               | 0                |           |                         | 0             |
| Mars         |        |                  |            |                 |                |               | 0                |           |                         | 0             |
| Avril        |        |                  |            |                 |                |               | 0                |           |                         | 0             |
| Mai          |        |                  |            |                 |                |               | 0                |           |                         | 0             |
| Juin         | init   | 20               | 0,4        | 2,58            | 77,4           | 51,6          | 0,608            | 30        | 46,792                  | 20,992        |
| juillet      | dével  | 30               | 0,7        | 5,313           | 159,4          | 159,39        | 0,0107           | 0         | 159,38                  | 159,38        |
| Août         | mi     | 30               | 1,05       | 6,825           | 204,8          | 204,75        | 0,056            | 0         | 204,69                  | 204,69        |
| <b>total</b> |        |                  | <b>3,1</b> | <b>18,803</b>   | <b>564,1</b>   |               | <b>0,7547</b>    | <b>30</b> | <b>533,34</b>           | <b>493,44</b> |

|              |       | <b>carrotte</b> |             | <b>15-févr</b>  | <b>14-juil</b> |               |                  |            |                         |            |
|--------------|-------|-----------------|-------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|------------|-------------------------|------------|
| Mois         | Phase |                 | Coeff. Kc   | ET cult mm/jour | ET cult mm/MOI | Etcult mm/dec | Pluie eff mm/déc | RFU( mm/m) | Besoins d'irr. (mm/MOI) | B mm/dec   |
| Septembre    |       |                 |             |                 |                |               |                  |            |                         |            |
| Octobre      |       |                 |             |                 |                |               |                  |            |                         |            |
| Novembre     |       |                 |             |                 |                |               |                  |            |                         |            |
| Décembre     |       |                 |             |                 |                |               |                  |            |                         |            |
| Janvier      |       |                 |             |                 |                |               |                  |            |                         |            |
| Février      | init  | 15              | 0,4         | 0,704           | 21,12          | 10,56         | 2,2347           | 50         | 0                       | 0          |
| Mars         | init  | 15              | 0,5         | 1,385           | 41,55          | 20,775        | 1,2853           | 50         | 0                       | 0          |
|              | dével | 15              | 0,75        | 2,0775          | 62,33          | 31,1625       | 1,2853           | 55         | 0                       | 0          |
| Avril        | dével | 25              | 0,8         | 2,912           | 87,36          | 72,8          | 1,1744           | 55         | 31,186                  | 0          |
|              | mi    | 5               | 1           | 3,64            | 109,2          | 18,2          | 5,872            | 60         | 43,328                  | 0          |
| Mai          | mi    | 30              | 1,05        | 4,6305          | 138,9          | 138,915       | 1,288            | 20         | 117,63                  | 117,63     |
| Juin         | mi    | 25              | 1,2         | 7,74            | 232,2          | 193,5         | 0,4864           | 0          | 231,71                  | 193,01     |
|              | arrie | 5               | 0,91        | 5,8695          | 176,1          | 29,3475       | 2,432            | 0          | 173,65                  | 26,916     |
| juillet      | arrie | 15              | 0,9         | 6,831           | 204,9          | 102,465       | 0,0213           | 0          | 204,91                  | 102,44     |
| Août         |       |                 |             |                 |                |               |                  |            |                         |            |
| <b>total</b> |       |                 | <b>7,51</b> | <b>35,7895</b>  | <b>1074</b>    |               | <b>16,079</b>    | <b>290</b> | <b>802,42</b>           | <b>440</b> |



|              |       | <b>pastique<br/>et<br/>melon</b> |             |                    |                   | 05-<br>mai       | 02-sept             |           |                            |               |  |
|--------------|-------|----------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------|----------------------------|---------------|--|
| Mois         | Phase |                                  | Coeff. Kc   | ET cult<br>mm/jour | ET cult<br>mm/MOI | Etcult<br>mm/dec | Pluie eff<br>mm/déc | RFU(mm/m) | Besoins d'irr.<br>(mm/MOI) | B<br>mm/dec   |  |
| Septembre    | arrie |                                  | 0,8         | 3,44               | 103,2             | 17,2             | 0,24                | 0         | 102,96                     | 0             |  |
| Octobre      |       |                                  |             |                    |                   | 0                |                     |           |                            | 0             |  |
| Novembre     |       |                                  |             |                    |                   | 0                |                     |           |                            | 0             |  |
| Décembre     |       |                                  |             |                    |                   | 0                |                     |           |                            | 0             |  |
| Janvier      |       |                                  |             |                    |                   | 0                |                     |           |                            | 0             |  |
| Février      |       |                                  |             |                    |                   | 0                |                     |           |                            | 0             |  |
| Mars         |       |                                  |             |                    |                   | 0                |                     |           |                            | 0             |  |
| Avril        |       |                                  |             |                    |                   | 0                |                     |           |                            | 0             |  |
| Mai          | init  | 25                               | 0,45        | 1,9845             | 59,54             | 49,6125          | 1,5456              | 30        | 0                          | 0             |  |
| Juin         | dével | 30                               | 0,7         | 4,515              | 135,5             | 135,45           | 0,4053              | 0         | 135,04                     | 135,04        |  |
| juillet      | dével | 5                                | 0,8         | 6,072              | 182,2             | 30,36            | 0,064               | 0         | 182,1                      | 30,296        |  |
|              | mi    | 25                               | 0,95        | 7,2105             | 216,3             | 180,263          | 0,0128              | 0         | 216,3                      | 180,25        |  |
| Août         | mi    | 15                               | 1,03        | 6,695              | 200,9             | 100,425          | 0,112               | 0         | 200,74                     | 100,31        |  |
|              | arrie | 15                               | 0,9         | 5,85               | 175,5             | 87,75            | 0,112               | 0         | 175,39                     | 87,638        |  |
| <b>total</b> |       |                                  | <b>5,63</b> | <b>35,767</b>      | <b>1073</b>       |                  | <b>2,4917</b>       | <b>30</b> | <b>1012,5</b>              | <b>533,54</b> |  |

