



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**Aménagement hydroagricole du périmètre d'El Eulma (1160ha)
secteur 4 à partir du Barrage Draa Diss avec (W.Setif)**

Présenté par :

OUIR Fatma Zohra

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MEDDI Mohamed	Professeur	Président
BENKACI TARIK	M.C.B	Examineur
AZIEZ Ouahiba	M.C.B	Examinatrice
MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examinatrice
AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Promoteur

Remerciement

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Avant tout propos, nous remercions « Dieu » le tout puissant qui nous a donné la sagesse et le courage pour faire correctement ce modeste travail.

Il m'est agréable d'exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à **Mr AMMARI Abd Elhadi** pour m'avoir encadré. Je lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux conseils qui m'ont guidé dans la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Mes remerciements vont également à monsieur **MOULOUD Nouredine** chef service département étude et suivi de AMENHYD SPA pour avoir mis à ma disposition toutes les données nécessaires utilisées dans cette étude et **MERZOUG Abdelkader** pour son accueil.

Puis, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à Madame **AZIEZ Ouahiba** pour leur aide et leur conseil.

Ainsi que toutes mes gratitudes à l'ensemble des enseignants de l'ENSH qui m'ont éclairé, orienté et aidé durant toute ma formation.

Enfin, un vif remerciement pour toutes les personnes ayant idées de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire et dont le nom n'a pas été cité, qu'ils ne nous en tiennent pas rigueur.

Je remercie également les membres du jury qui me feront l'honneur d'évaluer et d'apprécier mon travail.

OUIR FATMA ZOHRA

Dédicace :

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail, comme un geste de gratitude ; A celle qui m'a enfanté dans la douleur et la joie, Mon symbole d'amour :

En premier lieu :

- ❖ À ma très chère mère à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien matériel et moral et me voir ainsi arriver à ce que je suis devenu aujourd'hui.
- ❖ À mon très cher père **YOUCEF**, pour ces conseils, son soutien matériel et moral et pour tous ses efforts et les faveurs qu'il m'a accordé et qui m'ont donné la volonté de réaliser et de finir ce travail.
- ❖ À ma grande mère qui nous a quitté **BOUZOUIDJA Fatiha** dieu l'accueil dans son vaste paradis.
- ❖ À mes sœurs **HIDAYET, RIHAB et RYM**.
- ❖ À tous mes amis et une grande dédicace pour **KENZA MOHAMED OUSSAID, MAROUA SOUICI, RANIA AMROUCHE et WISSEM BOUATTOU**.

OUIR FATMA ZOHRA

ملخص:

يهدف العمل المقدم في إطار مذكرة نهاية الدراسة إلى تصميم شبكة متكاملة لسقي محيط الري العلية التي تتربع على مساحة 1160ha و يهدف الى سقي منتوجات زراعية مختلفة من أشجار مثمرة ، خضروات و بقوليات ,قمنا بتصميم قناة توصيل المياه، خزان وكذا شبكة السقي. ثم اختيار الفولاذ لقناة التوصيل بإعتبار عدة عوامل تقنية واقتصادية وباعتبار نفس العوامل تم إختيار البولي ايثيلين (PEHD) للشبكة.

كلمات المفتاحية: السقي، المحاصيل الزراعية، شبكة السقي.

Résume :

Ce mémoire de fin étude concerne le dimensionnement d'un système d'irrigation du périmètre d'El Eulma qui s'étend sur 1160 hectares d'une diversité de cultures ; arboriculture, culture maraichère et céréales.

Le dimensionnement a commencé par le réservoir de stockage de l'eau en provenance du barrage DRAA DISS de la conduite d'adduction vers le réseau de distribution. Le matériau choisi est le PEHD vue les divers avantages qu'il présente. Après l'estimation des besoins des cultures, la simulation hydraulique nous permis de déterminer les différents diamètres tout en assurant des conditions techniques adéquates de fonctionnement (pression et débit).

Mots clés : irrigation, cultures agricoles, réseau d'irrigation.

Abstract :

The present project concerns the design of an irrigation system for El Eulma perimeter, which covers a total of 1160 hectares of a variety of crops; arboriculture, market gardening, and cereals.

The design began with the water storage reservoir storing the water coming from the DRAA DISS dam and the water supply pipe to the distribution network. The material chosen is HDPE because of its various advantages. After estimating the crops needs, the hydraulic simulation allowed us to determine the different diameters while ensuring adequate technical operating conditions (pressure and flow).

Key Words: Irrigation, Agricultural crops, Irrigation Network.

Table des matières

Liste des figures	10
Liste des tableaux.....	12
Introduction générale	14
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	15
<i>I -Introduction</i>	<i>16</i>
<i>I -1 Localisation de la zone d'étude</i>	<i>16</i>
<i>I -1-1 Situation géographique</i>	<i>16</i>
<i>I -2 Infrastructures routières et ferroviaires</i>	<i>18</i>
<i>I -3 Réseau hydrographique</i>	<i>18</i>
<i>I -3-1 Zone de Mezloug.....</i>	<i>18</i>
<i>I -3-2 Zone intermédiaire.....</i>	<i>18</i>
<i>I -3-3 Zone d'Ain Taghrout</i>	<i>19</i>
<i>I -4 Géologie.....</i>	<i>19</i>
<i>I -4-1 Le plateau Sétifien</i>	<i>19</i>
<i>I -4-2 Quaternaire</i>	<i>19</i>
<i>I -4-3 Mio-Pliocen</i>	<i>19</i>
<i>I -5 Relief.....</i>	<i>20</i>
<i>I -5-1 Zones montagneuses</i>	<i>20</i>
<i>I -5-2 Zone des hautes plaines</i>	<i>20</i>
<i>I -5-3 La frange semi-aride.....</i>	<i>20</i>
<i>I -6 Drainage</i>	<i>20</i>
<i>I -7 Caractéristiques climatiques</i>	<i>21</i>
<i>I -7-1 Précipitations</i>	<i>21</i>
<i>I -7-2 Température.....</i>	<i>21</i>
<i>I -7-3 L'Humidité relative</i>	<i>22</i>
<i>I -7-4 Les vents</i>	<i>23</i>
<i>I -7-5 Le sirocco</i>	<i>23</i>
<i>I -7-6 La gelée.....</i>	<i>23</i>
<i>I -7-7 Neige</i>	<i>24</i>
<i>I -7-8 Durée D'insolation</i>	<i>24</i>
<i>I -8 Classement du climat</i>	<i>24</i>
<i>I -8-1 Classification du Climat selon l'indice de De Martone</i>	<i>24</i>
<i>I -8-2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger</i>	<i>25</i>
<i>I -8-3 Diagramme ombre-thermique de Gaussen</i>	<i>27</i>
<i>I -9 Analyse foncière</i>	<i>27</i>
<i>Conclusion.....</i>	<i>28</i>
Chapitre II : Sols et eaux	30
<i>II – Introduction</i>	<i>30</i>
<i>Partie 1 : pédologie.....</i>	<i>30</i>
<i>II -1 Classification des sols</i>	<i>30</i>
<i>II -2 Caractéristiques morphologiques et analyse des sols</i>	<i>30</i>
<i>II -2-1 Les sols peu évolués</i>	<i>30</i>
<i>II -2-2 Les sols calcimagnésiques carbonatés</i>	<i>30</i>
<i>II -2-3 Les sols à sesquioxydes de fer</i>	<i>31</i>
<i>II -2-4 Les sols halomorphes</i>	<i>31</i>
<i>II -3 Caractéristiques morphologiques et analytiques des sols</i>	<i>29</i>
<i>II -3 -1 Densité apparente, densité réelle et porosité des sols</i>	<i>29</i>
<i>II -4 Propriétés hydrodynamiques des sols.....</i>	<i>29</i>
<i>II -5 Les zones homogènes.....</i>	<i>29</i>
<i>II -6 Détermination des classes d'aptitudes des sols en irrigué</i>	<i>31</i>

II -7 Aptitudes culturales en irriguée	32
II -7-1 Aptitudes des sols aux cultures pour arboricultures	32
II -7-2 Aptitudes des sols aux cultures industrielles	33
II -7-3 Aptitude des sols aux cultures céréalières et fourragères	33
II -7-4 Aptitude des sols aux cultures maraichères.....	33
II -8 Les contraintes édaphiques de mise en valeur.....	33
II -8-1 Contraintes morphologiques	33
II -8-2 Contraintes physico-chimiques	34
II -9 Etude foncière.....	34
Partie 2 : les ressource en eaux.....	35
II-10 Situation géographique	35
II -10-1 Hydrographie	35
II -10-2Etiages.....	35
II -11 Les retenues et stations hydroélectriques	36
II -11-1 Draa Diss	36
II -11-2 Description de l'ouvrage projeté	36
II -11-3 Capacités utiles des retenues.....	37
II -12 Connaissance et analyse des modes de gestion actuels des barrages.....	37
II -12-1 La gestion avant le transfert Est	37
II -12-2 La gestion avec le transfert Est	38
II -13 Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage	38
II -13-1 Classification des eaux pour l'irrigation.....	38
II -13-2Classification américaine	38
II -13-3 Composition chimique de l'eau d'irrigation.....	39
Conclusion	41
Chapitre III : Calculs hydrologiques	43
III -Introduction	43
III-1 La série des données pluviométriques	43
III-2 L'extension de la série	45
III -2-1 Homogénéisation des données	46
III -2-1-1 La série de référence	46
III -2-1-2 La série de Bir El Arch	48
III -2-2 Extension de la série	50
III -2-3 Coefficient de corrélation	51
III -3 Etude des précipitations moyennes	52
III -3-1 Caractéristiques empiriques de la série	52
III -3-2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GAUSS :	53
III-4 Détermination de l'année de calcul	56
Conclusion	57
Chapitre IV : Besoins en eau des cultures.....	63
IV -1 Occupation culturelle prévues	63
IV -1-1 Situation actuelle.....	63
IV -1-2 Occupation prévue.....	63
IV-3 Besoins en eau du périmètre	68
IV -3-1 L'évapotranspiration	68
IV-3-1-1 L'évapotranspiration de référence (ET ₀)	68
IV-3-1-2 L'évapotranspiration Maximale (ET _M) ou Besoins en eau des cultures (ET _c)	68
IV-3-2Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence (ETP ou ET ₀).....	68
IV -4 Calcul de la pluie efficace.....	70
IV-5Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	71
IV-6Estimation des besoins en eau des cultures	72

IV-7 Calcul des besoins en eau	83
IV-7-2Loi de débit	84
IV-7-3Calcul du débit caractéristique.....	85
IV-8 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre.....	85
Conclusion.....	87
Chapitre V : Adduction	88
V-1 Introduction	89
V-2 Organisation et structure du périmètre	89
V-2-1Adduction	92
V-2-2Modalités de distribution	92
V-3 Organisation et structure du périmètre	93
V-3-1 Ilots et bornes d'irrigation	93
V-3-2Rôle et fonction de la borne d'irrigation	93
V-3-3 Calcul hydraulique aux bornes	93
V-3-4 Choix du diamètre et du type des bornes	94
V-4Description de l'aménagement du périmètre	96
V-4-1 Schéma d'adduction	96
V-4-2Schéma de distribution :(conduites secondaires et tertiaires)	97
V-4-3Dimensionnement du réservoir de distribution.....	97
V-5 Dimensionnement du réseau de distribution.....	97
• Le calcul du diamètre	98
• Calcul des pertes de charges	98
• Calcul des Pressions.....	98
V-6 Choix du matériau des conduites.....	98
V-6-1 Caractéristiques des canalisations.....	99
V-6-2 Choix du matériau	99
V-7 Points spéciaux d'une conduite.....	99
V-8 Equipement hydromécaniques :	99
Chapitre VI : Techniques d'irrigation et stockage.....	105
VI -Introduction	105
VI-1 Trame du réseau	105
VI-2 Classification du système	107
VI-2-1 Pression de fonctionnement.....	107
VI-2-2 Méthode de distribution de l'eau	107
VI-2-3 Type d'installation.....	107
VI-3 Les équipements aux parcelles	107
VI.4Le matériel d'injection pour l'irrigation fertilisante	108
VI.5Les filtre	109
VI-6Les distributeurs d'eaux	111
VI-7Les dispositifs d'automatisations.....	111
VI-8Les instruments de mesure	111
VI-9Les systèmes d'exhaure (pompage)	112
VI-10 Choix des techniques d'irrigations	112
VI-10-1 Irrigation de surface	113
VI-10-1-1 L'irrigation par ruissellement	113
VI-10-1-2 L'arrosage par infiltration (à la raie)	113
VI-10-1-3 L'arrosage par submersion	113
VI-10-1-4 Avantages et inconvénients des techniques d'irrigation de surface.....	114
VI-10-2 irrigation par aspersion	114
VI-10-2-1 Par asperseur	114
VI-10-2-2 Les avantages et les inconvénients de l'aspersion	115

VI -10-2-3 Irrigation par pivot	116
VI -10-2-4 Les avantages et les inconvénients du pivot	116
VI -10-3 Irrigation localisée (goutte à goutte)	117
VI -10-3-1 Avantages et inconvénients spécifiques de l'irrigation localisée.....	117
VI -10-4 Irrigation souterrain	118
VI -10-4-1 Avantages et inconvénients de l'irrigation souterraine par drainsenterrés	118
VI -11 Composition d'une installation goutte à goutte et une installation en aspersion	119
VI -12 Ouvrages de stockages	120
VI -12-1 Hygiène et sécurité	121
VI -12-2 L'entretien de réservoir	121
VI -12-3 Désinfection de réservoir	122
VI -12-4 Temps de séjour (durée de stockage)	122
Conclusion	122
Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle	123
Introduction :.....	124
VII.1) Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte	124
VII.1.1) Données générales	124
VII.1.2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	125
VII.1.3) Calculs hydraulique	127
VII.1.4) Dimensionnement des canalisations du réseau.....	129
VII.1.5) Vérification des pertes de charges	130
VII.1.6) Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge	130
VII.1.7) Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge	131
VII.1.8) Calcul du diamètre de la conduite tertiaire	131
VII.1.9) La pression d'eau a la borne de distribution	131
VII.2) pivot	132
VII.2.2) Dimensionnement d'un pivot	133
VII.2.2.1- Données générales	133
VII.2.2.2) Besoins d'irrigation des cultures	134
VII.2.2.3) Calculs hydraulique	135
Chapitre VIII : Management du projet	140
VIII- Introduction	141
VIII .1 Les différents travaux à entreprendre.....	141
VIII .2 Remblaiement des tranchées	141
VIII -3 Choix des engins.....	142
VIII-4Volume de terrassement	143
VIII -5 Evaluation du cout de projet.....	144
VIII-6 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de la distribution.....	145
VIII-6-1 Calcul du volume de déblai	145
VIII-6-2 Calcul du volume du lit de sable.....	145
VIII-6-3 Volume du décapage de la couche végétale	145
VIII-6-4 Volume occupé par les conduites	145
VIII-6-5 Volume du remblai de protection :.....	145
VIII-6-6Volume d'excédentaire:.....	145
VIII -8 Cout total des travaux publics sur réseau d'irrigation	149
VIII -8-1 Estimation du cout de pose de canalisation	149
VIII -8-2. Estimation du cout du réseau d'irrigation	149
VIII-8-3Devis estimatif du projet	150
VIII -9 Planification des travaux:	150
VIII -9-1 Techniques de la planification :.....	150
VIII-9-2Définition du réseau.....	151

VIII.9.2.1 Construction du réseau	151
VIII.9.2.2 Méthode C.P.M (méthode du chemin critique)	151
VIII .9.3 Les étapes de la planification	152
VIII.9.4. Définitions des tâches et leurs durées	153
Conclusion	158
Conclusion générale	159
Annexe	160
Les références bibliographiques	165

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I -1 : Situation de la wilaya de Sétif	15
Figure I -2 : Image satellitaire non traitée de la localisation de périmètre	16
Figure I -3 : Localisation de la zone d'étude	17
Figure I -4 : Répartition mensuelle de la température	21
Figure I -5 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER	25
Figure I- 6 : Climo-gramme pluviométrique de Gausсен.....	26

Chapitre II : sols et eaux

Figure II- 1 : Carte représentatif de classification du sol	30
Figure II- 2: Réseau hydrographique de la région de Sétif	35
Figure II- 3: Barrage de draa diss	36
Figure II- 4: Présentation de système de transfert Est du projet (FERTOUDJ, 2011).....	37
Figure II- 5 :Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation.....	40

Chapitre III: Calculs hydrologiques

Figure III- 1: Double Cumul.....	51
Figure III- 3: Ajustement graphique à la loi de Gauss.....	56

Chapitre IV : Besoin en eaux des cultures

Figure IV- 1: Planning d'irrigation.....	81
Figure IV- 2: Histogramme des besoins total	82
Figure IV- 3: Représentation graphique de la loi de débit.....	84

Chapitre V: Adduction

Figure V- 1 : Schéma de la variante du système d'alimentation	89
Figure V- 2 : Présentation du périmètre d'EL EULMA et ses secteurs d'irrigation	91
Figure V- 3 : Schéma d'adduction.....	92
Figure V- 4 : Image satellitaire non traitée de la localisation de périmètre et conduite d'adduction	97

Chapitre VI : Technique d'irrigation et Stockage

Figure VI- 1: Schéma d'une trace du réseau.....	106
Figure VI- 2: Filtre à gravier.....	109
Figure VI- 3: Filtre à tamis.	109
Figure VI- 4: Filtre à disque	110
Figure VI- 5: Filtre à disque	110
Figure VI- 6: Distributeurs d'eau.....	111
Figure VI- 7: Capteur d'humidité.....	112
Figure VI- 8: Irrigation par ruissellement.....	113
Figure VI- 9: Irrigation a la raie.....	113
Figure VI- 10: Irrigation par submersion.....	114
Figure VI- 11: Irrigation par aspersion	115
Figure VI- 12: Irrigation par pivot.....	116
Figure VI- 13: Irrigation en goutte à goutte.....	117
Figure VI- 14: Irrigation souterrain	118
Figure VI- 15: Schéma général d'un réseau d'irrigation sous pression	119
Figure VI- 16: Partie essentielle d'une installation en aspersion	120
Figure VI- 17: Partie essentielle d'une installation localisée	120
Figure VI- 18: Bassin d'irrigation en géo membrane	121
Figure VI- 19: Réservoir cuve et citerne souple pour l'eau brute	121

Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

Figure VII- 1: Pivot frontale avec canal	134
Figure VII- 2: Pivot avec conduite sous pression.....	134
Figure VII- 3: Tableau des performances des pivots de la société Anabib	139
Figure VII- 4: Dimensions réelles de l'appareil étudié	140

Chapitre VIII : Management du projet

Figure VIII- 1: Schéma d'une tranchée	144
Figure VIII- 2: Réseau à nœuds.....	156
Figure VIII- 3: Diagramme de GANTT.	157

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I -1: Répartition mensuelle des pluies de la station de Sétif	20
Tableau I -2: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en C°	21
Tableau I -3: Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en % (Sétif)	22
Tableau I -4: Distribution fréquentielle du vent	22
Tableau I -5: Nombre moyen mensuel des jours du sirocco	22
Tableau I -6: Nombre moyen mensuel de jours de gèle	23
Tableau I -7: Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale (en heure).....	23
Tableau I -6 : Classification de climats selon MARTON.....	24
Tableau I -6: Nombre et taille moyenne des parcelles de l'aire d'étude.....	27

Chapitre II : sols et eaux

Tableau II- 1: Répartition des sols selon la classe et le groupe dans la zone d'étude	27
Tableau II- 2: Résultats analytiques des Analyses précédemment faites au niveau des différents sols.	28
Tableau II- 3: Propriétés hydrodynamiques des sols	29
Tableau II- 4: Distribution du foncier à la zone d'étude	30
Tableau II- 5: Les valeurs de PH	32
Tableau II- 6: Aptitudes culturales pour espèces arboricoles	32
Tableau II- 7: Cultures industrielles	33
Tableau II- 8: Numération des cultures céréalières et fourragères.....	33
Tableau II- 9: Numérotation des cultures maraichères	33
Tableau II- 10: Distribution du foncier de la zone d'étude par classes.	34
Tableau II- 11: Capacités utiles des retenues.....	37
Tableau II- 12: Fiche synoptique du réservoir de barrage de draa diss.....	38
Tableau II- 13: Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique	39
Tableau II- 14 : Composition chimique de l'eau du barrage	40

Chapitre III: Calculs hydrologiques

Tableau III- 1: Identification de la station pluviométrique de Bir El Arch	43
Tableau III- 2: Série pluviométrique Bir El Arch 1980-2011.....	44
Tableau III- 3: Données pluviométriques des deux stations Bir El Arch et Aéroport.	45
Tableau III- 4: Résultats du test de la médiane.....	46
Tableau III- 5 : Calcul des paramètres du test de la médiane.....	47
Tableau III- 6 : Résultats du test de la médiane.....	48
Tableau III- 7 : Calcul des paramètres du test de la médiane.....	49
Tableau III- 8 : Extension de la série des pluies annuelles de Bir El Arch.....	52
Tableau III- 9 : Caractéristiques de la série pluviométriques après l'extension.	52
Tableau III- 10 : Variable réduite de Gauss.....	55
Tableau III- 11 : Résultat de l'ajustement à la loi de gauss (Hyfran)	56
Tableau III- 12 : Résultat du test de Pearson χ^2	58
Tableau III- 13 : Année de calcul.....	59

Chapitre IV : Besoin en eaux des cultures

Tableau IV- 1: Occupation agricole actuelle	63
Tableau IV- 2: Gamme des cultures proposées pour la zone d'étude	64
Tableau IV- 3: Assolement 1 - Purement maraîcher plein champ.....	65
Tableau IV- 4: Assolement 2 : Association de Maraîcher avec l'arboriculture ou la vigne	66
Tableau IV- 5: Assolement 3 : Céréales et fourrages	66
Tableau IV- 6: Calendrier d'occupation des sols pour les cycles cultureux.....	67

Tableau IV- 7: Calcul de l'évapotranspiration	70
Tableau IV- 8: Estimation des besoins en eau du blé	72
Tableau IV- 9: Estimation des besoins en eau de l'orge en vert.....	72
Tableau IV- 10: Estimation des besoins en eau de luzerne	73
Tableau IV- 11: Estimation des besoins en eau de haricot.....	73
Tableau IV- 12: Estimation des besoins en eau du concombre	74
Tableau IV- 13: Estimation des besoins en eau de l'oignon et de l'ail l'oignon	74
Tableau IV- 14: Estimation des besoins en eau de la tomate.....	75
Tableau IV- 15: Estimation des besoins en eau de la pomme de terre.....	75
Tableau IV- 16: Estimation des besoins en eau des choux.	76
Tableau IV- 17: Estimation des besoins en eau des carottes.....	76
Tableau IV- 18: Estimation des besoins en eau de poirier	77
Tableau IV- 19: Estimation des besoins en eau du pêcher.....	77
Tableau IV- 20: Estimation des besoins en eau du pommier	78
Tableau IV- 21: Récapitulatif des besoins en eau des cultures	79
Tableau IV- 22: Besoin d'irrigation en plan cultural	80
Tableau IV- 23: Besoins max pour chaque mois	82
Tableau IV- 24: Débit caractéristique calculé par la loi de débits	85
Tableau IV- 25: Besoins totaux du périmètre	86

Chapitre V: Adduction

Tableau V- 1: Type de bornes en fonction de superficie des ilots	94
Tableau V- 2: Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.	95
Tableau V- 3: Suit de tableau.	96
Tableau V- 4: Résultats de calcul de dimensionnement de la conduit d'adduction (vitesse, perte de charge et pressions).....	100
Tableau V- 5: Suit de tableau.....	101
Tableau V- 6: Suit de tableau	102

Chapitre VI : Technique d'irrigation et Stockage

Tableau VI- 1: Eléments constitutifs des réseaux.....	108
---	-----

Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

Tableau VII- 1: Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.....	132
Tableau VII- 2: Tableau récapitulatif	133
Tableau VII- 3: Calcul des pertes de charges pour le pivot.....	138
Tableau VII- 4: Résultats des calculs de la structure des pivots.....	139
Tableau VII- 5: Caractéristiques techniques système pivot ANABIB 160EL.....	139

Chapitre VIII : Management du projet

Tableau VIII- 1: Coefficients de foisonnement pour différente nature de sol	147
Tableau VIII- 2: Calcul des différents volumes.....	148
Tableau VIII- 3: Estimation du cout de pose de la conduite d'adduction	149
Tableau VIII- 4: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution	149
Tableau VIII- 5: Factures préformas des pièces du réseau d'irrigation a la parcelle	150
Tableau VIII- 6: Symboles et les durées de différentes opérations.	153
Tableau VIII- 7: Opération précède et succède de chaque opération	154
Tableau VIII- 8: Détermination des délais.	154

Introduction générale

L'irrigation dans le monde n'intéresse que 273 millions d'hectares dans le monde s'éparpille très irrégulièrement sur tous les continents. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les pays qui irriguent le plus ne sont pas les pays au climat aride ou semi-aride. Dans ces régions, en effet, il ne peut y avoir de culture sans irrigation. Aussi, toutes les surfaces cultivées sont-elles irriguées. Mais, comme il ne peut y avoir d'irrigation sans eau, les surfaces cultivées demeurent réduites en superficie, limitées par la faiblesse des ressources en eau, et localisées là où ces ressources sont disponibles.

C'est le cas où la plupart des périmètres irrigués en Algérie sont confrontés aux problèmes de la rareté de l'eau d'irrigation qui diffèrent selon les régions bioclimatique et agro-pédologique, la dégradation avancée du sol suite à l'action conjuguée de l'irrigation non maîtrisée, la salinité des eaux, et la rareté des amendements organiques est remarquable

Les chutes des pluies minent les crues et provoquent des ruissellements en hiver qui remplissent les réservoirs (barrages) et les nappes souterraines pour alimenter les stations d'irrigation.

Aujourd'hui Les agriculteurs craignent une sécheresse qui pourrait compromettre leurs récoltes et la sécurité alimentaire du pays. Une situation qui peut entraîner des interruptions de l'approvisionnement des marchés de fruits et légumes, ce qui pourrait entraîner des pénuries de certains produits agricoles. De ce fait l'optimisation des besoins d'irrigation via des réseaux performants est primordiale pour protéger la ressource et garantir une certaine sécurité alimentaire. Dans ce contexte s'inscrit notre travail qui concerne l'étude de l'aménagement hydro-agricole du périmètre d'El Eulma (W. Sétif) d'une superficie de 1160ha Alimenter principalement à partir du barrage « Draa diss ».

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Chapitre I: Présentation de la zone d'étude

I -Introduction :

Lors de la réalisation d'un réseau d'irrigation, une étude détaillée des principaux facteurs climatiques et géographique est indispensable. Cette étude va nous permettre de caractériser la zone d'étude et nous aide à connaître la nature du climat de la zone.

Ce chapitre concerne une présentation globale du site d'étude, du point de vue géographique et conditions climatiques.

I -1 Localisation de la zone d'étude :

I -1-1 Situation géographique :

La wilaya de Sétif se situe à l'Est de l'Algérie à 300 km de la capitale Alger et à 100 km des côtes méditerranéennes sur les hauts plateaux avec une altitude entre 800 et 1000 mètres de hauteur. La wilaya de Sétif compte 60 communes regroupées autour de 20 daïras. S'étendant sur 6504 Km². La wilaya de Sétif est délimitée par :

- Bejaia et Jijel au Nord.
- Mila à l'Est.
- Batna et M'sila au Sud.
- Bordj Bou Arreridj à l'Ouest.

Cette situation confère à la ville de Sétif un climat continental avec un hiver très froid et un été très chaud. La région est connue par ses potentialités édaphiques particulièrement les hautes plaines Sétifiennes. Ces plaines qui englobent une surface de 28.228 hectares bruts sont étendues entre les wilayas de Sétif et de Bordj Bou Arreridj.

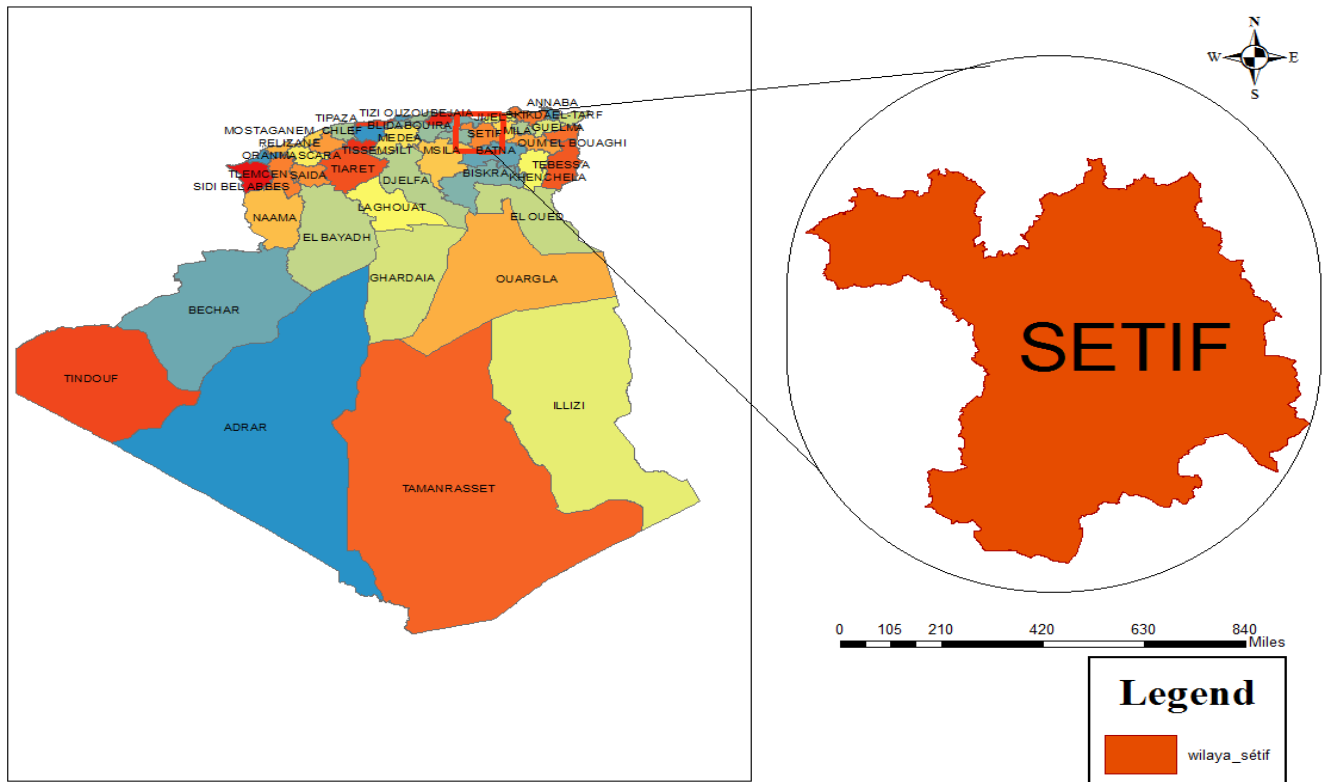


Figure I -1 : Situation de la wilaya de Sétif

La zone d'étude est située à environ 30 kilomètres à l'Est du chef-lieu de la wilaya de Sétif et occupe une superficie de 1160 ha.

Elle est limitée :

- ✓ Au Nord par les piémonts du Djebel Babor ;
- ✓ A l'Est par la localité Mechtet Bou Rhalleb ;
- ✓ Au sud, par la sebkha Bazer, les piedmonts du Djebel Braou et de Tnoutit ;
- ✓ A l'ouest par Bled Mahfoud.

Les exploitations du périmètre d'El Eulma ont pour limite Nord la commune de Guelta Zerka et pour limite Sud la commune de Bazer Sakra.

L'étude concerne le périmètre d'El Eulma situé dans la wilaya de Sétif avec les coordonnées DMS suivantes (latitude $36^{\circ} 8'44.56''N$ - longitude $5^{\circ}44'34.59''E$).



Figure I -2 : Photo satellitaire non traitée de la localisation de périmètre

Et ci-joint la carte représentative du périmètre d'el Eulma :

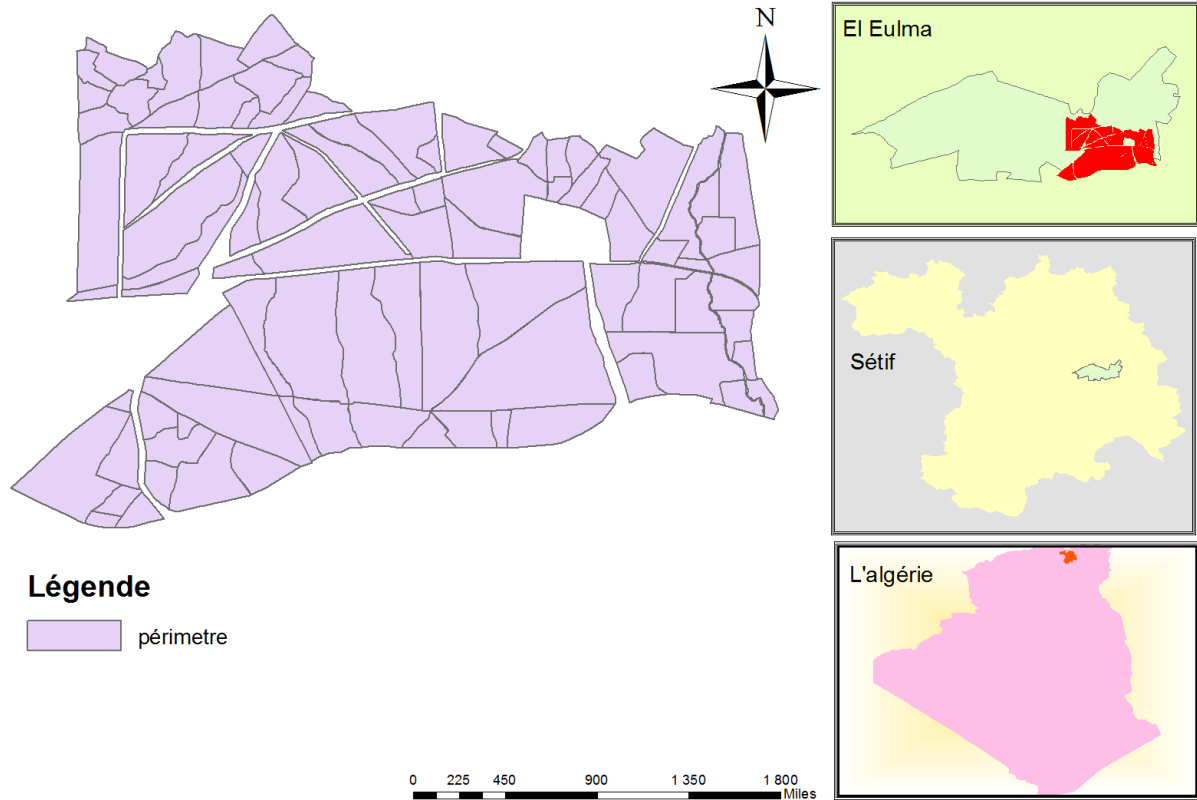


Figure I -3 : Localisation de la zone d'étude

I -2 Infrastructures routières et ferroviaires :

La zone de projet est bien desservie par l'infrastructure routière, tant dans le réseau primaire par 2 routes nationales (RN5 : Alger-Constantine ; RN77 : Batna-Jijel) que dans le réseau secondaire (3 chemins de wilaya : CW113, CW118, CW171) ; ainsi qu'un réseau dense de chemins communaux reliant toutes les agglomérations au réseau primaire et secondaire. Elle est également traversée par les lignes de chemins de fer Alger –Constantine. En matière de desserte agricole on notera l'existence d'un important réseau de pistes agricoles souvent en terre.

I -3 Réseau hydrographique :

La zone d'étude est traversée par un ensemble important d'oued, ses derniers déversent dans l'oued BouSalam. Les principaux oueds qui traversent la région étudiée et par zones sont les suivants :

I -3-1 Zone de Mezloug:

- ✓ Oued Bou Sellam
- ✓ Oued ben diab
- ✓ Oued guellal

I -3-2 Zone intermédiaire:

- ✓ Oued Bou Sellam .
- ✓ Oued Tixter

I -3-3 Zone d'Ain Taghrout :

- Oued Ain Taghrout
- Oued bir kasdali
- Oued ammari
- Oued sidi bouneb

I -4 Géologie:

Les plaines Sétifiennes sont principalement des formations quaternaires (quaternaire ancien, moyen et récent), cependant on rencontre aussi quelques formations du mi- pliocènes à l'Ouest de la zone d'étude.

I -4-1 Le plateau Sétifien :

C'est un plateau élevé, d'altitude moyenne est comprise entre 900 et 1000 mètres, limité au nord par la chaîne des Bibans, au sud par les montagnes du Hodna il représente un fond ancien d'un golf marin, et puis d'un lac large qui s'est ensuite retiré vers l'Est, il est constitué des sédiments du secondaire à faciès néritique (grès, dolomies, calcaires, marnes) sur lesquels sont venus se déposer des sédiments marins lagunaires, lacustres et tertiaires.

I -4-2 Quaternaire:✓ **Quaternaire ancien:**

Le mouloyen ; Le cadre géomorphologique est les glacis et eseulement Moulouyens, recouverts de leur énorme croûte calcaire rose saumon, affectés par les nombreux mouvements tectoniques qui se produisent à la fin du pluvial Moulouyens qui déterminent les traits principaux du relief.

✓ **Quaternaire moyen:**

L'amirien, C'est à partir des zones de faiblesse des glacis Moulouyens que les glacis et cone Amiriens ont pu se développer.

✓ **Quaternaire récent:**

Le tensiftien, Ce sont avec les dépôts Moulouyens, les dépôts les plus étendus.

I -4-3 Mio-Pliocène :

Les formations du Mio-Pliocène affleurent sur une grande surface, correspondent essentiellement à le sable, limons rougeâtres, cailloutis et conglomérats du Mio-pliocène continental. C'est une puissante accumulation de cailloutis et de limons rougeâtres argilo sableux ou marno-calcaires qui correspondent à des épandages fluviaux dans un bassin dépendu

- Le périmètre se situe au niveau de la zone géologique Quaternaire.

I-5 Relief

La wilaya de Sétif est appelée capitale des hauts plateaux, décomposé de 3 grandes zones:

- La zone montagneuse.
- Les hautes-Plaines.
- La frange semi-aride.

I -5-1 Zones montagneuses :

Constituée de trois (3) masses montagneuses :

- **Les monts de Babor** : Représentée par la chaîne des Babors qui s'étend sur une centaine de kilomètres couvrant pratiquement le Nord de la wilaya où se rencontrent des cimes élevées dont djebel Babor avec 2004 m d'altitude. C'est le domaine de la petite agriculture dominée par l'olivier et d'autres espèces rustiques (Mihi, 2012).
- **Les monts des Bibans** : dont l'extrémité orientale couvre le Nord-Ouest de la wilaya. - Les monts de Hodna : s'étalent sur le Sud et Sud-Ouest de la wilaya. L'altitude atteint 1890m à Djebel-Afgane.
- **La zone montagneuse du Djebel Boutaleb** est une zone au relief très escarpé, couverte par une végétation forestière dense. Cette zone occupe 2.871,61km² soit 43,84% de la superficie de la wilaya avec 34 communes (Zerroug, 2012).

I -5-2 Zone des hautes plaines

Cette région s'enferme entre les masses montagneuses. Elle occupe la partie centrale de la wilaya dont superficie est de 3.217,19km² et occupe 22 communes, L'altitude de cette région varie entre 900 et 1.200m (Zerroug, 2012). Elle constitue les déversoirs des nombreux petits oueds des hautes plaines. C'est la région de la céréaliculture semi intensive, voire extensive de l'élevage et du maraîchage de saison (Mihi, 2012).

I -5-3 La frange semi-aride

Située dans le Sud et le Sud Est de la wilaya, où l'altitude dépasse rarement les 900m. Cette zone pratiquement plate couvre une superficie de 10% de l'espace de la wilaya et se caractérise par la présence des 'chotts' ou dépression salées. Elle abrite des chotts :

- ✓ Chott El Brida (Hammam Sokhna).
- ✓ Chott El Ferraine (Ain-Lahdjar).
- ✓ Sebkhet Melloul (Guellel).
- ✓ Sebkhet Bazer (Sud Bazer Sakra).

I -6 Drainage :

La région est caractérisée par un réseau hydrographique dense, plus important dans la région d'Ain Taghrout, Toute l'air forme par le bassin de drainage d'oued Bou Sellam.

I -7 Caractéristiques climatiques :

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. Les principales composantes du climat sont : la précipitation, la température, le vent, l'évaporation et l'humidité relative. Tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière plus ou moins importante la conception d'un projet de drainage.

Les données météorologiques utilisées dans cette étude ont été fournies par l'ANRH. Certains compléments sont extraits de la banque de données disponibles à l'ENHYD ou obtenus auprès de l'office National de la Météorologie (ONM).

I -7-1 Précipitations :

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, sous forme liquide (brouillard, pluie, averse) ou sous forme solide (neige, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. Le régime pluviométrique est irrégulier en quantité et en intensité, les vents froids d'hiver et de printemps provenant du nord et nord-ouest influent sur les périodes de pluviosité.