|              |       | <b>courgette</b> |             |                    |                   | 05-avr           | 14-juil             |           |                            |               |  |
|--------------|-------|------------------|-------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------|----------------------------|---------------|--|
| Mois         | Phase |                  | Coeff. Kc   | ET cult<br>mm/jour | ET cult<br>mm/MOI | Etcult<br>mm/dec | Pluie eff<br>mm/déc | RFU(mm/m) | Besoins d'irr.<br>(mm/MOI) | B<br>mm/dec   |  |
| Septembre    |       |                  |             |                    |                   |                  |                     |           |                            |               |  |
| Octobre      |       |                  |             |                    |                   |                  |                     |           |                            |               |  |
| Novembre     |       |                  |             |                    |                   |                  |                     |           |                            |               |  |
| Décembre     |       |                  |             |                    |                   |                  |                     |           |                            |               |  |
| Janvier      |       |                  |             |                    |                   |                  |                     |           |                            |               |  |
| Février      |       |                  |             |                    |                   |                  |                     |           |                            |               |  |
| Mars         |       |                  |             |                    |                   |                  |                     |           |                            |               |  |
| Avril        | init  | 25               | 0,4         | 1,456              | 43,68             | 36,4             | 1,1744              | 35        | 0                          | 0             |  |
| Mai          | dével | 30               | 0,7         | 3,087              | 92,61             | 92,61            | 1,288               | 25        | 66,322                     | 66,322        |  |
| Juin         | dével | 5                | 0,75        | 4,8375             | 145,1             | 24,1875          | 2,432               | 0         | 142,69                     | 0             |  |
|              | mi    | 25               | 0,7         | 4,515              | 135,5             | 112,875          | 0,4832              | 0         | 134,97                     | 112,39        |  |
| juillet      | arrie | 15               | 0,9         | 6,831              | 204,9             | 102,465          | 0,0213              | 0         | 204,91                     | 102,44        |  |
| Août         |       |                  |             |                    |                   |                  |                     |           |                            |               |  |
| <b>total</b> |       |                  | <b>3,45</b> | <b>20,7265</b>     | <b>621,8</b>      | <b>368,538</b>   | <b>5,3989</b>       | <b>60</b> | <b>548,89</b>              | <b>281,16</b> |  |