Tableau I -1 : Répartition mensuelle des pluies de la station de Sétif

Mois	sep	Oct	nov	dec	Jan	Fév	mars	avr	mai	juin	juil	Aout	Total
Pluies (mm)	31,43	26,90	33,81	56,93	40,00	37,98	37,02	37,79	34,14	15,78	8,43	9,68	397,87

(Source : O.N.M)

I -7-2 Température:

La température moyenne annuelle varie entre 13 °C au Nord et 15 °C au Sud, la valeur moyenne minimale correspond au mois de janvier (3 °C) alors que la valeur moyenne maximale (27 °C) coïncide avec le mois d'août. Ceci a abouti à un climat subhumide au Nord et semi-aride au Sud (MEBARKI, 2009).

Pour l'étude du climat dans notre zone d'étude, nous nous sommes référés à la station météorologique d'Ain Arnat.

De façon générale, à Sétif l'hiver est très froid notamment le mois de janvier avec une température minimale moyenne de 1°C.

Par contre l'été se caractérise par une température moyenne maximale pendant le mois de juillet qui avoisine les 33.8°C.

Le risque de gelée s'observe à partir du mois de novembre pour atteindre le maximum pendant lapériode de décembre à février. Il disparaît fin mars.

Le tableau I.2 englobe les températures de l'air d'après les données de la station météorologique d'Ain arnat s'étalant sur une période de 20 ans d'observation comme indiqué

Tableau I 2: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en C°

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
Min(°C)	14.8	10.8	5.6	2.3	1.2	1.8	3.9	6.3	10.5	15.1	18.7	18.7
Max (°C)	27.4	21.9	14.85	10.7	9.9	11.2	14.5	18	23.4	29.6	33.8	33.2
Moy(°C)	21.2	16.5	10.2	6.4	5.5	6.5	9.2	12.1	17	22.3	26.2	26

Source: O.N.M

Ci-joint la répartition mensuelle de la température :

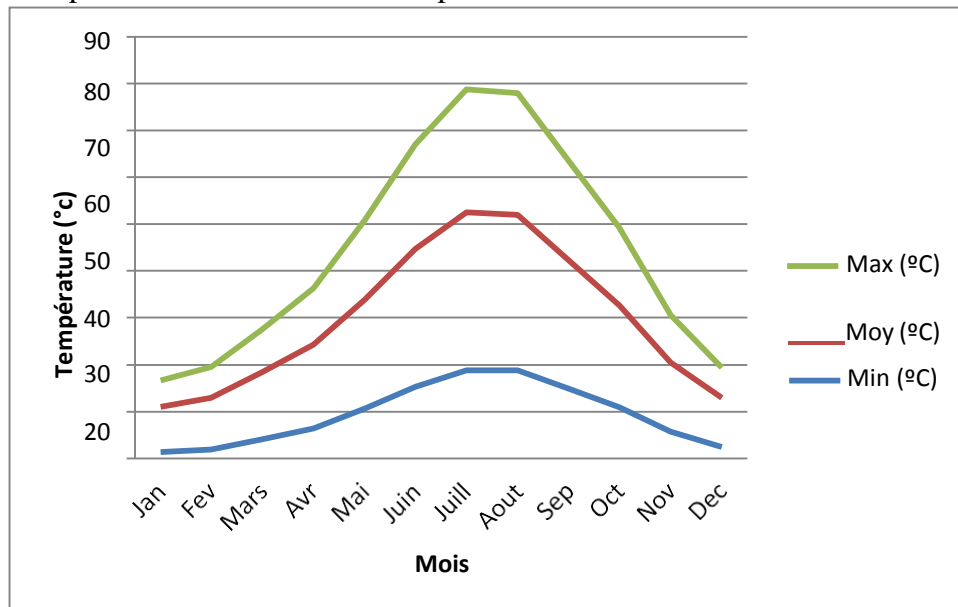


Figure I -4 : Répartition mensuelle de la température

I -7-3 L'Humidité relative :

L'humidité relative est en fonction des précipitations et la nature des masses d'air locales. On admet que la variation de la température de l'air provoque, en règle générale, une variation contraire de l'humidité relative de l'air. La moyenne mensuelle de l'humidité relative est de 70% à Sétif.

La répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative, mesurée par psychomètre Est représenté dans le tableau suivant :

Tableau I -3 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en % (Sétif)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Humidité (H°)	85	73	81	85	83	77	76	72	65	62	52	50

Source: ONID

I -7-4 Les vents :

Le vent représente le mouvement de l'air et est caractérisée par sa direction donnée par la girouette mesurée à l'aide d'un anémomètre il représente un élément le plus caractéristique du climat, il a une influence sur l'évapotranspiration des végétaux, ainsi il peut aussi provoquer la verse des céréales la détérioration des plantes, la chute des fruits lourds, son étude nous semble nécessaire pour l'orientation et l'implantation des brises vents.

Tableau I- 4: Distribution fréquentielle du vent (1980-2017)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vent (m/s)	2.7	2.8	2.8	2.8	2.9	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.7	2.8

Source: ONID

- ❖ **Interprétation :** Dans cette année, les vents dominants sont de direction Nord-Ouest à Nord-est. Les vents de direction Nord-est sont frais et chauds, et peuvent favoriser les maladies cryptogamiques. La moyenne annuelle de la force du vent est forte et homogène d'environ de 2.9 m/s.

I -7-5 Le sirocco :

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement.

Dans la zone d'étude le sirocco est fréquent, il se manifeste de Mai à Septembre, ce vent sec et chaud peut causer des dégâts importants aux cultures en faisant augmenter la température et en séchant le sol.

Tableau I -5: Nombre moyen mensuel des jours du sirocco.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Jours	0	0	1	2	1	2	3	2	2	2	1	0

Source: ONID

I -7-6 La gelée:

Les gelées sont fortement influencées par l'altitude et engendrées par les basses températures. Elle se produit lorsque le minimum moyen de température se situe au-dessous de 10°C. Elles provoquent de graves dégâts sur les jeunes plantes et ce problème est particulièrement important dans les Plaines Sétifiennes.

Tableau I -6 : Nombre moyen mensuel de jours de gèle (1980-2011)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Année
Jours	0	0.9	3.6	9.3	7.8	6.4	4.2	1.8	0.1	0	0	0	33.5

Source: ONID

Le phénomène s'observe à partir du mois de novembre pour atteindre le maximum pendant la période de décembre à février. Il disparaît fin mars.

I -7-7 Neige :

Sur les hautes plaines Sétifiennes, la chute des neiges se fait pendant plusieurs jours, de fin novembre à début avril, soit 17 jours en moyenne de quelques centimètres par ans. L'enneigement est important, Les quantités d'eau produites par la neige vont alimenter les nappes, principalement, celle de la terrasse alluviale.

I -7-8 Durée D'insolation :

Le phénomène d'insolation qui est défini par le nombre d'heures pendant lesquelles le soleil a brillé, est enregistré durant toute l'année avec des valeurs variables, les plus importantes ont lieu en période chaude allant de mois de juillet au mois d'août, la valeur la plus élevée est celle du mois de juillet avec **(11.9heures/jour)** ; Le nombre d'heures d'ensoleillement dans la région est assez élevé.

La moyenne annuelle est de 8.2 heures par jour, l'ensoleillement annuel total est de 2 990 heures réparties entre 1 169 heures en hiver et 1 821 heures en été.

Tableau I -7 : Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale (en heure) (1980-2011)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
h/j	9.33	7.16	5.73	4.03	6.32	7.86	7.55	8.63	8.52	11.13	11.9	10.16

Source : (ONID)

I-8 Classement du climat

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Les indices les plus connus sont ceux de (MARTONE, 1926) et (EMBERGER, 1932)

I -8-1 Classification du Climat selon l'indice de De Martone :

L'indice d'aridité ou de Marton est un paramètre qui permet la classification de climat afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

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

Avec:

- ✓ Ia: Indice d'aridité.
- ✓ P: Pluviométrie annuelle en mm.
- ✓ T: Température moyenne annuelle de l'air en °C.

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONNE sont données dans le tableau à dessous.

Tableau I -8 : Classification de climats selon MARTON

Valeur Ia	Type de Climate	Irrigation
Ia < 5	Désertique	Indispensable
5 < Ia < 10	Très sec (aride)	Indispensable
10 < Ia < 20	Sec (semi-aride)	Souvent indispensable
20 < Ia < 30	Relativement humide	Parfois utile
Ia > 30	Humide	Inutile

Source: (FAO)

On a:

- P=450 mm
- T=14.99°C

Suivant la formule (I.1) l'indice d'aridité de la zone d'étude se calcul comme suit :

$$I_a = \frac{462}{14.99 + 10} = 18.55$$

On constate alors d'après la classification ci-dessus, que la Région est soumise à un régime climatique relativement sec à étage semi-aride, donc l'irrigation est indispensable.

I -8-2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger :

Le quotient pluviométrique ou indice climatique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne. La méthode est fondée sur un diagramme dressé par Mr. EMBERGER qui nous renseigne sur le type de climat, ainsi que la nature d'hiver dominant d'une région. Le quotient d'Emberger que nous avons projeté sur le diagramme bioclimatique est le suivant :

$$Q = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots (I-2)$$

Avec :

- : Coefficient pluvio-thermique d'Emberger.
- : Précipitation moyenne annuelle (mm).
- : Température maximale du mois le plus chaud (Kelvin).
- : Températures minimale du mois le plus froid (Kelvin).

AN:

- P= 462 mm
- M= 33.8°C
- m=1.2°C

On a:

$$Q=48.78$$

Ci-joint la projection sur le diagramme d'EMBERGER

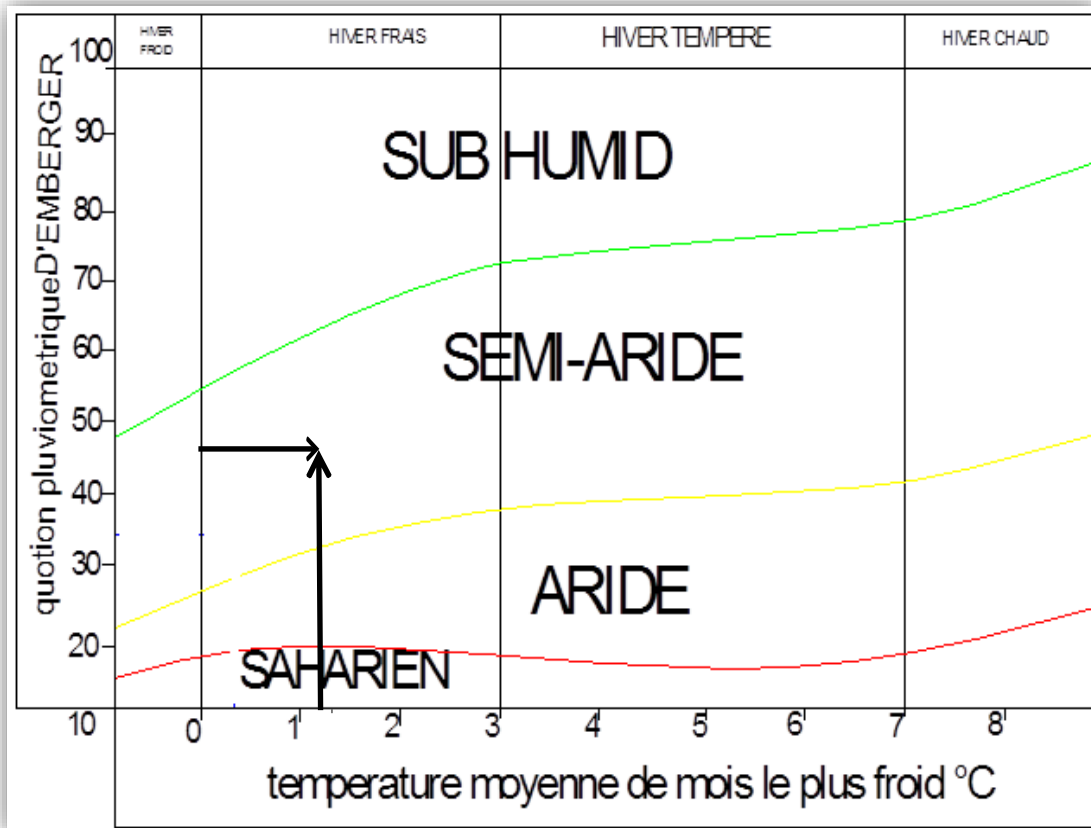


Figure I -5 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid et d'après la projection des valeurs (Q=48.78mm et m=1.2°C) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER nous pouvons conclure que notre région se situe dans :

- **L'étage bioclimatique** : Semi-aride
- **Sous étage** : Hiver frais.

I-8-3 Diagramme ombre-thermique de Gausсен :

Il s'agit d'un graphique permettant de définir les périodes sèches et humides de l'année. On dit qu'on est en période sèche lorsque la valeur de la pluie exprimée en mm est inférieure ou égale au double de la température moyenne exprimée en degré Celsius.

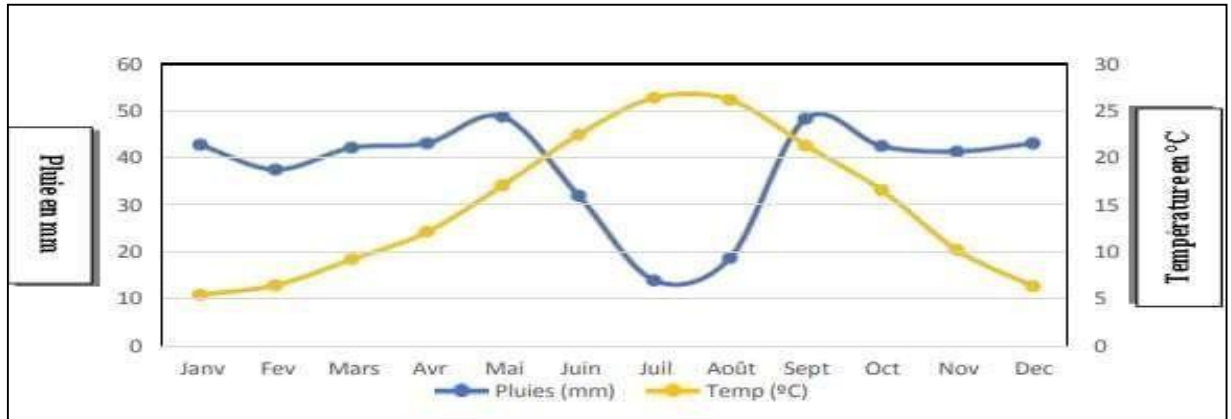


Figure I- 6 : Climo-gramme pluviométrique de Gausсен

Pour la station de Sétif, le diagramme ombre-thermique de Gausсен montre que la période sèche s'étale sur plus de 5 mois de Juin jusqu'au mois d'Octobre ce qui rend l'irrigation des terres indispensable dans cette période et la saison humide est de 7 mois allant de Novembre jusqu'au mois de Mai.

❖ Donc cette zone est caractérisée par le climat semi-aride.

I-9 Analyse foncière :

La surface enquêtée dans le cadre du projet d'Etude d'Aménagement Hydro- agricole du périmètre d'El Eulma est de 1737732 ha, le périmètre qui concerne notre étude s'étale sur 1160 ha.

Cette surface représente les superficies des exploitations publiques et des propriétés privées de la zone d'étude, Elle est répartie selon le tableau I.9 suivant :

Tableau I - 9 : Nombre et taille moyenne des parcelles de l'aire d'étude

DESIGNATIONS		Communes d'étude						Total
		Guelta Zerka	El Eulma	Bir El Arch	El Ouldja	Bazer Sakra	Ouled Saber	
EAC	Nombre de Parcelle	133	108	305		90	12	648
	Surface Totale	1228,35	909,97	3063,28		998,34	177,54	6377,48
	Taille Moyenne	9,24	8,43	10,04		11,09	14,8	53,60
EAI	Nombre de Parcelle	12	12	34	2	35	0	95
	Surface Totale	42,55	49,13	222,75	18,78	192,38	0	525,59
	Taille Moyenne	3,55	4,09	6,55	9,39	5,50	0	29,08
Privé	Nombre de Parcelle	397	684	1639	271	1598	42	4631
	Surface Totale	1072,97	1638,19	5441,65	631,31	4991,16	46,94	13822,22
	Taille Moyenne	2,70	2,39	3,32	2,23	3,12	1,12	14,89
Ferme Pilote	Nombre de Parcelle	17	81	6	4	12		120
	Surface Totale	143,96	994,9	53,42	370,21	163,61		1726,10
	Taille Moyenne	8,47	12,28	8,90	92,55	13,63		135,84
Autres	Nombre de Parcelle	35	45	172	6	150	4	412
	Surface Totale	52,41	164,84	409,95	8,87	642,63	3,01	1281,71
	Taille Moyenne	1,50	3,67	2,37	1,48	4,28	0,76	14,06
Air d'étude	Nombre de parcelle	594	930	2156	283	1885	58	5906
	Surface Totale	2540,24	3757,03	9191,05	1029,17	6988,12	227,49	23733,10
	Taille Moyenne	4,28	4,04	4,26	3,64	3,71	3,92	4,02

Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons constaté que La zone d'étude est caractérisée par un climat continental semi-aride, avec un hiver froid, des gelées fréquentes et des chutes de neige, l'été au contraire est sec et chaud, avec parfois un vent du sud sec et chaud (sirocco).

Le régime des précipitations est assez irrégulier au cours des années. Il tombe environ 400 mmde pluie dans les plaines donc l'irrigation des terres est indisponible dans cette période .

Chapitre II : Sols et eaux

Chapitre II : Sols et eaux

II – Introduction :

L'eau et le sol sont deux éléments essentiels de l'agriculture. Ce dernier doit permettre aux humains de répondre aux besoins alimentaires croissants associés à la croissance démographique.

En Algérie, du fait de l'aridité du climat, l'eau constitue un facteur de développement socio-économique important et le sol n'est pas une ressource renouvelable à l'échelle humaine, c'est pourquoi l'homme doit trouver des solutions pour étendre les terres agricoles tout en protégeant les sols.

L'objectif principal de ce chapitre est d'acquérir une compréhension précise de la couverture du sol. Afin de distinguer les sols à aménager pour l'irrigation des sols à préserver de la dégradation, selon les besoins des personnes concernées et aussi avec les ressources hydriques on peut quantifier et classer l'eau disponible pour l'irrigation dans le bassin versant auquel appartient notre zone d'étude.

Partie 1 : pédologie.

II -1 Classification des sols :

La classification des sols utilisée est celle de la (CPCS, 1967), conjointement avec celle de (RUELLAN, 1970), sur les sols méditerranéens calcaires.

Les critères de classification utilisés sont surtout : la profondeur, la teneur en calcaire total et actif (forme d'accumulation de calcaire), hydromorphie, halomorphie et la recalcarification.

La prospection pédologique et l'analyse des différents échantillons prélevés ont révélés l'existence de quatre (04) classes :

- Les sols peu évolués.
- Les sols calcimagnésiques.
- Les sols à sesquioxydes de fer.
- Les sols halomorphes.

II -2 Caractéristiques morphologiques et analyse des sols :

D'après l'étude pédologique qui a été faite par l'E.N.HYD (Entreprise Nationale des études Hydraulique), et selon la classification française qui subdivise les sols en classe, sous classe et en groupe sur base du degré d'évolution du profil, du type d'humus. L'existence de certains facteurs qui influencent l'évolution du sol telle que la présence d'eau ou de sel soluble dans le sol. Il a été cartographié quatre principes classes de sols qui sont :

II -2-1 Les sols peu évolués :

Ce sont des sols bien représentés dans la zone d'étude. Ils sont présents principalement dans la partie nord et accessoirement dans la partie sud aux environs de la sebkha. Ces sols s'étendent sur une superficie de 11890.3ha (50.1% de la superficie). Ce sont des sols peu évolués, d'origine non climatique, d'apport alluvial. Les sous-groupes rencontrés sont les sols modaux, les sols vertiques, les sols Hydro morphes et les sols halomorphes.

II -2-2 Les sols calcimagnésiques carbonatés :

Ce sont les sols les plus représentés dans la zone d'étude. Ils occupent une superficie de 8425.25ha soit 35.5 % de la superficie totale. Ils apparaissent d'une manière non continue dans la partie nord et se densifient dans la partie sud. La caractéristique principale de ces sols reste la présence de calcaire sous toutes ses formes avec l'absence des fortes teneurs

en sels et une texture non argileuse .La présence ou l'absence d'un niveau limitant les différencient entre les sols modaux, les sols à encroûtement, lessols vertiques et les rendzines

II -2-3 Les sols à sesquioxydes de fer :

Ce type de sols est très peu représenté dans cette zone. Quand la couleur rougeâtre est la caractéristique principale de ces sols. Dans le périmètre d'étude ces sols occupent seulement une petite surface au nord-est avec 2610.64 ha soit 11% de la superficie totale. Leur texture équilibrée en surface devient plus argileuse en profondeur et leur taux de calcaire est très bas. Ces sols sont reconnaissables grâce à leur couleur rouge ocre qui due à l'oxydation du fer.

II -2-4 Les sols halomorphes :

Ces sols sont localisés dans le sud du périmètre d'étude près de la sebkha et s'étendent sur une superficie de 806.92 ha environ 3.4%. Le caractère d'Holomorphie reste primaire pour ces sols. Leur CE est très élevée et dépasse 7 dS/m dans tout le profil avec une texture argileuse.

Tableau II- 1 : Répartition des sols selon la classe et le groupe dans la zone d'étude

Classe	Groupe	Superficie (ha)	% sol naturel
Sols peu évolués	D'apport alluvial	11890.3	50.1
Sols Calcimagnésiques	Bruns calcaires peu différencié	8425.25	35.5
Sols sesquioxydes de fer	Rouges formes sous Climat de type méditerrané	2610.64	11
Sols halomorphes	Peu humifère ouminéraux	806.92	3.4

Source : Enhyd

Tableau II- 2 : Résultats analytiques des Analyses précédemment faites au niveau des différents sols.

N° profils	profondeurs Cm	Granulométries %			texture	Matières organiques				Réserves minérales				PH	CE mmhos/cm	Classe des sols
		A	Lf+Lg	Sf+Sg		MO%	C‰	N‰	C/N	Caco3 Totale%	Caco3 Actif‰	P2o5 Totale	P2o5 Assilé (ppm)			
01	0-30	32.25	51.3	32.65	A.L	1.96	11.4	1.09	10	2	-	-	26.42	8.11	0.13	Sols à sesquioxyde de fer
	30-70	62.5	26.97	10.53	A.L	1.53	8.9	1.05	8	2.4	-	-	33.03	8.27	0.12	
02	00-25	34	45	17	A.L	1.38	8.01	1.01	8	25	15.12	1.94	52	8.8	0.85	Sols calcimagnésiques carbonaté
	25-50	51	37	9	A.L	0.98	5.7	0.65	9	44.8	18.1	2.85	20	7.7	0.81	
	50-110	50	37	9	A.L	0.69	4	0.54	7	46.4	17.73	2.5	30	8.1	0.85	
03	0-15	18.82	65.92	15.26	L	2.41	14	1.42	10	18.8	10.25	4.83	37.73	8.05	0.16	Sols peu évoluées
	15-27	17.96	64.06	17.98	L	2.3	13	1.32	10	18.2	12	4.3	19.54	8.13	0.14	
	27-70	21.45	56.95	22.6	L	2.06	12	1.26	9	33.2	18	3.6	28.64	8.26	0.16	

Source : Enhyd

II -3 Caractéristiques morphologiques et analytiques des sols :

La perméabilité est principalement influencée par les propriétés physiques des sols tels que la texture, la porosité, la structure et la compacité. Dans notre périmètre, les valeurs enregistrées montrent que la majorité des sols présentent des perméabilités comprises entre 5-10 mm/h, faisant partie de la gamme moyenne, néanmoins les horizons de profondeur et particulièrement ceux qui présentent une texture fine ont manifesté des perméabilités faibles à très faibles ($k < 2$ mm/h).

II -3 -1 Densité apparente, densité réelle et porosité des sols :

La porosité qui présente le volume des vides par rapport au volume totale du sol ; des essais faits indiquent que la densité apparente des profils est comprise entre 1.30-1.40 et la densité réelle est comprise entre 2.0-2.2 d'où une porosité de 36-49%.

II -4 Propriétés hydrodynamiques des sols

Les propriétés hydrodynamiques sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau II- 3: Propriétés hydrodynamiques des sols

Capacité au champ (%)	26-27%
Point de flétrissement (%)	16%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	7-8
Densité apparente	1,3-1.4

II -5 Les zones homogènes:

Cette classification a été faite en fonction des divers facteurs précédents et qui peuvent influencer sur les cultures, les critères de classifications utilisés sont ceux de l'ANRH et nous avons tenu compte des facteurs suivant :

- La profondeur
- La texture
- Le niveau de la croûte
- Le taux du calcaire
- La charge caillouteuse

D'après les critères de classifications sus indiqués ainsi que les caractéristiques édaphiques des sols quatre zones de mise en valeurs ont été identifiées, la zone I, II, III et IV, on remarque la zone I n' pas été reconnue et cela est dû essentiellement aux caractéristiques physico-chimiques des sols qui ont été jugés peu favorable. Les caractéristiques de différentes zones sont comme suit :

II -5-1 zone I

Cette classe concerne les sols qui ne présentent aucune contrainte pour la mise en valeur. Ces sols sont très profonds avec des taux de calcaire modérés et des textures équilibrées. Cette classe de sols s'étale sur une superficie de 3804.27 ha situés pour la plupart dans la zone nord du périmètre d'étude.

II -5-2 Zone II

La classe est caractérisée par des sols moyennement profonds et présentant quelques contraintes de mise en valeur mineures telle la texture lourde, l'halomorphie légère ou l'hydromorphie secondaire avec des teneurs en calcaire variables et légèrement plus élevées. Cette classe occupe une superficie de 3277.97 ha localisés surtout dans les parties centrale et sud du périmètre d'étude.

II -5-3 Zone III

Cette classe représente les sols à encroûtement entre 50 et 80 cm avec au moins cette profondeur pour la zone racinaire. Leur taux de calcaire est généralement plus élevé au niveau de la zone racinaire. Ce type de sols est bien localisé massivement dans la partie sud du périmètre avec une superficie totale de 6155.99 ha.

II -5-4 Zone IV

Cette classe des sols est la plus défavorable. Ses sols sont squelettiques avec des profondeurs de moins de 30 cm ou accessoirement trop salés .Ces sols occupent les périphéries du périmètre d'étude et s'étendent sur 1339ha.

Tableau II- 4: Distribution du foncier à la zone d'étude

Zones homogènes de mise en valeurs	Superficie du périmètre d'actualisations (ha)	Superficie des Zones pour l'ensemble du périmètre	Représentations de la zone par rapport à l'ensemble du périmètre %
I	3804	3804	13
II	3278	10539	32
III	6156	11380	38
IV	1339	4255	15
Superficie Totale (ha)	14577	29978	100

Source : Enhyd

Ces quatre zones d'el Eulma sont représentées par la carte ci-dessous :

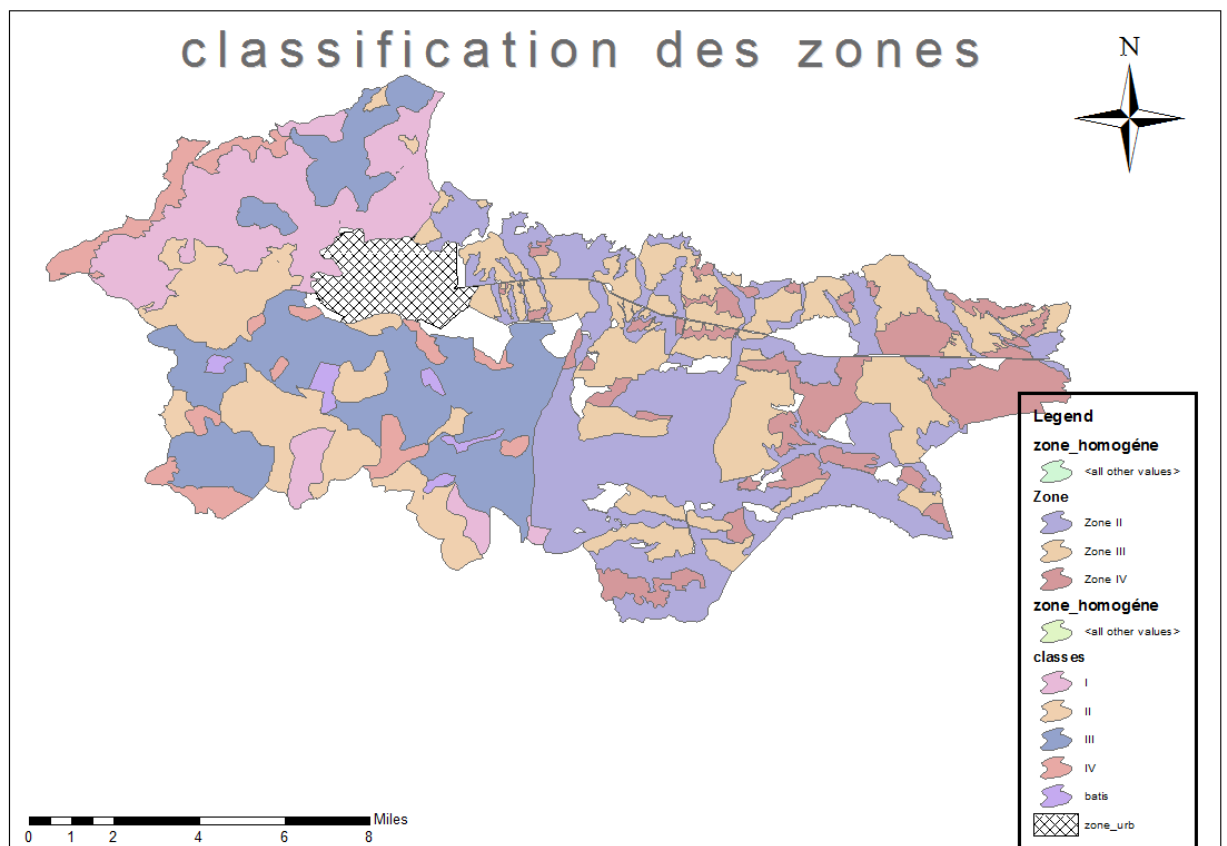


Figure II- 1 : Carte représentatif de classification du sol.

II -6 Détermination des classes d'aptitudes des sols en irrigué :

II -6-1 Classification et évaluation des potentialités :

La détermination des aptitudes culturales sera établie en tenant compte des exigences des divers types de cultures à l'égard des conditions des sols et du climat qui constitue le milieu cultural. Les critères de base qui ont servi à l'appréciation des qualités intrinsèque des sols

Profondeur

La profondeur concerne la tranche du sol accessible aux racines et leur permettant un développement optimal.

Les cultures n'ont pas toutes les mêmes exigences vis avis de ce facteur, il a été distingué différentes classes de profondeur, mais en général les sols de notre périmètre sont peu profonds, moyennement profonds et très profonds

Texture

L'idéal est d'avoir une texture ni trop fine ni trop grossière, car les textures très fines retiennent fortement l'eau et il aura un risque d'engorgement d'où des asphyxies qui se déclenchent, quant aux textures très grossières laissent passer l'eau sans la plante en tirer profit. La texture qui prédomine est généralement fine

Eléments grossiers

La présence d'éléments (grossiers, cailloux, nodules etc....) dans le profil à partir d'une certaine quantité devient un facteur important pour la détermination des aptitudes des sols à l'irrigation. Cette présence d'éléments grossiers dans le sol peut influencer sur l'enracinement.

- ✓ Si le profil comporte moins de 10% de matériaux grossiers convient pour l'irrigation.
- ✓ Entre 10 et 30% certaines cultures sont affectées.
- ✓ Plus de 50% la plupart des cultures sont à exclure.

La Structure

Deux cas de figures peuvent se présenter à savoir :

- ✓ **Structure favorable** : il s'agit des structures fragmentaires grenues, grumeleuse polyédrique fine à moyenne
- ✓ **Structure défavorable** : tel que la structure polyédrique grossière, prismatique, cubique massive.

La Salure

Facteur très important dans le choix des espèces, les sels par leur pouvoir asphyxiant bloquent les espaces poreux des sols, ni l'eau ni l'air ne peuvent y circuler ils doivent être constamment irrigués il est donc préférable d'avoir des sols salés que des sols sodiques ou l'ion Na démantèle complètement la structure et la rend poudreuse son estimation a été faite sous la base de l'échelle de l'extrait aqueux rapport 1/5.

CE: conductivité électrique

- non salé CE < 0.6 mmhos/ cm
- Peu salé : 0.6 < CE < 1.2 mmhos/ cm
- Salé : 1.2 < CE < 2.4 mmhos / cm
- Très salé : 2.4 < CE < 6 mmhos / cm
- Extrêmement salé : CE > 6 mmhos/cm

D'une manière générale les sols du périmètre ne sont pas salés.

Le Calcaire actif

c'est un facteur très important dans le choix des cultures il est la cause de l'acidité de plusieurs espèces.

- ✓ Teneur faible : $0 < \text{CaCO}_3 < 7 \%$.
- ✓ Teneur moyenne : $7 < \text{CaCO}_3 < 12 \%$.
- ✓ Teneur riche : $12 < \text{CaCO}_3 < 25 \%$.
- ✓ Teneur très riche : $\text{CaCO}_3 > 25 \%$.

Au niveau du périmètre le taux du calcaire est extrêmement élevé dépasse même les 50 %

Le pH

Il exprime l'acidité actuelle qui est définie par la concentration des ions H⁺ libre existant dans la solutions du sol, les pH supérieur à 7 est considéré comme basique inférieur à 7 est considéré comme acide. Une grande majorité des sols de la vallée leurs pH est supérieur à 7, il est aussi important dans le choix des engrais.

Tableau II- 5 : Les valeurs de PH

PH	3.5 - 5	5 - 6.5	6.5 - 7.5	7.5 - 8.5	> 8.5
Valeur	Très acide	Acide	Neutre	Basique	Très basique

II -7 Aptitudes culturales en irriguée :

L'étude de l'aptitude culturale des sols vise à estimer la valeur agronomique des sols du point de vue cultures, cette étude est primordiale, elle permet de mieux orienter les agriculteurs dans leur choix des cultures. Les critères de détermination des aptitudes culturales reposent essentiellement sur les caractères morphologiques des sols (profondeur essentiellement) et leur position topographique sans tenir compte de la ressource en eau. Ainsi la détermination est établie en considérant que l'on dispose d'une eau d'irrigation de bonne qualité.

L'étude minutieuse des facteurs limitant (profondeur, texture, salinité et inclusions) a permis d'envisager les spéculations agricoles suivantes

II -7-1 Aptitudes des sols aux cultures pour arboricultures :

Tableau II- 6: Aptitudes culturales pour espèces arboricoles

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Agrumes	7	Pommier sur douçain
2	Pêcher - Abricotier sur Pêcher	8	Poirier
3	Amandier - pêcher – Abricotier	9	Figuier
4	Oliviers	10	Prunier
5	Pommier	11	Cerisier sur merisier
6	Cerisier	12	Pommier sur paradis

II -7-2 Aptitudes des sols aux cultures industrielles :**Tableau II- 7 :** Cultures industrielles

N°	Cultures
1	Betterave à sucre
2	Coton
3	Tournesol
4	Tabac
5	Lin

II -7-3 Aptitude des sols aux cultures céréalières et fourragères**Tableau II- 8:** Numération des cultures céréalières et fourragères

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Luzerne	6	Vesce-Avoine
2	Bersim	7	Ray- Grass
3	Sorgho	8	Blé dur
4	Mais	9	Blé tender
5	Féтуque	10	Orge

II -7-4 Aptitude des sols aux cultures maraichères**Tableau II- 9:** Numérotation des cultures maraichères

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Artichaut	8	Laitue
2	Tomate	9	Ail
3	Oignon	10	Aubergine
4	Pomme de terre	11	Pastèque
5	Carotte	12	Melon
6	Navet	13	Piment – Poivron
7	Chou-fleur	14	/

II -8 Les contraintes édaphiques de mise en valeur

La mise en valeur des sols du périmètre en irrigué de la plaine d'EL Eulma doit tenir compte de l'ensemble des caractéristiques intrinsèques des sols, limitant leurs utilisations à des spéculations bien adaptées au contexte des lieux. De même, elle doit prendre en considération à la fois la qualité des eaux d'irrigation et l'évolution de la couverture pédologique sous irrigation. Cependant et en se référant aux différentes caractéristiques des ressources en sols du périmètre, l'essentiel des insuffisances inventoriées peut être hiérarchisé en deux catégories de contraintes :

II -8-1 Contraintes morphologiques

- Topographie assez hétérogène mais restant toujours à pente douce.
- Présence d'accumulations calcaires à moyenne profondeur s'individualisant sous forme d'encroûtement et/ou de croûte constituant une contrainte de profondeur pour la mise en valeur en irrigué.
- Présence d'un contraste textural entre les horizons de surface et ceux de profondeur.

II -8-2 Contraintes physico-chimiques :

Richesse relative en carbonate de calcium et l'homogénéité de leur répartition dans le profil pédologique particulièrement au niveau des sols calcimagnésique et à un degré moindre dans les sols d'apport.

II -9 Etude foncière

L'étude d'enquête foncière menée dans le cadre du projet nous a permis d'établir la structure foncière de la zone d'étude

➤ **Structure foncière :** Structure foncière de la zone d'étude montre la forme de la propriété, Les classes suivant la base de données sont les suivantes :

- **Exploitation Agricole Collective (EAC) :** terrain qui appartient à l'Etat et exploité en usufruit par une collectivité d'agriculteur.
- **Exploitation Agricole Industrielle (EAI) :** terrain qui appartient à l'Etat et exploité par un agriculteur individuel.
- **Terre publique :** terre qui appartient à l'Etat et utilisée par des organismes ou industriel.

Le tableau ci-dessous représente la distribution du foncier à la zone d'étude par le secteur public et privé.

Tableau II- 10: Distribution du foncier de la zone d'étude par classes.

Classes	Nombre de parcelles	Superficie (ha)	Superficie (%)
EAC	251	6377,48	26,87
EAI	66	525,59	2,21
Privée	46	13822,22	58,24
Publique	3229	1726,1	7,27
Inconnu	299	1281,71	5,40
Total	3891	23733,1	100,00

Les parcelles classées comme «inconnues» sont celles où on n'a pas trouvé le propriétaire sur terrain et il n'y a pas d'information disponible au niveau du cadastre.

La taille moyenne des parcelles varie de 1,12 à 14,8 ha, elle est respectivement de 1,12 à 3,32 ha dans le secteur privé et de 3,55 à 14,8 ha dans le secteur public, La taille moyenne de l'air d'étude est de 4,02 ha. Par unités foncières, les EAC sont composées en moyenne par 2 parcelles et la même chose pour les propriétaires privées. La différence se trouve en la superficie des parcelles. Les EAI sont composées par 1,5 parcelle en moyenne. Les terrains publics se composent de 7 parcelles.

Partie 2 : les ressources en eaux

II-10 Situation géographique :

Notre zone d'étude est alimentée par barrage de Draa Diss dont :

- La retenue d'arrivée appelée Draa Diss, située à Tachouda à proximité de la ville d'El Eulma où elle est limitée :
 - Au nord par la wilaya de Jijel.
 - À l'est par la wilaya de Constantine.
 - À l'ouest par la wilaya de Sétif La distance à vol d'oiseau entre les retenues de Tabellout et Draa Diss est de l'ordre de 40 km, pour une dénivellée voisine de 620 mètres.

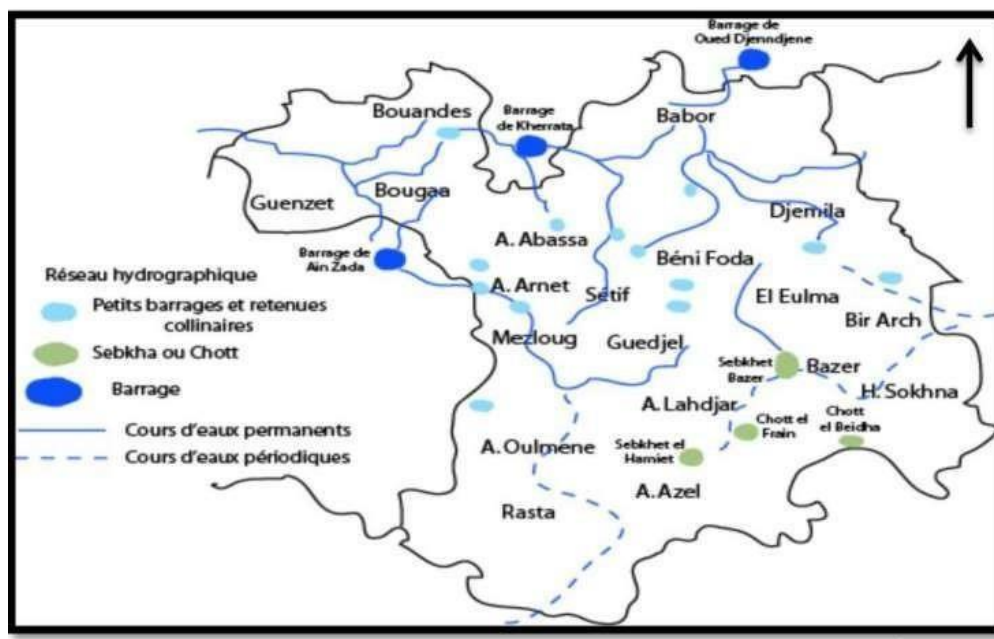


Figure II- 2: Réseau hydrographique de la région de Sétif (BARKAT.H)

II -10-1 Hydrographie

Le bassin hydrographique de la zone des ressources couvre une surface de 402 km². C'est une zone montagneuse avec des pentes moyennes fortes. L'oued principal est l'oued Djendjen qui se jette dans la mer à l'Est de Jijel. Le bassin versant de l'oued Djendjen se divise en deux sous-bassins :

- Le bassin amont d'Erraguène : 133 km²
- Le bassin du barrage de Tabellout : 269 km²
- Le bassin de Draa Diss, établi sur l'oued Medjez, est très petit (22,4 km²) car le barrage se trouve près de la ligne de partage des eaux. La contribution de ce bassin à la ressource est donc naturellement faible.