|              | <b>olivier<br/>et<br/>pêcher</b> |    | 15-<br>mars | 26-oct             |                   |                  |                     |               |                            |               |  |
|--------------|----------------------------------|----|-------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------|----------------------------|---------------|--|
| Mois         | Phase                            |    | Coeff. Kc   | ET cult<br>mm/jour | ET cult<br>mm/MOI | Etcult<br>mm/dec | Pluie eff<br>mm/déc | RFU<br>(mm/m) | Besoins d'irr.<br>(mm/MOI) | B<br>mm/dec   |  |
| Septembre    | deve                             | 30 | 0,6         | 2,58               | 77,4              | 77,4             | 0,04                | 0             | 0                          | 77,36         |  |
| Octobre      | deve                             | 13 | 0,6         | 1,728              | 51,84             | 22,464           | 2,2154              | 0             | 0                          | 20,249        |  |
|              | mi                               | 17 | 0,5         | 1,44               | 43,2              | 24,48            | 1,6941              | 0             | 0                          | 22,786        |  |
| Novembre     | mi                               | 30 | 0,5         | 0,85               | 25,5              | 25,5             | 0,8853              | 40            | 0                          | 0             |  |
| Décembre     |                                  |    |             |                    |                   | 0                |                     |               |                            | 0             |  |
| Janvier      |                                  |    |             |                    |                   | 0                |                     |               |                            | 0             |  |
| Février      |                                  |    |             |                    |                   | 0                |                     |               |                            | 0             |  |
| Mars         | init                             | 30 | 0,4         | 1,108              | 33,24             | 33,24            | 0,6427              | 40            | 0                          | 0             |  |
| Avril        | init                             | 30 | 0,4         | 1,456              | 43,68             | 43,68            | 0,9787              | 50            | 0                          | 0             |  |
| Mai          | init                             | 30 | 0,41        | 1,8081             | 54,24             | 54,243           | 1,288               | 60            | 0                          | 0             |  |
| Juin         | init                             | 30 | 0,41        | 2,6445             | 79,34             | 79,335           | 0,4053              | 30            | 48,93                      | 48,93         |  |
| juillet      | init                             | 15 | 0,5         | 3,795              | 113,9             | 56,925           | 0,0213              | 15            | 98,829                     | 41,904        |  |
|              | deve                             | 15 | 0,5         | 3,795              | 113,9             | 56,925           | 0,0213              | 0             | 113,83                     | 56,904        |  |
| Août         | deve                             | 30 | 0,5         | 3,25               | 97,5              | 97,5             | 0,056               | 0             | 97,444                     | 97,444        |  |
| <b>total</b> |                                  |    | <b>5,32</b> | <b>24,4546</b>     | <b>733,6</b>      |                  | <b>8,2482</b>       | <b>235</b>    | <b>359,03</b>              | <b>365,58</b> |  |

|              | <b>ble<br/>et<br/>orge</b> |    | 15-<br>nov  | 13-juin            |                   |                  |                     |            |                            |               |
|--------------|----------------------------|----|-------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|------------|----------------------------|---------------|
| Mois         |                            |    | Coeff. Kc   | ET cult<br>mm/jour | ET cult<br>mm/MOI | Etcult<br>mm/dec | Pluie eff<br>mm/déc | RFU(mm/m)  | Besoins d'irr.<br>(mm/MOI) | B<br>mm/dec   |
| Septembre    |                            |    |             |                    |                   |                  |                     |            |                            |               |
| Octobre      |                            |    |             |                    |                   |                  |                     |            |                            |               |
| Novembre     | init                       | 15 | 0,3         | 0,51               | 15,3              | 7,65             | 1,7707              | 20         | 0                          | 0             |
| decembre     | init                       | 15 | 0,35        | 0,4025             | 12,08             | 6,0375           | 0,4267              | 40         | 0                          | 0             |
|              | dév                        | 15 | 0,4         | 0,46               | 13,8              | 6,9              | 0,4267              | 50         | 0                          | 0             |
| Janvier      | dév                        | 30 | 0,73        | 1,1534             | 34,6              | 34,602           | 0,9493              | 50         | 0                          | 0             |
| Février      | dév                        | 30 | 0,75        | 1,32               | 39,6              | 39,6             | 1,1173              | 50         | 0                          | 0             |
| Mars         | dév                        | 25 | 0,75        | 2,0775             | 62,33             | 51,9375          | 0,6427              | 60         | 1,6823                     | 0             |
|              | mi                         | 5  | 0,77        | 2,1329             | 63,99             | 10,6645          | 0,7712              | 50         | 13,216                     | 0             |
| Avril        | mi                         | 30 | 0,8         | 2,912              | 87,36             | 87,36            | 5,872               | 20         | 61,488                     | 61,488        |
| Mai          | mi                         | 10 | 0,76        | 3,3516             | 100,5             | 33,516           | 1,288               | 15         | 84,26                      | 17,228        |
|              | arriere                    | 20 | 0,75        | 3,3075             | 99,23             | 66,15            | 3,864               | 15         | 80,361                     | 47,286        |
| Juin         | arriere                    | 15 | 0,67        | 4,3215             | 129,6             | 64,8225          | 0,608               | 15         | 114,04                     | 49,215        |
| juillet      |                            |    |             |                    |                   |                  |                     |            |                            |               |
| Août         |                            |    |             |                    |                   |                  |                     |            |                            |               |
| <b>total</b> |                            |    | <b>7,03</b> | <b>21,9489</b>     | <b>658,5</b>      | <b>164,489</b>   | <b>17,737</b>       | <b>385</b> | <b>355,04</b>              | <b>175,22</b> |