II -10-2 Etiages

Les bassins sont caractérisés par des débits d'étiages relativement faibles, les débits mesurés et donnés dans l'étude de faisabilité d'EDF sont les suivants :

- Aval d'Erraguene : 130 l/s.
- Aval de Tabellout : 280 l/s.
- Draa Diss: 10 l/s.

II -11 Les retenues et stations hydroélectriques

II -11-1 Draa Diss

Le barrage de Draa Diss, est situé à 11,5 km au Nord-Est d'El Eulma, sur l'oued Medjez, à l'Est del'agglomération de Tachouda.

L'ouvrage est implanté à la faveur d'un resserrement topographique de la vallée de l'oued Medjez marqué par un éperon calcaire en rive gauche.

L'axe du barrage, d'orientation NO-SE, est rectiligne et adopte un léger accostage courbe au niveau del'étroit éperon situé en partie haute de la rive droite, pour satisfaire à de meilleures conditions de stabilité.



Figure II- 3: Barrage de draa diss

II -11-2 Description de l'ouvrage projeté :

- Type : Barrage en remblais à noyau argileux et recharges amont et aval en conglomérats.
- Hauteur maximale de la digue : 70 m
- côte en crête de 1140,20 NGA
- Longueur en crête : 970 m
- Largeur en crête : 7 m
- Côte de retenue normale : 1138,20 NGA
- Evacuateur de crue : sans.
- Tour de prise :
 - 1 prise pour le réseau d'irrigation située en rive gauche de l'ouvrage à la côte 1084 NGA.
 - 3 prises pour le réseau d'AEP aux niveaux : 1120 NGA, 1102 NGA et 1084,40 NGA
- Chaque conduite de prise est équipée de 2 vannes papillon (de garde et de réglage).
 - La vidange de fond est assurée par 2 vannes wagon sous carter de 2,40 X 1,95 m (une vanne degarde et une vanne de réglage).
 - Galerie de dérivation : implantée dans l'éperon calcaire rive gauche sa longueur est de 406 m.

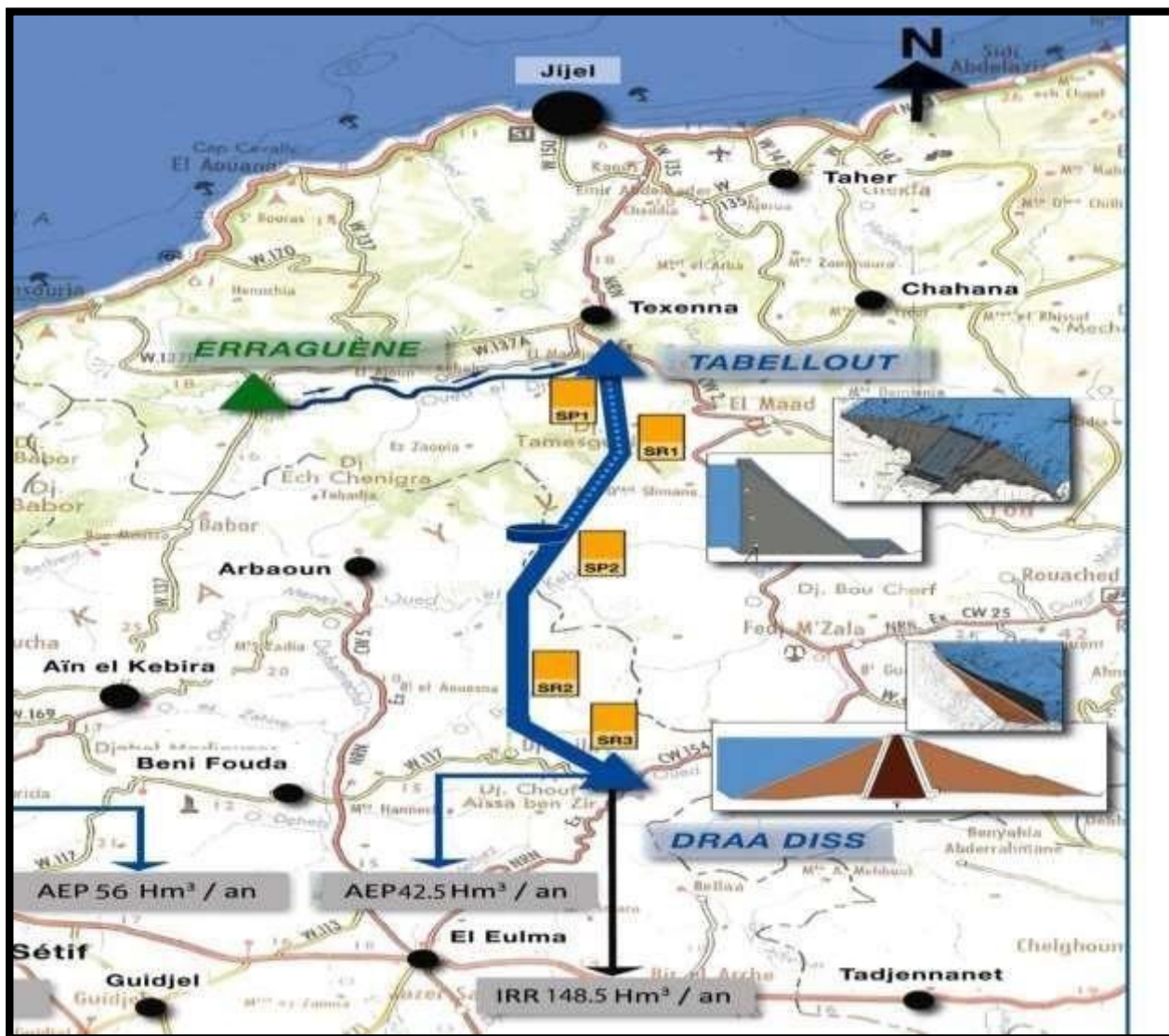


Figure II- 4: Présentation de système de transfert Est du projet (FERTOUDJ, 2011)

II -11-3 Capacités utiles des retenues

Les capacités utiles, telles que mentionnées par l’APD, sont :

Tableau II- 11: Capacités utiles des retenues

Retenues	Capacité utile d’exploitation
Erraguène	165 hm ³
Tabellout	215 hm ³
Draa Diss	137 hm ³

II -12 Connaissance et analyse des modes de gestion actuels des barrages

II -12-1 La gestion avant le transfert Est :

Le barrage d’Erraguène a été construit dans le but de produire de l’énergie hydroélectrique. D’après le personnel d’exploitation, au cours de sa période de fonctionnement il a régulé les apports sans jamais déverser. Les turbinages à Erraguène et Mansouriah montrent que les ouvrages ont répondu à la demande.

II -12-2 La gestion avec le transfert Est :

L'objet du transfert Est est de mobiliser et transférer les ressources à partir d'une zone fortement arrosée vers une zone peuplée dont on veut favoriser le développement. Il y a donc réaffectation des ressources.

Après la construction des barrages de Tabellout et Draa Diss et de celle du transfert, selon l'APD, la majeure partie de l'eau mobilisée par Erraguène et Tabellout sera transférée par pompage vers Draa Diss. Cependant il n'est pas indiqué que le turbinage à Mansouriah sera abandonné si les volumes stockés le permettent. Il y aura donc une priorité pour le transfert dans l'affectation des ressources avec maintien si possible du turbinage à Mansouriah. Il faudra donc que le gestionnaire de l'électricité, la SONELGAZ soit impliqué dans la gestion des priorités d'affectation.

Tableau II- 12 : Fiche synoptique du réservoir de barrage de draa diss

Cote de la crête du barrage	1 140,20 NGA
Cote des Plus Hautes Eaux (PME)	1 138,55 NGA
Cote de Retenue Normale (RN)	1 138,20 NGA
Cote de Limite Utile (LU)	1 090,95 NGA
Cote Minimal d'Exploitation (RME)	1 084,00 NGA
Capacité totale	137,30hm ³
Tranche morte	0,30 hm ³
Capacité Utile d'Exploitation	137hm ³
Capacité Utile de Régulation	135,80hm ³

II -13 Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage

La qualité chimique de l'eau provenant du barrage a été étudiée sur des échantillons prélevés au long de diverses années, et ceci à partir des eaux des barrages draa diss et de Tabellout.

La classification des eaux d'après la qualité chimique a été établie selon le diagramme de l'USDA (classification américaine).

II -13-1 Classification des eaux pour l'irrigation

L'eau d'irrigation qu'elle provienne de rivières ou qu'elle soit pompée dans les nappes, n'est jamais pure : elle contient des sels dissous qui suivant leur concentration, peuvent affecter le sol et les cultures. Il importe alors d'adapter les pratiques agricoles à l'eau dont on dispose, sachant que les comportements seront différents suivant la nature des sels en cause.

La classification des eaux d'irrigation est basée sur deux paramètres :

- La Conductivité électrique CE.
- le rapport d'absorption du Sodium SAR.

II -13-2 Classification américaine :

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

La Conductivité électrique (CE):

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

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

Tableau II- 13: Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique CE	Qualité des eaux
C1	$CE \leq 0.25$	Eau de risque faible (salinité)
C2	$0.25 < CE \leq 0.75$	Eau de risque moyen
C3	$0.75 < CE \leq 2.25$	Eau de risque élevé
C4	$CE > 2.25$	Eau de risque très élevé

Le coefficient d'absorption du sodium (S.A.R) :

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

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

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ en méq/l

- **S1 : S.A.R < 10 :** L'eau contenant une faible quantité de sodium, elle 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 quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière.
- **S3 : 18 < S.A.R < 26 :** Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales.
- **S4 : S.A.R > 26 :** Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation.

II -13-3 Composition chimique de l'eau d'irrigation

D'après les analyses faites au laboratoire de l'ANRH, la composition chimique moyenne de l'eau est donnée dans le tableau suivant :

Tableau II- 14 : Composition chimique de l'eau du barrage.

Eaux de surface		Eaux de surface				source : Bechtel	
Réservoir d'Erraguène							
Paramètres	unités	25/11	25/1	25/1	25/1		Moyenne
PH		7,4	7,7	8,2	7,8	PH	7,9
Conductivité	mho/cm	75	76	77	77	Conductivité	76
Alcalinité totale	mg/l Ca CO ₃	104	102	110	102	Alcalinité totale	130
Dureté totale	mg par l Ca CO ₃	240	210	220	310		
Calcium	mg/l	69	63	62	61	Calcium	70
Magnésium	mg/l	13	13	16	15	Magnésium	26
Sodium	mg/l	14	14	19	16	Sodium	17
Nitrate	mg N /l	14	0,3	0,3	0,1	Nitrate	0,3
Bore	mg/l	0,07	0,03			Bore	0,12
Plomb	mg/l	nul	nul	0,26	nul	Plomb	0

Source : ADE

- Le calcul du S.A.R donne le résultat suivant :

$$S.A.R = \frac{17}{\sqrt{\frac{70+26}{22}}} = 2.45 \text{ meq/l.}$$

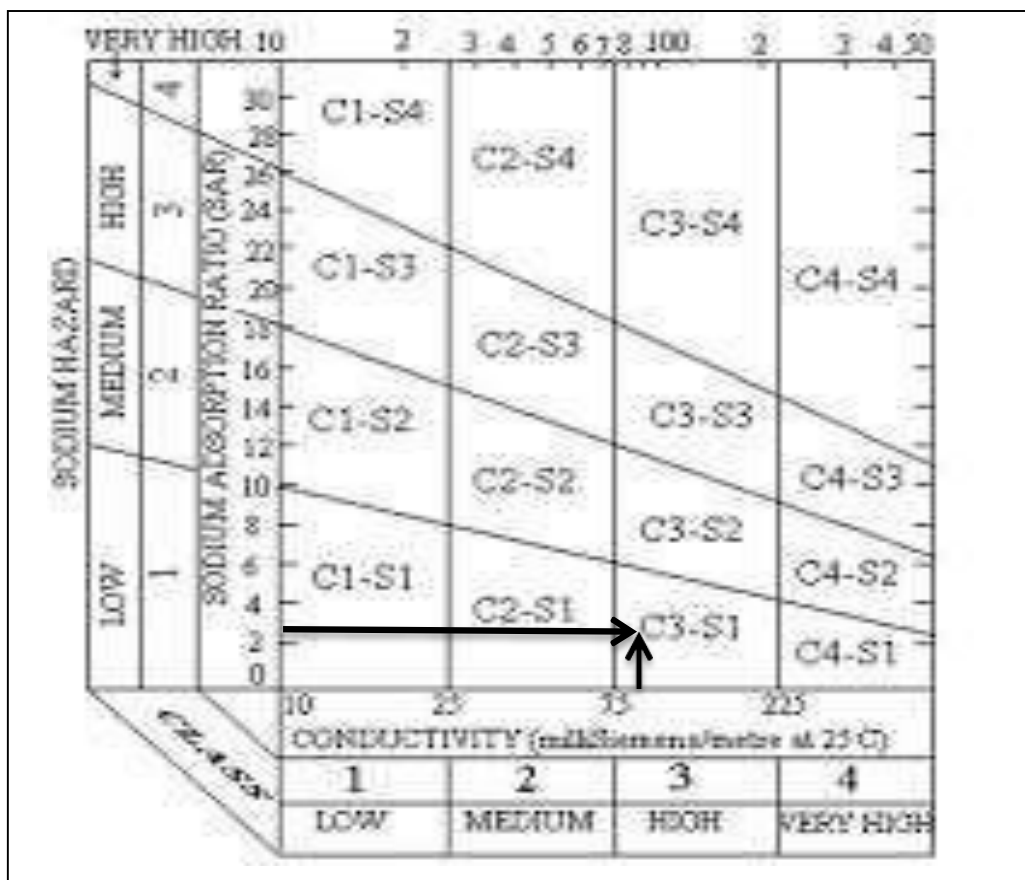


Figure II- 5 : Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation.

Remarque : D'après les valeurs moyennes de la CE et du S.A.R des résultats d'analyse, l'eau du barrage de draa diss est classée en **C3 S1**, avec une salinité qui fluctue entre moyenne et relativement forte.

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à l'analyse de la formation des sols de la zone d'étude et l'analyse des eaux destinées à l'irrigation de notre périmètre.

La prospection pédologique a fait ressortir différentes classes présentant de bonnes aptitudes culturales à diverses spéculations agricoles les plus cultivées dans la région, ce qui constitue un avantage agronomique et qui présentent les caractéristiques suivantes :

- Texture limono-argileuse.
- Stabilité structurale moyenne.
- Une bonne capacité de rétention.

Les eaux du barrage de draa diss qui alimentent notre périmètre appartiennent à la classe **C3 S1**, classe S1 la quantité de sodium est quantifiée de faible, cette eau ne posera pas de problèmes sauf éventuellement aux arbres fruitière, classe de salinité C3 la salinité est qualifiée de moyennement forte.

Chapitre III : Calculs hydrologiques

Chapitre III : Calculs hydrologiques

III -Introduction :

L'étude hydrologique est une phase inévitable dont le but principal est de déterminer l'année de pluie d'après l'étude des averses qui revêt une importance capitale en Hydrologie, dont l'intérêt est d'évaluer la quantité des eaux pluviales reçu par un bassin versant donne.

III -1 La série des données pluviométriques :

L'étude hydrologique est nécessaire dans les projets d'irrigation, le but du présent volet est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro hydro-agricole.

La station pluviométrique de Bir El Arch est prise comme station de référence, ses caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau III- 1 : Identification de la station pluviométrique de Bir El Arch

Code de la station	Station	Période d'observation	Nombre des années	Coordonnées Lambert de la station
100306	BIR EL ARCH	1980-2011	50	X (km) : 782.3
				Y (km) : 319.1
				Z (m) : 952

Source: ANRH Alger

La station fournit une série pluviométrique comportant les pluies maximales Mensuelles et annuelles. Cette série s'étend sur une période d'observation de 32 ans allant de 1980 jusqu'à 2011. Les données de la série sont présentées dans le tableau suivant (Tableau II-2) :

Tableau III- 2 : Série pluviométrique Bir El Arch 1980-2011

Année	Précipitations Moyennes annuelles (mm)												Totale
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	
1980	38,9	0	21,5	72,6	7,8	23	23,8	21,6	3,2	18,2	0	13,7	244,3
1981	30,6	25,5	0	14,9	13,2	14,5	23,7	36,6	50,5	6,4	0	14,4	230,3
1982	53,3	60,2	120,8	50,4	120,6	75,2	6,5	30	152,4	12,1	0	18,6	700,1
1983	7,3	2,5	33,6	7,2	0	0	0	20,5	25,6	8,3	0	12,3	117,3
1984	9,5	101,5	11,4	89,1	39,4	25,1	83,2	30,1	54,6	6,2	18,3	0	468,4
1985	28,7	49,4	33,8	40,2	43,5	28,8	79	19,8	40,3	36,4	0	20,9	420,8
1986	124,3	37,1	19,5	64,3	14,8	58	14,3	21,9	30,8	20,6	0	3,4	409
1987	0,3	12,8	6,9	1,7	4,7	7,3	38,6	29,9	48,6	34,6	0	0	185,4
1988	15,8	2	19,3	103,3	12,4	20,1	0	88,4	19,7	32,1	0	15,2	328,3
1989	43,6	19,3	16,3	10,5	44,7	0	17,4	53,5	81,3	12,2	12,5	0	311,3
1990	36,9	38,3	119,6	33,3	7,7	60	65,1	10,4	151,4	11,5	0	0	534,2
1991	10	20	112,9	23	29,6	52,8	64,4	46,5	159	23	20,2	8,5	569,9
1992	45,6	7	36,9	58	15,9	35,3	31,1	3,9	60,9	5	3,6	28,5	331,7
1993	14,7	2	23,8	44,5	32,3	32,7	16,4	18,2	0	0	8,4	3,6	196,6
1994	0	42,6	2,3	0	32,5	21,7	51,4	25,2	4,3	36	4,9	2,4	223,3
1995	64,3	3,9	7,9	21,4	39,6	74,8	39,8	27,4	52,8	42,2	8,3	4	386,4
1996	37,3	59,8	38,8	22,2	43,5	65,3	37,9	66,9	50,8	46,9	10	18,9	498,3
1997	39,7	25,5	56,7	47	8,3	25,7	6,9	50	48,3	4,5	5,6	2,5	320,7
1998	48,4	24,2	49,7	20,9	38	9	46,8	15	7	18,1	0	3,6	280,7
1999	34	32,1	23,6	74,4	4,4	0	12,5	20,7	84,3	23,5	0	5,5	315
2000	28,8	27	48,3	34,3	57	80,1	55	60	15,7	20,6	13,4	30,2	470,4
2001	81,3	2,6	23,9	7,1	18,7	8,1	12,3	8,3	6	1,5	32,4	48,3	250,5
2002	10	14,7	94,8	53,5	150,1	15,8	42,9	62,8	27,7	40,1	5,7	23,3	541,4
2003	22,5	64,9	18,5	33,9	23,5	28,5	61,3	48,7	56,1	24,6	12,1	25,1	419,7
2004	15,4	24,4	36,4	0	16,2	39,8	16	24	3,1	2,5	5	12,8	195,6
2005	0	4,5	28,1	19,6	63,1	0	12	38,3	74,1	0	14,4	2	256,1
2006	64,5	2,5	3	46,8	13	0	10	0	31	20,1	0	15,4	206,3
2007	24,9	15,9	16,8	16,8	1,9	14,2	29,8	8,1	55,8	0	62,8	54	301
2008	59	33,3	15,8	18,4	43,3	27	37,7	46,8	8,4	2,3	0	18,2	310,2
2009	39	20,1	11,6	20,3	23,1	36,6	33,5	49	56,1	12,5	3,5	22,7	328
2010	17,3	23,5	23,7	14	18	54,9	26	35	41	31,5	12,5	28,5	325,9
2011	7,5	56	31	16	20	9	19	58	3,5	0	0	0	220

Source: ANRH Alger

III-2 L'extension de la série :

L'extension de la station nous permet d'avoir des données pluviométriques plus complètes. Pour cela on a pris deux stations pluviométriques "Aéroport" et "Bir El Arch" situées à quelques kilomètres l'une de l'autre dans le même bassin versant. Ces stations ayant fonctionnées respectivement sur des périodes de 38 ans et de 32 ans comme le montre le tableau

En admettant que la série pluviométrique de la station de Aéroport est la station de référence (X) et que l'erreur recherchée se trouve au niveau de la série pluviométrique de Bir el Arch Donc on doit compléter la série de Bir El Arch.

Tableau III- 3: Données pluviométriques des deux stations Bir El Arch et Aéroport.

Année	Bir El Arch	Aéroport
1980	244,3	335,2
1981	230,3	498,3
1982	700,1	721,1
1983	117,3	266
1984	468,4	544,4
1985	420,8	519,3
1986	409	669,4
1987	185,4	530,4
1988	328,3	547,7
1989	311,3	526,5
1990	534,2	562,7
1991	569,9	715,7
1992	331,7	753,9
1993	196,6	386,9
1994	223,3	386,9
1995	386,4	585,2
1996	498,3	618,3
1997	320,7	576,5
1998	280,7	669
1999	315	224,9
2000	470,4	599,7
2001	250,5	373,5
2002	541,4	377
2003	419,7	591
2004	195,6	431
2005	256,1	365
2006	206,3	350
2007	301	443
2008	310,2	407
2009	328	391
2010	325,9	399
2011	220	414
2012	????	279,9
2013	????	240,8
2014	????	360
2015	????	355
2016	????	275
2017	????	267

III -2-1 Homogénéisation des données:

On doit s’assurer que notre série est dépourvue de ruptures artificielles et vérifier si la série des données est homogène ou pas. Pour cela, on fait appel au test de la médiane, dont les démarches sont les suivantes : On doit s’assurer que notre série est dépourvue de ruptures artificielles et vérifier si la série des données est homogène ou pas. Pour cela, on fait appel au test de la médiane, dont les démarches sont les suivantes :

- 1- Trier la série par ordre croissant.
- 2- Déterminer la valeur M de la médiane d’ordre m
 - Si N est impair, on prend la $(\frac{N+1}{2})^{ième}$ valeur.
 - N est pair, on prend la moyenne entre la $(\frac{N}{2})^{ième}$ valeur et la $(\frac{N}{2}+1)^{ième}$ valeur.
- 3- Remplaçons donc la série des valeurs non classées par une suite de signe :
 - -pour les $x_i < m$
 - +pour les $x_i > m$
- 4- Calculons les quantités N_s et T_s tel que :
 - N_s est le nombre total des séries (+) ou (-),
 - T_s est la taille de la plus grande série (+) ou (-).

Pour un seuil de signification compris entre 91% et 95%, les conditions du test sont :

$$N_s > \frac{1}{2} (n + 1 - U_{1-\alpha/2} \sqrt{n + 1}) \dots\dots\dots(III.1)$$

$$T_s < 3.3 (\log n + 1) \dots\dots\dots(III.2)$$

III -2-1-1 La série de référence :

On a :
 N=38, donc : m=19,
 Alors la médiane est : M= .462

Tableau III- 4 : Résultats du test de la médiane

Paramètre	Valeur	Comparaison
N _s	19	19>13.37 condition n°1 vérifiée
$\frac{1}{2} (n + 1 - U_{1-\alpha/2} \sqrt{n + 1})$	13.37	
T _s	4	4< 5.25 condition n°2 vérifiée
3 (log n + 1)	5.25	

- **Interprétation :** d’après les résultats du test de la médiane (Tableau II-4), on conclut que la série des pluies est homogène.

Tableau III- 5 : Calcul des paramètres du test de la médiane

Série triée par ordre croissant		Série non triée	
Pmoy (mm)	Ordre m	Année	Pmoy (mm)
1	224,9	1980	-335,2
2	240,8	1981	+498,3
3	266	1982	+721,1
4	267	1983	-266
5	275	1984	+544,4
6	279,9	1985	+519,3
7	335,2	1986	+669,4
8	350	1987	+530,4
9	355	1988	+547,7
10	360	1989	+526,5
11	365	1990	+562,7
12	373,5	1991	+715,7
13	377	1992	+753,9
14	386,9	1993	-386,9
15	386,9	1994	-386,9
16	391	1995	+585,2
17	399	1996	+618,3
18	407	1997	+576,5
19	414	1998	+669
20	431	1999	-224,9
21	443	2000	+599,7
22	498,3	2001	-373,5
23	519,3	2002	-377
24	526,5	2003	+591
25	530,4	2004	+431
26	544,4	2005	-365
27	547,7	2006	-350
28	562,7	2007	+443
29	576,5	2008	-407
30	585,2	2009	-391
31	591	2010	-399
32	599,7	2011	-414
33	618,3	2012	-279,9
34	669	2013	-240,8
35	669,4	2014	-360
36	715,7	2015	-355
37	721,1	2016	-275
38	753,9	2017	-267

⇒ L'homogénéité de la série de référence étant vérifiée, cette série servira de base pour la détection d'erreurs systématiques dans la série à étudier.

III -2-1-2 La série de Bir El Arch :

On a :

N= 32, donc : m=16

Alors la médiane est : **M= 163**

Tableau III- 6: Résultats du test de la médiane

Paramètre	Valeur	Comparaison
N _s	11	11 > 10.87 condition n°1 vérifiée
$\frac{1}{2} \left(n + 1 - U_{1-\alpha/2} \sqrt{n+1} \right)$	10.87	
T _s	1	1 < 5.01 condition n°2 vérifiée
3 (log n + 1)	5.01	

- **Interprétation :** d'après les résultats du test de la médiane (Tableau III -6), on conclut que la série des pluies est homogène.

Tableau III- 7 : Calcul des paramètres du test de la médiane

Série triée par ordre croissant		Série non triée	
Pmax (mm)	Ordre	Année	Pmax (mm)
1	117,3	1980	-244,3
2	185,4	1981	-230,3
3	195,6	1982	+700,1
4	196,6	1983	-117,3
5	206,3	1984	+468,4
6	220	1985	+420,8
7	223,3	1986	+409
8	230,3	1987	-185,4
9	244,3	1988	-328,3
10	250,5	1989	-311,3
11	256,1	1990	+534,2
12	280,7	1991	+569,9
13	301	1992	+331,7
14	310,2	1993	-196,6
15	311,3	1994	-223,3
16	315	1995	+386,4
17	320,7	1996	+498,3
18	325,9	1997	+320,7
19	328	1998	-280,7
20	328,3	1999	+315
21	331,7	2000	+470,4
22	386,4	2001	-250,5
23	409	2002	+541,4
24	419,7	2003	+419,7
25	420,8	2004	-195,6
26	468,4	2005	-256,1
27	470,4	2006	-206,3
28	498,3	2007	-301
29	534,2	2008	-310,2
30	541,4	2009	+328
31	569,9	2010	+325,9
32	700,1	2011	-220

⇒ L'homogénéité de la série de Bir El Arch étant vérifiée.

III -2-2 Extension de la série :

La station de référence est celle d'aéroport (X), son homogénéité est vérifiée par le test de la médiane. De même que la station à étendre, celle de Bir El Arch (Y) qu'il convient de vérifier, de corriger en cas d'erreurs et d'étendre pour son utilisation future.

La méthode choisie est celle des doubles masses ; elle consiste en ce qui suit :

- Les valeurs correspondantes à la même période d'observations sont reportées en coordonnées rectangulaires, obtenant une courbe de double cumul.
- Si les données de la station contrôlée sont homogènes par rapport à celles de la station de base, la courbe des doubles cumuls avoisine une droite. Si elle possède une cassure à partir d'un point, les observations à partir de ce point sont hétérogènes.
- Dans le cas où l'hétérogénéité est détectée, la correction s'effectue par modification de la pente de la droite de double cumul des données antérieures ou postérieures à la date de la cassure. Seul le but visé par l'étude en cours peut indiquer quelle partie de la série est à corriger.

Tableau III- 8 : Calcul des paramètres du test de la médiane

Année	Bir El Arch	Bir El Arch cumulé	Aéroport	Aéroport cumulé
1980	244,30	244,30	335,2	335,2
1981	230,30	474,60	498,3	833,5
1982	700,10	1174,70	721,1	1554,6
1983	117,30	1292,00	266	1820,6
1984	468,40	1760,40	544,4	2365
1985	420,80	2181,20	519,3	2884,3
1986	409,00	2590,20	669,4	3553,7
1987	185,40	2775,60	530,4	4084,1
1988	328,30	3103,90	547,7	4631,8
1989	311,30	3415,20	526,5	5158,3
1990	534,20	3949,40	562,7	5721
1991	569,90	4519,30	715,7	6436,7
1992	331,70	4851,00	753,9	7190,6
1993	196,60	5047,60	386,9	7577,5
1994	223,30	5270,90	386,9	7964,4
1995	386,40	5657,30	585,2	8549,6
1996	498,30	6155,60	618,3	9167,9
1997	320,70	6476,30	576,5	9744,4
1998	280,70	6757,00	669	10413,4
1999	315,00	7072,00	224,9	10638,3
2000	470,40	7542,40	599,7	11238
2001	250,50	7792,90	373,5	11611,5
2002	541,40	8334,30	377	11988,5
2003	419,70	8754,00	591	12579,5
2004	195,60	8949,60	431	13010,5
2005	256,10	9205,70	365	13375,5
2006	206,30	9412,00	350	13725,5
2007	301,00	9713,00	443	14168,5
2008	310,20	10023,20	407	14575,5
2009	328,00	10351,20	391	14966,5

Année	Bir El Arch	Bir El Arch cumulé	Aéroport	Aéroport cumulé
2010	325,90	10677,10	399	15365,5
2011	220,00	10897,10	414	15779,5
2012	??		279,9	16059,4
2013	??		240,8	16300,2
2014	??		360	16660,2
2015	??		355	17015,2
2016	??		275	17290,2
2017	??		267	17557,2
Moyenne	340,53		462,03	
Ecart type	132,528764		145,21	

La représentation graphique des cumuls est donnée dans ces figures :

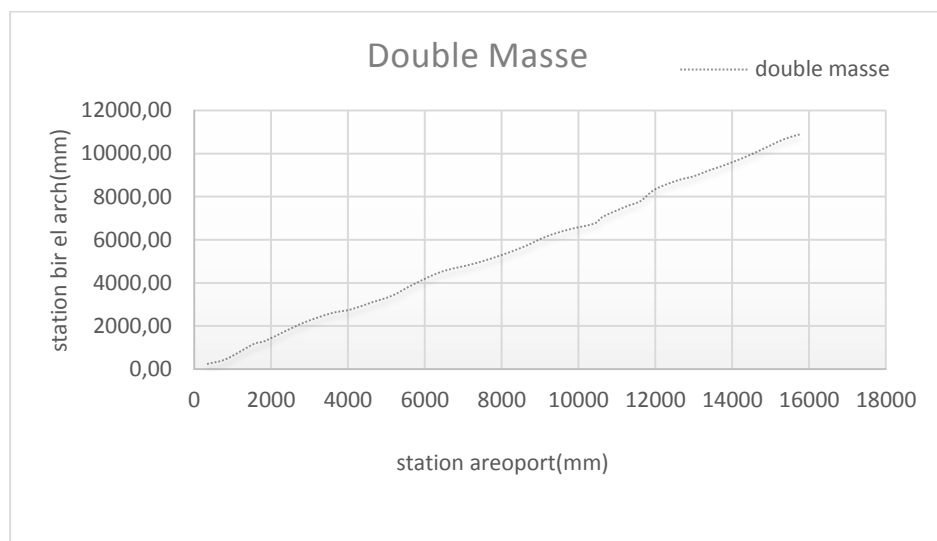


Figure III- 1 : Double Cumul

- **Interprétation** : la courbe des doubles cumuls avoisine une droite donc les données de la station contrôlée sont homogènes par rapport à celles de la station de base, la courbe des doubles cumuls avoisine une droite.

III -2-3 Coefficient de corrélation:

- **Corrélation** : C’est une méthode de recherche de la liaison qui existe entre 2 variables aléatoires.

Le coefficient de corrélation entre les valeurs expérimentales et théoriques est donné par la relation suivante :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{32} (P_{moy} - \bar{P}_{moy})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (P_{moy} - \bar{P}_{moy})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots\dots \text{(III.3)}$$

Avec :

- **P** : valeurs expérimentales des précipitations maximales journalières.
- **Y** : valeurs théoriques des précipitations maximales journalières.

Donc :

r= 0.59

❖ La droite :

Avec :

$$X1 = a X2 + b \dots\dots\dots (III.4)$$

$$a = r \times \frac{\sigma_y}{\sigma_x} = 0.58 \dots\dots\dots (III.5)$$

Et

$$b = \bar{y} - a \times \bar{x} = 52.69$$

$$X1 = 0.5837 X2 + 52.69$$

III -2-4 Extension de la série est :

Suivant l'analyse précédente, l'extension de la série donne les valeurs suivantes.

Tableau III- 9 : Extension de la série des pluies annuelles de Bir El Arch

Années	Pluies (mm)
2012	216,07
2013	193,25
2014	262,82
2015	259,90
2016	213,21
2017	208,54

III -3 Etude des précipitations moyennes journalières :

Le calcul des valeurs extrêmes ou quantiles nécessite un ajustement statistique à une loi de probabilité. Donc, il faut effectuer un ajustement adéquat à une loi théorique de la série des pluies maximales journalières afin de déterminer les intensités de pluie les plus extrêmes et d'estimer le débit de crue. Les principales étapes de l'étude sont les suivantes :

- Classer la série des Pmoy par ordre croissant.
- Calculer la fréquence expérimentale F(x) (au non dépassement).
- Calculer les caractéristiques empiriques de la série.
- Ajuster la série graphiquement et Déterminer les quantiles et leurs intervalles de confiance.
- Calculer les averses et les intensités de courte durée.

III -3-1 Caractéristiques empiriques de la série :

Les caractéristiques de la série pluviométriques après l'extension sont représentées dans le tableau ci-après :

Tableau III- 10: Caractéristiques de la série pluviométriques après l'extension

Nombres d'années d'observation	38
Valeur maximale (mm)	700
Valeur Minimale (mm)	117
Médiane (mm)	306
Moyenne (mm)	322
Ecart-type (mm)	129
Coefficient de variation après l'extension	0.4

III -3-2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GAUSS :

On dit qu'une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \text{ (Fréquence au non dépassement)(III-7)}$$

u : Est la variable réduite de Gauss .Elle est donnée par :

$$u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma} \text{(III-8)}$$

Le procédé d'ajustement consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale
- Variable réduite de gauss u
- Calcul des caractéristiques empiriques de loi \bar{x} , σ ; Cv ; Cs
- Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien.

Avec :

L'équation de la droite de Henry est :

$$x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%} \quad \text{(III-9)}$$

- \bar{x} : Moyenne arithmétique ;
- $x_{p\%}$: Précipitation de probabilité P% ;
- σ : Écart type ;
- Cv : Coefficient de variation.
- Cs : Coefficient d'asymétrie.

Avant de procéder à l'ajustement il faut suivre les étapes suivantes :

- Classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution d'un rang 1, 2,..., n.
- Calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale par la formule de HAZEN.

$$F(x) = \frac{m - 0.5}{n} \text{ (III.10)}$$

- m : rang de précipitation.
- n : nombre d'observations.

Tableau III- 11: Variable réduite de Gauss

Rang	Pmoy	F(x)	u
1	117,30	0,0132	-1,590
2	185,40	0,0395	-1,062
3	193,25	0,0658	-1,001
4	195,60	0,0921	-0,983
5	196,60	0,1184	-0,975
6	206,30	0,1447	-0,900
7	208,54	0,1711	-0,883
8	213,21	0,1974	-0,847
9	216,07	0,2237	-0,824
10	220,00	0,2500	-0,794
11	223,30	0,2763	-0,768
12	230,30	0,3026	-0,714
13	244,30	0,3289	-0,606
14	250,50	0,3553	-0,557
15	256,10	0,3816	-0,514
16	259,9	0,4079	-0,485
17	262,82	0,4342	-0,462
18	280,70	0,4605	-0,323
19	301,00	0,4868	-0,166
20	310,20	0,5132	-0,095
21	311,30	0,5395	-0,086
22	315,00	0,5658	-0,057
23	320,70	0,5921	-0,013
24	325,90	0,6184	0,027
25	328,00	0,6447	0,043
26	328,30	0,6711	0,046
27	331,70	0,6974	0,072
28	386,40	0,7237	0,496
29	409,00	0,7500	0,672
30	419,70	0,7763	0,755
31	420,80	0,8026	0,763
32	468,40	0,8289	1,132
33	470,40	0,8553	1,148
34	498,30	0,8816	1,364
35	534,20	0,9079	1,642
36	541,40	0,9342	1,698
37	569,90	0,9605	1,919
38	700,10	0,9868	2,929

Ci-joint l'ajustement par logiciel Hyfran :

Tableau III- 12: Résultat de l'ajustement à la loi de gauss (Hyfran)

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement Q	Valeur théorique XT(mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance
100.0	0.9900	622	40.7	542 - 702
50.0	0.9800	587	37.2	514 - 660
20.0	0.9500	534	32.3	471 - 598
10.0	0.9000	487	28.4	432 - 543
5.0	0.8000	431	24.4	383 - 478
3.0	0.6667	377	21.9	335 - 420
2.0	0.5000	322	20.9	281 - 363
1.25	0.2000	213	24.4	166 - 261

Et voici l'ajustement graphique de la loi de Gauss :

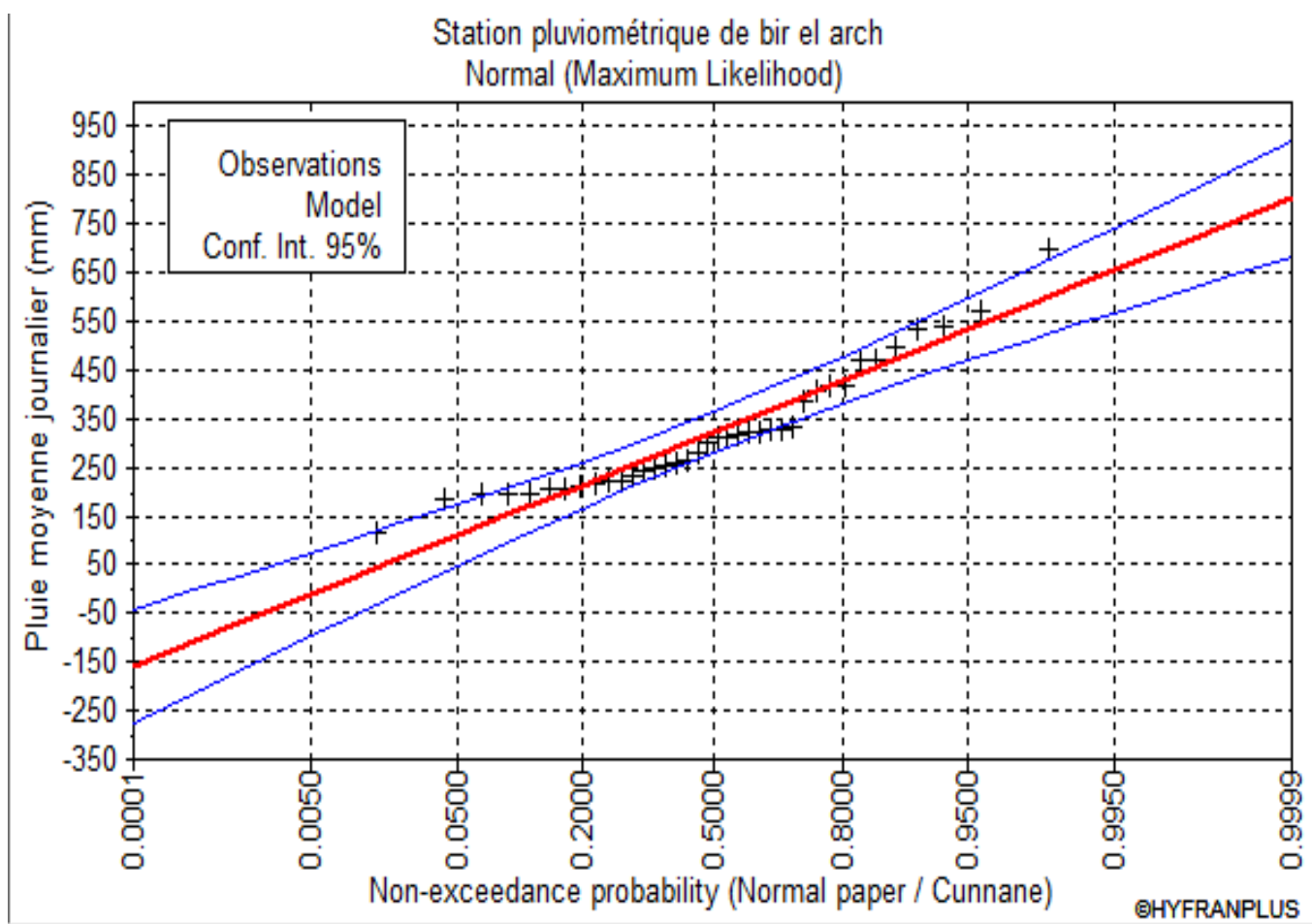


Figure III- 2: Ajustement graphique à la loi de Gauss

A. Test d'adéquation de Khi-deux « χ^2 » :

Le but de l'application du test de Khi-deux de Pearson est de juger la compatibilité d'une loi statistique sur un échantillon donné de taille N. Pour connaître la fiabilité de ce test pour chaque ajustement, il faut d'abord calculer la valeur de χ^2 et de déterminer la probabilité correspondante à partir de la table de la fonction Khi-deux en fixant un seuil de signification α ; pour ce faire deux hypothèses sont imposées :

- H0 : si $P(\chi^2) \geq \alpha$
- H1 : si $P(\chi^2) < \alpha$

Dans notre cas, la valeur de χ^2 pour chaque loi a été calculée à l'aide du logiciel Hyfran ainsi que sa probabilité P (χ^2).