# Annexe 5

## Les caractéristiques hydrauliques du réseau de distribution.

| État des Noeuds du Réseau |          |              |         |        |          | État des Arcs du Réseau |          |          |       |         |                   |
|---------------------------|----------|--------------|---------|--------|----------|-------------------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| ID Noeud                  | Altitude | Demande Base | Demande | Charge | Pression |                         | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|                           | m        | M3H          | M3H     | m      | m        | ID Arc                  | m        | mm       | M3H   | m/s     | m/km              |
| Noeud 1                   | 505      | 36           | 36      | 574,9  | 69,9     | Tuyau 1                 | 459,39   | 1000     | 1800  | 0,64    | 0,29              |
| Noeud 4                   | 510      | 36           | 36      | 573,88 | 63,88    | Tuyau 3                 | 118,9    | 200      | 72    | 0,64    | 2,05              |
| Noeud 5                   | 510      | 36           | 36      | 573,79 | 63,79    | Tuyau 4                 | 158,4    | 200      | 36    | 0,32    | 0,56              |
| Noeud 7                   | 507,6    | 36           | 36      | 572,57 | 64,97    | Tuyau 6                 | 284,3    | 125      | 36    | 0,81    | 5,85              |
| Noeud 9                   | 499      | 36           | 36      | 572,79 | 73,79    | Tuyau 8                 | 351,6    | 1000     | 1440  | 0,51    | 0,19              |
| Noeud 11                  | 500      | 36           | 36      | 572,36 | 72,36    | Tuyau 10                | 244,8    | 800      | 1260  | 0,7     | 0,45              |
| Noeud 12                  | 499      | 36           | 36      | 570,75 | 71,75    | Tuyau 11                | 336,1    | 200      | 144   | 1,27    | 7,67              |
| Noeud 14                  | 507      | 36           | 36      | 574,64 | 67,64    | Tuyau 13                | 134,9    | 200      | 36    | 0,32    | 0,56              |
| Noeud 17                  | 517      | 36           | 36      | 571,95 | 54,95    | Tuyau 15                | 85,5     | 200      | 108   | 0,95    | 4,43              |
| Noeud 19                  | 520      | 36           | 36      | 571,29 | 51,29    | Tuyau 17                | 397,3    | 125      | 36    | 0,81    | 5,85              |
| Noeud 21                  | 499,6    | 36           | 36      | 573,4  | 73,8     | Tuyau 19                | 274,8    | 200      | 108   | 0,95    | 4,43              |
| Noeud 22                  | 505      | 36           | 36      | 571,13 | 66,13    | Tuyau 20                | 181,9    | 125      | 36    | 0,81    | 5,85              |
| Noeud 23                  | 518      | 36           | 36      | 570,3  | 52,3     | Tuyau 21                | 450,5    | 750      | 1080  | 0,68    | 0,47              |
| Noeud 28                  | 521      | 36           | 36      | 572,11 | 51,11    | Tuyau 25                | 343      | 200      | 36    | 0,32    | 0,56              |

|             |       |             |       |        |       |          |        |      |      |      |      |
|-------------|-------|-------------|-------|--------|-------|----------|--------|------|------|------|------|
| Noeud 29    | 523   | 36          | 36    | 571,92 | 48,92 | Tuyau 26 | 262,7  | 125  | 36   | 0,81 | 5,85 |
| Noeud 30    | 510   | 36          | 36    | 570,86 | 60,86 | Tuyau 27 | 210    | 200  | 144  | 1,27 | 7,67 |
| Noeud 32    | 525   | 36          | 36    | 574,1  | 49,1  | Tuyau 29 | 393,7  | 200  | 36   | 0,32 | 0,56 |
| Noeud 35    | 517   | 36          | 36    | 572,13 | 55,13 | Tuyau 31 | 273,35 | 700  | 864  | 0,62 | 0,43 |
| Noeud 36    | 525   | 36          | 36    | 571,9  | 46,9  | Tuyau 32 | 250,1  | 700  | 684  | 0,49 | 0,28 |
| Noeud 38    | 520   | 36          | 36    | 570,72 | 50,72 | Tuyau 34 | 207,2  | 500  | 360  | 0,51 | 0,44 |
| Noeud 41    | 531,8 | 36          | 36    | 573,87 | 42,07 | Tuyau 35 | 105,9  | 500  | 324  | 0,46 | 0,36 |
| Noeud 44    | 529   | 36          | 36    | 573,8  | 44,8  | Tuyau 37 | 357,8  | 400  | 72   | 0,16 | 0,07 |
| Noeud 45    | 529   | 36          | 36    | 573,77 | 44,77 | Tuyau 38 | 267,7  | 300  | 36   | 0,14 | 0,08 |
| Noeud 46    | 532,7 | 36          | 36    | 573,75 | 41,05 | Tuyau 39 | 370,4  | 450  | 252  | 0,44 | 0,38 |
| Noeud 49    | 529,8 | 36          | 36    | 573,79 | 43,99 | Tuyau 42 | 564,4  | 450  | 72   | 0,13 | 0,04 |
| Noeud 50    | 533   | 36          | 36    | 573,77 | 40,77 | Tuyau 43 | 378,9  | 400  | 36   | 0,08 | 0,02 |
| Noeud 51    | 533   | 36          | 36    | 573,76 | 40,76 | Tuyau 44 | 312,7  | 300  | 180  | 0,71 | 1,52 |
| Noeud 53    | 530   | 36          | 36    | 573,21 | 43,21 | Tuyau 46 | 297,7  | 300  | 72   | 0,28 | 0,27 |
| Noeud 54    | 530   | 36          | 36    | 573,13 | 43,13 | Tuyau 47 | 259,6  | 300  | 36   | 0,14 | 0,08 |
| Noeud 55    | 520   | 36          | 36    | 573,11 | 53,11 | Tuyau 48 | 301,4  | 125  | 36   | 0,81 | 5,85 |
| Noeud 56    | 530   | 36          | 36    | 573,23 | 43,23 | Tuyau 49 | 190,4  | 125  | 36   | 0,81 | 5,85 |
| Noeud 57    | 523   | 36          | 36    | 572,06 | 49,06 | Tuyau 50 | 230,8  | 200  | 36   | 0,32 | 0,56 |
| Noeud 58    | 532   | 36          | 36    | 572,69 | 40,69 | Tuyau 51 | 291,1  | 1000 | 1836 | 0,65 | 0,32 |
| Réservoir 2 | 580   | Sans Valeur | -9036 | 582    | 2     | Tuyau 52 | 2870   | 1250 | 9036 | 2,05 | 2,42 |