- $\chi^2 = 14.63$ et $P(\chi^2) = 0.0121 > 0,01$ pour la loi Gauss.

L'application du test khi-deux χ^2 dans notre travail montre que la lois s'ajustent.

La visualisation des courbes est aussi un indicateur fiable sur le modèle à choisir, donc la visualisation montrent que :

- D'après les graphiques des ajustements, Les valeurs des Pmoy annuelles s'ajustent d'une façon presque similaire au loi statistique Gausse pour la station de Bir El Arch.

Tableau III- 12 : Résultat du test de Pearson χ^2

Loi d'ajustement	Nombre de paramètres m	Degré Delibéré y	$\chi^2_{calculé}$	$\chi^2_{théorique}$	Observation
Gauss	8	5	14.63	15.09	$\chi^2_{calculé} < \chi^2_{théorique}$ Condition vérifiée

A partir du tableau de Pearson on peut tirer la valeur de χ^2 théorique, tel que :

Le test de **khi-2** montre que la loi présente une adéquation sur la table de Pearson :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet \alpha=0.01 \\ \bullet \gamma=5 \end{array} \right. \rightarrow \chi^2 \text{ théorique} = 15.09$$

Donc:

$$\chi^2 \text{ calculée} < \chi^2 \text{ théorique}$$

Après examen des ajustements obtenus, il ressort que **la loi GAUSS** ajuste mieux la série des pluies annuelles à la station de Bir El Arch

III-4 Détermination de l'année de calcul :

Le but principal de la détermination de l'année de calcul, est de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, c'est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%). Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

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

D'après le tableau d'ajustement de la loi Gauss on trouve :

$$P_{80\%} = 322 \text{ mm} \quad \text{et} \quad P_{50\%} = 431 \text{ mm} \quad \text{d'où} : \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 0.74$$

On remarque que :

$$\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} < 1$$

Donc $P_{t,80\%}$ de chaque mois est donnée dans le tableau suivant :

Tableau III- 13 : Année de calcul

Mois	Sep	oct	Nov	Dec	Jan	fev	Mars	avril	Mai	juin	Juil	Aout
Pmoy (mm)	44,3	45,5	40,1	46,2	46,7	38,9	44,7	45,2	49,7	29,8	17,9	13,2
P80% (mm)	33,23	34,13	30,08	34,65	35,025	29,15	33,53	33,9	37,28	22,35	13,43	9,9

Conclusion :

L'étude hydrologique a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80%, afin de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, afin de satisfaire ses besoins.

Pour le dimensionnement de notre réseau d'irrigation on va prendre l'année de pluie mensuelle par la loi d'ajustement de Gauss.

Chapitre IV : Besoin en eau des cultures

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

IV -Introduction

L'objet de ce chapitre est de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des calculs précédemment définis, pour compenser le déficit hydrique de la couche de sol active.

L'eau apportée aux plantes est libérée par la transpiration des feuilles, Le reste est évaporé par le sol. La combinaison de ces deux effets est l'évapotranspiration, à partir duquel nous déterminons les besoins en eau des cultures.

IV -1 Occupation culturelle prévues :

Afin de quantifier les besoins en eau des cultures, il faut étudier et prévoir l'évolution de la répartition culturelle de la situation la plus existante et celle projetée dans le périmètre. Ce passage permettra l'augmentation des superficies occupées par les cultures rémunératrices. Tels que : le maraichère en plein champs, ainsi que l'arboriculture fruitée.

IV -1-1 Situation actuelle

Le système agraire de périmètre El Eulma peut être défini comme un classique système agraire extensif privilégiant l'assolement biennal (céréales – jachère) en association avec l'élevage ovin et bovin.

La situation actuelle des cultures à la zone à aménager se résume dans le tableau suivant :

Tableau IV- 1: Occupation agricole actuelle

Occupation	Surface agricole (ha)	Répartition (%)
Maraichères	232	20%
Céréale	260	22.4%
Arboriculture	638	55%
Forêt	12.5	1.08%
Terrain de parcours	16.5	1.40%
Autres	1	0.08%
Total	1160	100%

Source: Enhyd

IV -1-2 Occupation prévue:

L'objectif de la mise en irrigation est de transformer à moyen terme l'actuel système agraire biennal, en un système de polyculture tout en augmentant les céréales ce qui réduira par la suite la jachère et encourageant les cultures intensives (maraichères et l'arboriculture) et les cultures fourragères, afin d'augmenter le taux d'occupation du sol, et dynamiser la croissance économique du secteur agricole qui se traduira par une élévation des revenus des agriculteurs, et une offre importante en travail.

Cultures proposées pour la zone d'étude :

La gamme des cultures proposées relative aux cultures envisageables dans notre scénario est indiquée dans le tableau suivant :

Tableau IV- 2 : Gamme des cultures proposées pour la zone d'étude.

Cultures		Surface (%)	Surface (ha)
Céréaliculture	Blé	20	232
	Orge en vert		
Fourragère	Luzerne	5	58
Maraîchères	Pomme de terresaïson	20	232
	Choux		
	Tomate		
	Oignon vert		
	Ail		
	Concombre		
	Carotte		
Cultures arboricoles	Pécher	55	638
	Pommier		
	poirier		
Total		100%	1160

Rotation et Assolement:

La pratique des assolements a pour but principal de maximiser les revenus et minimiser les risques de la fertilité de sol, d'une année à l'autre, elle permet l'association et la combinaison des grandes classes de cultures, à savoir : les maraîchages, arboriculture, céréaliculture, les cultures fourragères suivant la taille des exploitations, les moyens financiers, les capacités techniques et de la gestion des agriculteurs.

La rotation des cultures consiste à ne pas cultiver deux années de suite une plante, ou plutôt une famille de plantes, sur une même parcelle du potager. Concrètement, on change chaque année le plan du potager et pour les cultures à plus grande échelle, on change le plan des parcelles entières. Ainsi, les agriculteurs-partenaires de Bonduelle évitent de cultiver une parcelle deux années de suite avec les mêmes légumes, pour donner à leur terre le temps de se régénérer. En langage technique, on parle aussi d'assolement.

La rotation des cultures a plusieurs avantages :

- **Réduire la propagation des parasites.** De nombreux parasites (bactéries, virus, champignons) spécifiques à tel ou tel légume sont coriaces : ils restent dans le sol d'une année sur l'autre. En déplaçant la plante, on perturbe leur cycle de vie, limitant ainsi leur propagation sans avoir besoin de pesticides pour les éradiquer.
- **Préserver le sol.** Les familles de légumes n'ont pas toutes les mêmes besoins. Elles prélèvent dans le sol des éléments nutritifs spécifiques, à différents niveaux de profondeur selon leur système racinaire. Si on n'alterne pas, le sol risque d'être considérablement appauvri au bout de plusieurs saisons. Sa structure même peut être impactée. De plus, certains légumes sont particulièrement gourmands, quand d'autres, comme les légumineuses, ont au contraire l'avantage d'enrichir naturellement le sol.

En pratique

La rotation des légumes se prévoit selon un plan pluriannuel, qui compte généralement 3 ou 4 ans.

Le plan du potager s'établit en alternant de façon optimale 4 groupes de végétaux :

- Les légumes-graines ou légumineuses (haricots, fèves, pois...), qui enrichissent la terre en azote, et que l'on appelle aussi de ce fait « engrais verts ».
- Les légumes-feuilles (salades, choux, épinards, poireaux...), qui ont besoin d'un sol riche en éléments nutritifs et dont la plupart aiment particulièrement l'azote.
- Les légumes-racines (carotte, betterave, navet...) et bulbeux (ail, oignon, échalote ...), plus ou moins exigeants, qui puisent leurs nutriments en profondeur.
- Les légumes-fruits (tomate, aubergine, courgette...), qui sont plutôt gourmands.

Une exception : les légumes vivaces ou perpétuels (asperges, artichauts...), qui peuvent rester sur la même parcelle pendant plusieurs années.

Les assolements proposés :

Assolement n°1 : Maraîchage intensif avec cinq alternatives, conçu pour les petites exploitations situées dans les zones inaptées pédologiquement et climatiquement aux cultures de primeurs. Il est composé de quatre cultures maraîchères d'hiver et quatre cultures maraîchères d'été.

Tableau IV- 3 : Assolement 1 - Purement maraîcher plein champ

Soles	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.
0,6ha	Melon			Pomme de terre primeur				Pastèque				
0,6ha	Past.		Carotte									
0,6ha	Tomate						Petit pois					
0,6ha	Chou vert							Oignon sec				
0,6ha	Oign.		Pomme de terre primeur				Melon					

Assolement n°2 : Maraîchage plein champ intensif, avec cinq alternatives, conçu pour des exploitations de tailles supérieures à 10ha et dont les potentialités en sol ne permettent pas la mise en place de céréales ou fourrages. Cet assolement est caractérisé par la dominance de la culture de pomme de terre, qui sera présente en primeur et en arrière-saison.

Tableau IV- 4 : Assolement 2 : Association de Maraîcher avec l’arboriculture ou la vigne

Soles	Août	Sept	Oct	Nov	Déc.	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	
10ha	choux			Pomme de Terre primeur					Haricot vert				
10ha	H.vert	Carotte									Poivron		
											Tomate		
10ha	Poivron					Petit pois							
	Tomate												
10ha	Pomme de terre arr. saison										Pastèque		
10ha	Past.			Pomme de terre primeur						Melon			

Assolement n°3 : Composé de céréale et fourrage, conçu pour les exploitations d’une superficie de 30ha et plus. Cet assolement comporte deux alternatives : une, par culture de céréale, l’autre, par culture des fourrages. Les calendriers d’occupation des sols, ci-après, synthétisent les trois assolements sus- cités et donnant ainsi les cultures caractéristiques de chaque assolement.

Tableau IV- 5: Assolement 3 : Céréales et fourrages

Soles	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill
30ha			Orge									
30ha				Avoine								
30ha			Blé									

Calendrier d’occupation des sols :

L’occupation agricole des sols, relative aux cycles culturels retenue pour le projet, est tracée dans le calendrier ci-dessous :

Tableau IV- 6 : Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux.

Cultures	Sept	Oct	nov	dec	jan	fev	Mars	Avril	Mai	Juin	juil	aout
Céréales												
Blé			←	←	←	←	←	←	←	←	←	
orge vert			←	←	←	←	←	←	←	←	←	
Fourrage												
Luzerne	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
Maraichage plein champs												
Pomme de terre	←	←	←	←								
Choux	←	←	←	←								
Tomate							←	←	←	←	←	
Oignon		←	←	←	←	←						
concombre									←	←	←	←
Ail		←	←	←	←	←						
Carotte	←	←	←	←	←							
Haricot	←	←									←	←
Arbres de fruits à pépins												
Pécher	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
Pommier	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
poirier	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←

IV-3 Besoins en eau du périmètre

Les besoins en eau des cultures peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celle-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal. Pour cela on définit :

IV -3-1 L'évapotranspiration

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, de m³/ha/jour, en m³/ha/mois, ou en m³/ha/an. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours ou par mois ou par an.

On distingue : l'évapotranspiration de référence (ET₀) et l'évapotranspiration maximale (ETM).

IV-3-1-1 L'évapotranspiration de référence (ET₀) :

L'évapotranspiration de référence (ET₀) est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant bien alimenté en eau lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation.

C'est l'évapotranspiration d'une culture (généralement le gazon) bien fournie en eau ou le soiest à sa capacité de rétention, autrement dit c'est la limite maximum de l'évapotranspiration.

IV-3-1-2 L'évapotranspiration Maximale (ETM) ou Besoins en eau des cultures (ET_c):

Lorsque l'eau n'est plus un facteur limitant au niveau de l'absorption racinaire (conditions hydriques optimales), la régulation stomatique est minimale et l'évapotranspiration de la culture pendant un stade végétatif est maximal.

Dans ce cas, les besoins en eau des cultures se calculent comme suit :

$$ETM = K_c \times ET_0 \dots\dots\dots (IV.1)$$

Avec :

- **K_c** : Représente le coefficient cultural, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.
- **ET₀**: Évapotranspiration de référence.

IV-3-2 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence (ETP ou ET₀)

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs méthodes :

- Évapotranspiromètre (mesures directes).
- Stations expérimentales.
- Formules empiriques.

Il existe plusieurs formules empiriques parmi lesquelles, on peut citer :

- Formule de Thornthwaite (1948).
- Formule de Penman.
- Formule de Blaney- Criddle (1959).
- Formule de Turc (1960).
- Formule de Bouchet (1960).

Dans notre cas, nous avons estimé l'évapotranspiration de référence E_{t0} par la méthode de Penman-Monteith.

• **Calcul de l'évapotranspiration de référence (ET₀) par la formule Penman Monteith :**

La détermination de l'évapotranspiration de référence (E_{T0}) est calculée en se basant sur la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots \dots \dots (IV.2)$$

Avec:

- E_{T0} : évapotranspiration de référence [mm jour-1]
- R_n : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour-1]
- G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour-1]
- T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]
- u_2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹]
- e_s : Pression de vapeur saturante [kPa]
- e_a : Pression de vapeur réelle [kPa]
- $e_s - e_a$: Déficit de pression de vapeur saturante [kPa]
- γ : Constante psychrométrique [kPa °C⁻¹]
- Δ : Pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹]

Pour les calculs, nous avons appliqué le logiciel **CROPWAT version 8.0 de la FAO**, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Sétif.

- **Température** : Températures minimales et maximales mensuelles en (°C).
- **Humidité de l'air** : Humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- **Insolation journalière** : Donnée en heures d'insolation en (heures).
- **Vitesse de vent** : Vitesse du vent peut être introduite en (m/s).

Le tableau suivant présente l'évapotranspiration de référence (E_{T0}), calculée à l'aide du logiciel CROPWAT.

Tableau IV- 7 : Calcul de l'évapotranspiration.

Evapotranspiration de référence ET_0 de Penman et Monteith							
Pays : Algérie			Station : Sétif			Altitude : 952m	
Mois	T_{min} °C	T_{max} °C	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (heures)	Radiation MJ/m ² /jour	ET0 Mm/mois
Janvier	1,8	9,7	76	13,35	5,8	35,44	28,66
Février	2,2	11,7	69	15,4	7,3	36,40	41,97
Mars	4,5	14,7	63	16,55	7,7	32,08	66,18
Avril	6,1	17,1	59	13,8	8,7	36,96	92,01
Mai	11,4	23,4	53	17,05	9,7	37,36	129,85
Juin	15,8	29,5	41	14,05	10,8	31,12	168,37
Juillet	19,2	33,1	35	14,95	11,5	35,76	205,66
Aout	19,4	32,8	38	15,95	10,4	36,16	188,9
Septembre	15,3	27,1	54	16,45	8,8	39,76	100,17
Octobre	11,1	21,3	62	14,35	7,5	23,84	76,89
Novembre	5,9	15,2	71	17,55	6,3	10,56	37,84
Décembre	2,6	10,5	77	14,5	5,7	14,32	24,85

IV -4 Calcul de la pluie efficace

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations qui contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation en profondeur etc.

Ces pertes sont estimées à 20% de la pluie tombée. Pour l'appréciation de la pluie efficace on distingue

Avec:

$$P_{eff} = 0.8 \times P_{moy} \dots \dots \dots (IV.3)$$

-: C'est la pluie moyenne mensuelle.

Dans le cas, où la pluie efficace (P_{eff}) est inférieure à 5mm, P_{eff} est remise à zéro.

IV-5 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :

Avec :

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU) \dots\dots\dots (IV.4)$$

- **B** : Besoin en eau d'irrigation (mm).
- **E.T.M** : évapotranspiration (mm/mois).
- **P_{eff}** : Pluie efficace.
- **RFU** : C'est la réserve facilement utilisable par les cultures, dans cette approche elle exprime l'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures.

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z \quad (IV.5)$$

Avec:

- **H_{cc}** : Humidité a la capacité aux champs (26%).
- **H_{pf}** : Humidité au point de flétrissement (16%).
- **D_a**: densité apparente (1.4).
- **Y**: degré de tarissement (2/3).
- **Z** : profondeur d'enracinement en mm.

Remarque : L'irrigation est faite lorsque **Bh** (bilan hydrique) <0.

$$Bh = \text{entrées} - \text{sorties} < 0$$

La RFU réel est égale au max en hiver, à 0 en été et à 2/3 et 1/2 ou 1/3 en printemps et en automne

IV-6 Estimation des besoins en eau des cultures

Les besoins en eau de chaque culture sont donnés dans les tableaux suivant :

On a résumé le calcul des besoins en eaux du blé :

Tableau IV- 8: Estimation des besoins en eau du blé.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo (mm)	RFU_reel (mm)	KC	ETM (mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17						
Octobre	34,13	27,30	76,89						
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,3	30	15,14	0,4	15,14	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,5	50	15,14	0,7	17,40	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	0,5	50	5,798	0,9	25,79	0
Février	29,18	23,34	41,97	0,6	60	8,6	1	41,97	8,48
Mars	33,53	26,82	66,18	0,6	60	0	1,05	69,49	40,88
Avril	33,90	27,12	92,01	0,6	60	0	1,05	96,61	67,68
Mai	37,28	29,82	129,85	0,6	60	0	1,03	133,75	101,94
Juin	22,35	17,88	168,37	0,6	60	0	0,5	84,19	65,11
Juillet	13,43	10,74	205,66						
Août	9,90	7,92	188,9						

On a résumé le calcul des besoins en eaux de l'orge en vert :

Tableau IV- 9 : Estimation des besoins en eau de l'orge en vert

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo (mm)	RFU_reel (mm)	KC	ETM (mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17						
Octobre	34,13	27,30	76,89						
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,30	22,5	0	0,30	11,4	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,50	37,5	22,5	0,30	7,5	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	0,50	37,5	37,5	0,50	14,3	0
Février	29,18	23,34	41,97	0,60	45	13,5	0,50	21,0	0
Mars	33,53	26,82	66,18	0,60	45	22,5	1,00	66,2	15,07
Avril	33,90	27,12	92,01	0,60	45	22,5	1,15	105,8	54,38
Mai	37,28	29,82	129,85	0,70	52,5	0	1,00	129,9	98,04
Juin	22,35	17,88	168,37						
Juillet	13,43	10,74	205,66						
Août	9,90	7,92	188,9						

On a résumé le calcul des besoins en eaux de luzerne :

Tableau IV- 10: Estimation des besoins en eau de luzerne

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo (mm)	RFU_reel (mm)	KC	ETM (mm/mois)	Bes (mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	0,4	30	0	0,5	50,085	21,73
Octobre	34,13	27,30	76,89	0,4	30	15,0	0,65	49,9785	5,86
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,7	52,5	17,5	0,7	26,488	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,9	67,5	52,5	0,8	19,88	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	1	75	25	0,9	25,794	0
Février	29,18	23,34	41,97	1,2	90	30	0,95	39,8715	0
Mars	33,53	26,82	66,18	1,2	90	30	1,05	69,489	10,88
Avril	33,90	27,12	92,01	1,2	90	30	1,05	96,6105	37,68
Mai	37,28	29,82	129,85	1,2	90	0	1,15	149,3275	117,52
Juin	22,35	17,88	168,37	1,2	90	0	1,2	202,044	182,97
Juillet	13,43	10,74	205,66	1,2	90	0	1,05	215,943	207,50
Août	9,90	7,92	188,9	1,2	90	0	1,05	198,345	186,89

Vu les besoins très importants en été, les agriculteurs fauchent la luzerne fin Avril-Mai pour éviter d'apporter des quantités très importantes et où le secteur responsable ne leurs alloue ce volume d'eau.