Schéma du réseau de distribution :

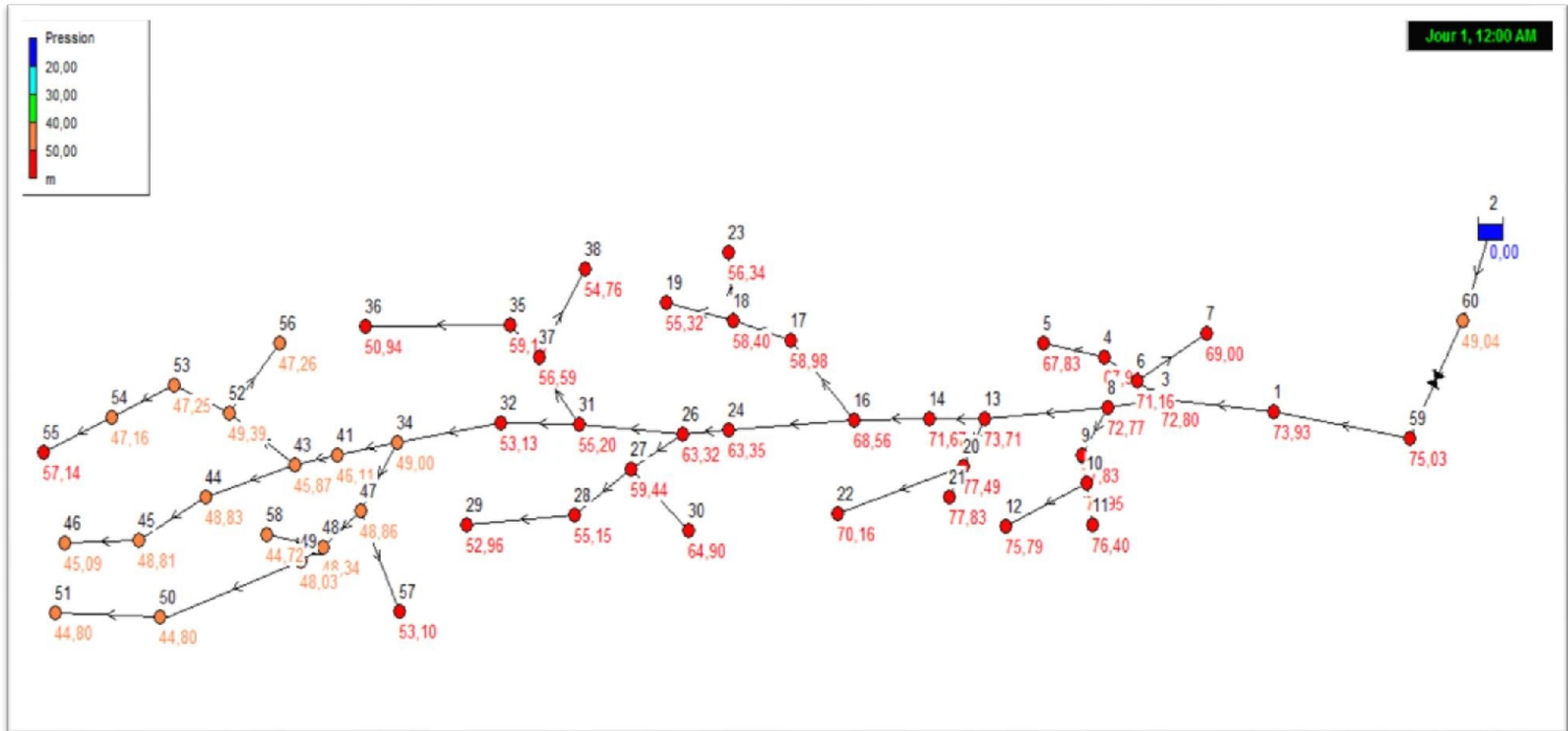
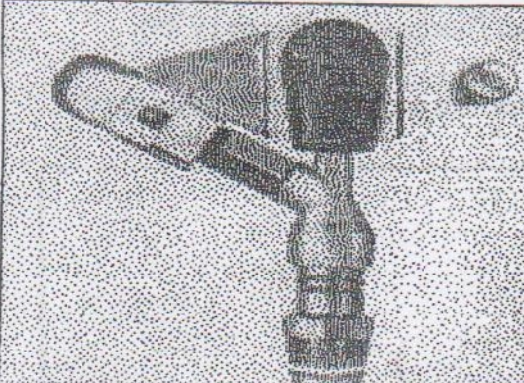


Figure annexe 5 : les pressions des nœuds (les bornes)



# Annexe 6



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

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

| Ø de la<br>buse<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 |       |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|---------------|-----------------|-------|---------------------------|-------|--------------------------------|-------|
|                       |                                 |             |               | □               | △     | □                         | △     | □                              | △     |
|                       |                                 |             |               | disp.           | disp. | disp.                     | disp. | disp.                          | disp. |
| 4,0                   | 2,5                             | 13          | 0,93          | 12/18           | 18/18 | 216                       | 324   | 4,3                            | 2,88  |
|                       | 3,0                             | 14,5        | 1,02          | 18/18           | 18/24 | 324                       | 432   | 3,16                           | 2,36  |
|                       | 3,5                             | 15,3        | 1,11          | 18/18           | 18/24 | 324                       | 432   | 3,42                           | 2,57  |
|                       | 4,0                             | 16          | 1,19          | 18/18           | 18/24 | 324                       | 432   | 3,71                           | 2,76  |
| 4,2                   | 2,5                             | 13,5        | 1,04          | 12/18           | 18/24 | 324                       | 432   | 4,8                            | 2,42  |
|                       | 3,0                             | 15          | 1,14          | 18/18           | 18/24 | 216                       | 432   | 3,52                           | 2,64  |
|                       | 3,5                             | 15,8        | 1,23          | 18/18           | 18/24 | 324                       | 432   | 3,8                            | 2,85  |
|                       | 4,0                             | 16,5        | 1,32          | 18/24           | 24/24 | 324                       | 576   | 3,06                           | 2,3   |
| 4,5                   | 2,5                             | 14          | 1,20          | 18/18           | 18/24 | 432                       | 432   | 3,71                           | 2,78  |
|                       | 3,0                             | 15,5        | 1,32          | 18/18           | 18/24 | 324                       | 432   | 4,07                           | 3,05  |
|                       | 3,5                             | 16,3        | 1,42          | 18/18           | 18/24 | 324                       | 432   | 4,38                           | 3,29  |
|                       | 4,0                             | 17          | 1,52          | 18/24           | 24/24 | 324                       | 576   | 3,52                           | 2,64  |
| 4,8                   | 2,5                             | 14,5        | 1,38          | 18/18           | 18/24 | 432                       | 432   | 4,27                           | 3,2   |
|                       | 3,0                             | 16          | 1,51          | 18/18           | 18/24 | 324                       | 432   | 4,66                           | 3,5   |
|                       | 3,5                             | 16,5        | 1,63          | 18/24           | 24/24 | 324                       | 576   | 3,78                           | 2,82  |
|                       | 4,0                             | 17          | 1,75          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 4,05                           | 3,04  |
| 5,0                   | 2,5                             | 14,5        | 1,48          | 18/18           | 18/24 | 432                       | 432   | 4,57                           | 3,43  |
|                       | 3,0                             | 16,5        | 1,63          | 18/18           | 18/24 | 432                       | 432   | 5,04                           | 3,77  |
|                       | 3,5                             | 17          | 1,76          | 18/24           | 24/24 | 324                       | 576   | 4,08                           | 3,05  |
|                       | 4,0                             | 17,5        | 1,88          | 18/24           | 24/24 | 324                       | 576   | 4,35                           | 3,26  |
| 5,5                   | 2,5                             | 15,2        | 1,82          | 18/18           | 18/24 | 432                       | 432   | 5,62                           | 4,22  |
|                       | 3,0                             | 17          | 1,99          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 4,61                           | 3,45  |
|                       | 3,5                             | 17,5        | 2,14          | 18/24           | 24/24 | 324                       | 576   | 4,95                           | 3,71  |
|                       | 4,0                             | 18          | 2,29          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 5,31                           | 3,98  |
| 6,0                   | 2,5                             | 16,2        | 2,16          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 5,00                           | 3,75  |
|                       | 3,0                             | 17,5        | 2,37          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 5,50                           | 4,12  |
|                       | 3,5                             | 18          | 2,56          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 5,92                           | 4,43  |
|                       | 4,0                             | 18,5        | 2,74          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 6,35                           | 4,76  |
| 7,0                   | 2,5                             | 17,5        | 2,96          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 6,9                            | 5,1   |
|                       | 3,0                             | 18,0        | 3,22          | 18/24           | 24/24 | 432                       | 576   | 7,5                            | 5,6   |
|                       | 3,5                             | 18,5        | 3,48          | 24/24           | 24/24 | 576                       | 576   | 6,0                            | 6,0   |
|                       | 4,0                             | 19,0        | 3,73          | 24/24           | 24/30 | 576                       | 720   | 6,5                            | 6,2   |

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

# Annexe 7

## CALCUL ECONOMIQUE DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT SP-Bassin

### El Esnam (BOUIRA)

| Diamètre (mm) | Vitesse (m/s) |      |
|---------------|---------------|------|
|               | Min           | Max  |
| 100           | 0,25          | 1,39 |
| 150           | 0,25          | 1,47 |
| 200           | 0,35          | 1,59 |
| 250           | 0,35          | 1,65 |
| 300           | 0,35          | 1,70 |
| 400           | 0,36          | 1,91 |
| 500           | 0,39          | 2,00 |
| 600           | 0,39          | 2,00 |
| 700           | 0,39          | 2,00 |
| 800           | 0,42          | 2,00 |
| 900           | 0,44          | 2,00 |
| 1000          | 0,47          | 2,00 |
| 1100          | 0,47          | 2,00 |
| 1200          | 0,47          | 2,00 |
| 1250          | 0,47          | 2,00 |
| 1500          | 0,50          | 2,00 |
| 2000          | 0,50          | 2,00 |

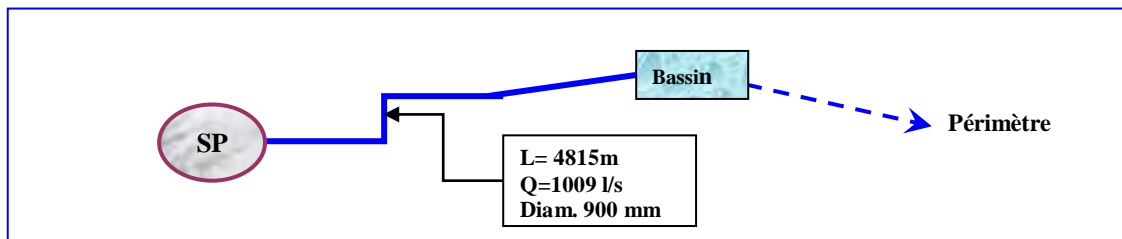
### Calcul des vitesses :

| Débit l/s | Diamètre (mm) |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|           | 100           | 150    | 200   | 250   | 300   | 400   | 500  | 600  | 700  | 800  | 900  | 1000 | 1100 | 1200 | 1250 | 1500 | 2000 |
| 1009      | 235,00        | 104,44 | 58,75 | 37,60 | 26,11 | 14,69 | 9,40 | 6,53 | 4,80 | 3,67 | 2,90 | 2,35 | 1,94 | 1,63 | 1,50 | 1,04 | 0,59 |

Choix des diamètres de comparaison :

- D1 = 700 mm
- D2 = 800 mm
- D3 = 900 mm
- D4 = 1000 mm
- D5 = 1100 mm
- K = 0,5
- L = 4815m
- Hgéo = 75.30 m

| DEBIT | DIAM | Hm  | PUISS | LONG | PRIX  | COUT D'INVESTISSEMENT |              |       |        | CHARGE D'EXPLOITATION           |              |       |       | ACTUALISATION 10 %              |               |       | ACTUALISATION 8 %               |               |       |
|-------|------|-----|-------|------|-------|-----------------------|--------------|-------|--------|---------------------------------|--------------|-------|-------|---------------------------------|---------------|-------|---------------------------------|---------------|-------|
|       |      |     |       |      |       | ST.POMP. (KDA)        |              |       |        | CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA) |              |       |       | CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA) |               |       | CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA) |               |       |
|       |      |     |       |      |       | CONDUIT               | GENI E CIVIL | EQUIP | TOTAL  | CONDUIT                         | GENI E CIVIL | EQUIP | TOTAL | CONDUIT                         | STATION POMP. | TOTAL | CONDUIT                         | STATION POMP. | TOTAL |
| l/s   | mm   | m   | Kw    | m    | DA/ML | KDA                   | KDA          | KDA   | KDA    | KDA                             | KDA          | KDA   | KDA   | KDA                             | KDA           | KDA   | KDA                             | KDA           |       |
| 1009  | 700  | 123 | 1618  | 4815 | 25039 | 120563                | 2450         | 253   | 123266 | 4943                            | 29           | 20    | 4993  | 19031                           | 554           | 19584 | 16114                           | 497           | 16611 |
|       | 800  | 99  | 1303  | 4815 | 26187 | 126090                | 2397         | 175   | 128663 | 5170                            | 29           | 14    | 5212  | 19903                           | 477           | 20381 | 16853                           | 428           | 17281 |
|       | 900  | 88  | 1159  | 4815 | 27553 | 132668                | 2380         | 148   | 135195 | 5439                            | 29           | 12    | 5480  | 20942                           | 451           | 21393 | 17732                           | 405           | 18137 |
|       | 1000 | 83  | 1087  | 4815 | 30223 | 145524                | 2340         | 136   | 148000 | 5966                            | 28           | 11    | 6005  | 22971                           | 435           | 23406 | 19451                           | 390           | 19841 |
|       | 1100 | 80  | 1048  | 4815 | 30047 | 144675                | 2323         | 130   | 147129 | 5932                            | 28           | 10    | 5970  | 22837                           | 427           | 23265 | 19337                           | 383           | 19721 |





**CALCUL ECONOMIQUE DE LA CONDUITE GRAVITAIRE Bassin-périmètre**

**El Esnam (BOUIRA)**

**Calcul des vitesses :**

| Débit<br>l/s | Diamètre (mm) |        |        |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
|--------------|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
|              | 100           | 150    | 200    | 250   | 300   | 400   | 500   | 600   | 700   | 800  | 900  | 1250 | 1500 | 2000 |
| 4053,05      | 516,05        | 229,36 | 129,01 | 82,57 | 57,34 | 32,25 | 20,64 | 14,33 | 10,53 | 8,06 | 6,37 | 3,30 | 2,29 | 1,29 |

Choix des diamètres de comparaison :

- D1 = 1100 mm
- D2 = 1200 mm
- D3 = 1250 mm
- D4 = 1500 mm
- D5 = 2000 mm
- K = 0,5
- L = 2870m

| Diamètre<br>(mm) | Vitesse (m/s) |      |
|------------------|---------------|------|
|                  | Min           | Max  |
| 100              | 0,25          | 1,39 |
| 150              | 0,25          | 1,47 |
| 200              | 0,35          | 1,59 |
| 250              | 0,35          | 1,65 |
| 300              | 0,35          | 1,70 |
| 400              | 0,36          | 1,91 |
| 500              | 0,39          | 2,00 |
| 600              | 0,39          | 2,00 |
| 700              | 0,39          | 2,00 |
| 800              | 0,42          | 2,00 |
| 900              | 0,44          | 2,00 |
| 1000             | 0,47          | 2,00 |
| 1100             | 0,47          | 2,00 |
| 1200             | 0,47          | 2,00 |
| 1250             | 0,47          | 2,00 |
| 1500             | 0,50          | 2,00 |
| 2000             | 0,50          | 2,00 |

| DEBIT | DIM.<br>Ø   | v           | LONG.       | PRIX         | COÛT D'INVESTISSEMENT | CHARGE D'EXPLOITATION              | TOTAL           | ACTUALISATION 10 %              | ACTUALISATION 8 % |
|-------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------|
|       |             |             |             |              | KDA                   | CHARGES ANNUELLES<br>TOTALES (KDA) |                 | CHARGES ANNUELLES TOTALES (KDA) |                   |
|       |             |             |             |              | CONDUITE              | CONDUITE                           |                 | CONDUITE                        | CONDUITE          |
| l/s   | mm          | m/s         | m           | DA/ML        | KDA                   | KDA                                | KDA             | KDA                             | KDA               |
| 1000  | 1100        | 0,91        | 2870        | 30047        | 86234316              | 3535607                            | 89769923        | 13612087                        | 11526079          |
|       | 1200        | 0,83        | 2870        | 31424        | 90188028              | 3697709                            | 93885737        | 14236180                        | 12054532          |
|       | <b>1250</b> | <b>0,80</b> | <b>2870</b> | <b>33064</b> | <b>94892532</b>       | <b>3890594</b>                     | <b>98783126</b> | <b>14978786</b>                 | <b>12683336</b>   |
|       | 1500        | 0,67        | 2870        | 36268        | 104088012             | 4267608                            | 108355620       | 16430293                        | 13912404          |
|       | 2000        | 0,50        | 2870        | 58645        | 168311724             | 6900781                            | 175212505       | 26568006                        | 22496545          |