On a résumé le calcul des besoins en eaux de haricot :

Tableau IV- 11: Estimation des besoins en eau de haricot.

Mois	Pmoy (mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo (mm)	RFU_reel (mm)	KC	ETM (mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	0,7	52,5	0	0,95	95,16	66,81
Octobre	34,13	27,30	76,89	0,7	52,5	17,5	0,85	65,36	18,74
Novembre	30,08	24,06	37,84						0
Décembre	34,65	27,72	24,85						0
Janvier	35,03	28,02	28,66						0
Février	29,18	23,34	41,97						0
Mars	33,53	26,82	66,18						0
Avril	33,90	27,12	92,01						0
Mai	37,28	29,82	129,85						0
Juin	22,35	17,88	168,37	0,5	37,5	0	0,5	84,19	65,11
Juillet	13,43	10,74	205,66	0,6	45	0	0,65	133,68	125,23
Août	9,90	7,92	188,9	0,7	52,5	0	0,95	179,46	168,00

Pour le Concombre:

Tableau IV- 12: Estimation des besoins en eau du concombre

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo (mm)	RFU_reel (mm)	KC	ETM (mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17						
Octobre	34,13	27,30	76,89						
Novembre	30,08	24,06	37,84						
Décembre	34,65	27,72	24,85						
Janvier	35,03	28,02	28,66						
Février	29,18	23,34	41,97						
Mars	33,53	26,82	66,18						
Avril	33,90	27,12	92,01						
Mai	37,28	29,82	129,85	0.4	30	0	0,42	54,537	22,73
Juin	22,35	17,88	168,37	0.45	33,75	0	0,65	109,441	90,37
Juillet	13,43	10,74	205,66	0.5	37,5	0	0,85	174,811	166,36
Août	9,90	7,92	188,9	0.6	45	0	0,85	160,565	149,11

On a résumé le calcul des besoins en eaux de l'ail et de l'oignon ci-dessous :

Tableau IV- 13: Estimation des besoins en eau de l'oignon et de l'ail l'oignon.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo (mm)	RFU_reel (mm)	KC	ETM (mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17						
Octobre	34,13	27,30	76,89	0.3	22,5	0	0.5	38,445	9,33
Novembre	30,08	24,06	37,84	0.4	30	7,5	0.75	28,38	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	0.4	30	30	1	24,85	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	0.4	30	30	1	28,66	0
Février	29,18	23,34	41,97	0.4	30	10	0.75	31,4775	0
Mars	33,53	26,82	66,18						
Avril	33,90	27,12	92,01						
Mai	37,28	29,82	129,85						
Juin	22,35	17,88	168,37						
Juillet	13,43	10,74	205,66						
Août	9,90	7,92	188,9						

On a résumé le calcul des besoins en eaux de la tomate ci-dessous :

Tableau IV- 14: Estimation des besoins en eau de la tomate.

Mois	Pmoy(mm)	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z(m)	RFU_Theo(mm)	RFU_reel(mm)	KC	ETM(mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17						
Octobre	34,13	27,30	76,89						
Novembre	30,08	24,06	37,84						
Décembre	34,65	27,72	24,85						
Janvier	35,03	28,02	28,66						
Février	29,18	23,34	41,97						
Mars	33,53	26,82	66,18	0.7	52,5	0	0,5	33,09	4,48
Avril	33,90	27,12	92,01	0.9	67,5	0	0,85	78,21	49,28
Mai	37,28	29,82	129,85	1.2	90	0	1,15	149,33	117,52
Juin	22,35	17,88	168,37	1.2	90	0	0,9	151,53	132,46
Juillet	13,43	10,74	205,66						
Août	9,90	7,92	188,9						

Pour la pomme de terre :

Tableau IV- 15 : Estimation des besoins en eau de la pomme de terre.

Mois	Pmoy(mm)	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z(m)	RFU_Theo(mm)	RFU_reel(mm)	KC	ETM(mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17						
Octobre	34,13	27,30	76,89	0,40	30	0	0,50	38,445	9.33
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,60	45	10	0,70	26,488	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,60	45	15	1,00	24,85	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	0,60	45	45	0,75	21,495	0
Février	29,18	23,34	41,97						
Mars	33,53	26,82	66,18						
Avril	33,90	27,12	92,01						
Mai	37,28	29,82	129,85						
Juin	22,35	17,88	168,37						
Juillet	13,43	10,74	205,66						
Août	9,90	7,92	188,9						

On a résumé le calcul des besoins en eaux des choux ci-dessous :

Tableau IV- 16 : Estimation des besoins en eau des choux.

Mois	Pmoy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo (mm)	RFU_ree l (mm)	KC	ETM (mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	0,30	22,5	0	0,50	50,09	21,73
Octobre	34,13	27,30	76,89	0,40	30	7,5	0,70	53,82	17,20
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,50	37,5	10	0,95	35,95	0,28
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,60	45	12,5	0,80	19,88	0
Janvier	35,03	28,02	28,66						
Février	29,18	23,34	41,97						
Mars	33,53	26,82	66,18						
Avril	33,90	27,12	92,01						
Mai	37,28	29,82	129,85						
Juin	22,35	17,88	168,37						
Juillet	13,43	10,74	205,66						
Août	9,90	7,92	188,9						

Pour les carottes:

Tableau IV- 17 : Estimation des besoins en eau des carottes.

Mois	Pmoy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo (mm)	RFU_ree l (mm)	KC	ETM (mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	0,3	22,5	0	0,42	70,12	41,77
Octobre	34,13	27,30	76,89	0,6	45	11,25	0,70	69,20	28,83
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,9	67,5	15	0,81	39,73	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,9	67,5	67,5	0,77	24,85	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	0,9	67,5	67,5	0,57	27,23	0
Février	29,18	23,34	41,97						
Mars	33,53	26,82	66,18						
Avril	33,90	27,12	92,01						
Mai	37,28	29,82	129,85						
Juin	22,35	17,88	168,37						
Juillet	13,43	10,74	205,66						
Août	9,90	7,92	188,9						

On a résumé le calcul des besoins en eaux de poirier ci-dessous :

Tableau IV- 18 : Estimation des besoins en eau de poirier

Mois	Pmoy(mm)	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo(mm)	RFU_reel (mm)	KC	ETM(mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	1,5	112,5	0	0,95	95,16	66,81
Octobre	34,13	27,30	76,89	1,5	112,5	37,5	0,95	73,05	6,43
Novembre	30,08	24,06	37,84	1,5	112,5	37,5	0,95	35,95	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	1,5	112,5	37,5	0,9	22,37	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	1,5	112,5	37,5	0,8	22,93	0
Février	29,18	23,34	41,97	1,5	112,5	37,5	0,7	29,38	0
Mars	33,53	26,82	66,18	1,5	112,5	37,5	0,5	33,09	0
Avril	33,90	27,12	92,01	1,5	112,5	37,5	0,5	46,01	0
Mai	37,28	29,82	129,85	1,5	112,5	0	0,5	64,93	33,12
Juin	22,35	17,88	168,37	1,5	112,5	0	0,6	101,02	81,95
Juillet	13,43	10,74	205,66	1,5	112,5	0	0,6	123,40	114,95
Août	9,90	7,92	188,9	1,5	112,5	0	0,7	132,23	120,77

On a résumé le calcul des besoins en eaux de pêcher ci-dessous :

Tableau IV- 19: Estimation des besoins en eau du pêcher.

Mois	Pmoy(mm)	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo(mm)	RFU_reel (mm)	KC	ETM(mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	1,50	112,5	0	0,7	70,12	41,77
Octobre	34,13	27,30	76,89	1,50	112,5	0	0,9	69,20	40,08
Novembre	30,08	24,06	37,84	1,50	112,5	23,07	0,9	34,06	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	1,50	112,5	11,35	0,9	22,37	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	1,50	112,5	22,37	0,7	20,06	0
Février	29,18	23,34	41,97	1,50	112,5	6,69	0,65	27,28	0
Mars	33,53	26,82	66,18	1,50	112,5	9,1	0,55	36,40	0
Avril	33,90	27,12	92,01	1,50	112,5	12,13	0,55	50,61	9,54
Mai	37,28	29,82	129,85	1,50	112,5	0	0,55	71,42	39,61
Juin	22,35	17,88	168,37	1,50	112,5	0	0,55	92,60	73,53
Juillet	13,43	10,74	205,66	1,50	112,5	0	0,55	113,11	104,67
Août	9,90	7,92	188,9	1,50	112,5	0	0,55	103,90	92,44

On a résumé le calcul des besoins en eaux du pommier ci-dessous :

Tableau IV- 20 : Estimation des besoins en eau du pommier

Mois	Pmoy(mm)	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z(m)	RFU_Theo(mm)	RFU_reel(mm)	KC	ETM(mm/mois)	Bes(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	1,5	112,5	0	0,95	95,16	66,81
Octobre	34,13	27,30	76,89	1,5	112,5	37,5	0,95	73,05	6,43
Novembre	30,08	24,06	37,84	1,5	112,5	37,5	0,95	35,95	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	1,5	112,5	37,5	0,9	22,37	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	1,5	112,5	37,5	0,8	22,93	0
Février	29,18	23,34	41,97	1,5	112,5	37,5	0,7	29,38	0
Mars	33,53	26,82	66,18	1,5	112,5	37,5	0,5	33,09	0
Avril	33,90	27,12	92,01	1,5	112,5	37,5	0,5	46,01	0
Mai	37,28	29,82	129,85	1,5	112,5	0	0,5	64,93	33,12
Juin	22,35	17,88	168,37	1,5	112,5	0	0,6	101,02	81,95
Juillet	13,43	10,74	205,66	1,5	112,5	0	0,6	123,40	114,95
Août	9,90	7,92	188,9	1,5	112,5	0	0,7	132,23	120,77

L'ensemble des besoins en eaux des cultures sont résumés dans ce tableau suivant :

Tableau IV- 21 : Récapitulatif des besoins en eau des cultures

Cultures	% d'occupation	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total (mm)
Blé	10,00%						8,48	40,88	67,68	101,94	65,11			284,09
Orge en vert	10,00%							15,07	54,38	98,04				167,49
Luzerne	5,00%	21,73	5,86					10,88	37,68	117,52	182,97	207,5	186,89	771,03
Choux	2,50%	21,73	17,2	0,28										39,21
Tomate	2,50%							4,48	49,28	117,52	132,46	0	0	303,74
Oignon-Ail-pomme de terre	7,50%		9,33											9,33
Carotte	2,50%	41,77	28,83											70,60
Concombre	2,50%									22,73	90,37	166,36	149,11	428,57
Haricot	2,50%	66,81	18,74								65,11	125,23	168	443,89
Pécher	18,36%	41,77	40,08						9,54	39,61	73,53	104,67	92,44	401,64
Pommier	18,36%	66,81	6,43							33,12	81,95	114,95	120,77	424,03
poirier	18,28%	66,81	6,43							33,12	81,95	114,95	120,77	424,03
	100,00%													

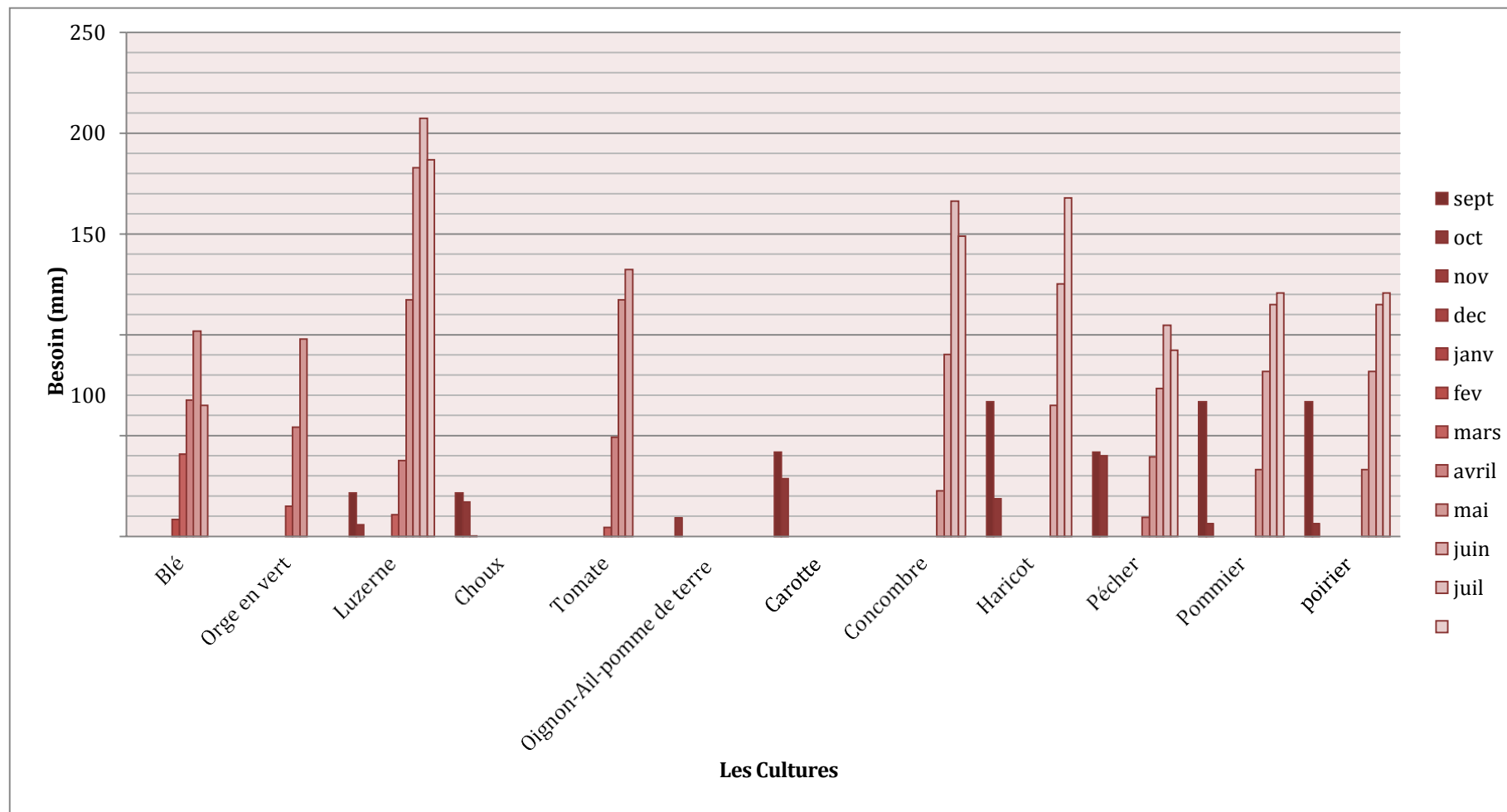
Les besoins d'irrigation en plan cultural sont présentés dans le tableau suivante

Tableau IV- 22: Besoin d'irrigation en plan cultural.

Cultures	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Blé						6885,76	33194,56	54956,16	82775,28	52869,32			230681,08
Orge en vert							12236,84	44156,56	79608,48	0,00			136001,88
Luzerne	8822,38	2379,16					4417,28	15298,08	47713,12	74285,82	84245,00	75877,34	313038,18
Choux	4411,19	3491,60	56,84										7959,63
Tomate							909,44	10003,84		23856,56	26889,38		61659,22
Oignon-Ail-pomme de terre		5681,97											5681,97
Carotte	8479,31	5852,49											14331,80
Concombre									4614,19	18345,11	33771,08	30269,33	86999,71
Haricot	13562,43	3804,22								13217,33	25421,69	34104,00	90109,67
Pécher	62279,07	59759,28						14224,14	59058,51	109633,23	156062,97	137828,04	598845,24
Pommier	99613,71	9587,13							49381,92	122187,45	171390,45	180068,07	632228,73
poirier	99146,04	9542,12							49150,08	121613,80	170585,80	179222,68	629260,52
Besoins Nets en m ³	296314,13	100097,97	56,84	0,00	0,00	6885,76	50758,12	138638,78	396158,14	539041,44	641476,99	637369,46	2806797,63
Besoins Bruts en m ³	438983,90	148293,29	84,21	0,00	0,00	10201,13	75197,21	205390,79	586900,95	798579,91	950336,28	944251,05	4158218,71
Débit de pointe en m ³ /s	0,20	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,10	0,27	0,37	0,44	0,44	
Débit spécifique en l/s/ha	0,18	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,23	0,32	0,38	0,38	
Débit Q l/s	203,23	68,65	0,04	0,00	0,00	4,72	34,81	95,09	271,71	369,71	439,97	437,15	

Et voici l’histogramme représentatif de planning d’irrigation :

Figure IV- 1 : Planning d’irrigation.



Le tableau suivant représente les besoins maximal pour chaque mois :

Tableau IV- 23 : Besoins max pour chaque mois

mois	besoin total de chaque mois	qs
sept	327,43	1,68
oct	132,9	0,68
nov	0,28	0
dec	0	0
janv	0	0
fev	8,48	0,04
mars	71,31	0,37
avril	218,56	1,12
mai	563,6	2,90
juin	773,45	3,98
juil	833,66	4,29
aout	837,98	4,31

L'histogramme représentatif des besoins en eau maximal pour chaque mois :

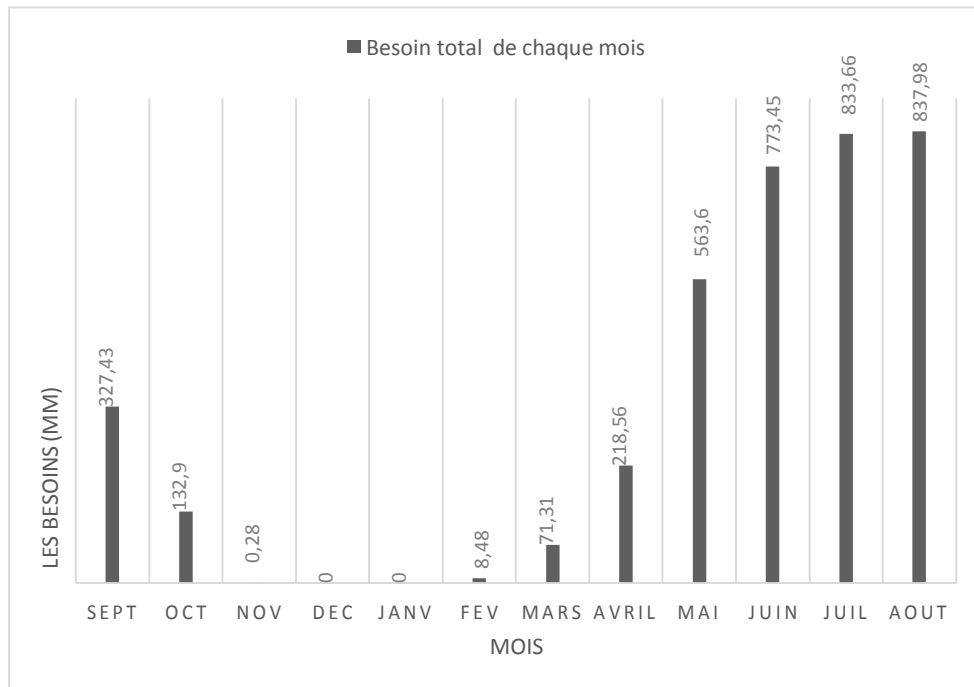


Figure IV- 2 : Histogramme des besoins total

IV -7 Calcul des besoins en eau :**IV-7-1 Calcul des débits spécifiques**

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

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3.6 \times K} \text{ (l/s/ha)} \quad \dots \text{ (IV.6)}$$

- **B_m** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m³/ha.
- **T** : Temps d'irrigation par jour.
- **t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour (t=30 J).
- **K** : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75.

$$q_s = \frac{837.89 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = \mathbf{4.31 \text{ (l/s/ha)}}$$

$$Q_{car} = 4.31 * 1160 = 5000 \text{ l/s}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5, ce qui pourrait aboutir à un surdimensionnement.

Pour estimer le débit spécifique dans ce cas il y a trois méthodes :

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

On prend donc le débit spécifique pour Luzerne durant le mois de pointe (.mois de juillet).

On a B=207.5mm

$$\mathbf{Q_{sp} = 1.06 \text{ (l/s /ha)}}$$

IV-7-2 Loi de débit :

Dans le cadre d'une irrigation à la demande, le débit affecté à chaque prise, sera fonction des caractéristiques de la parcelle à desservir, dont l'importance a été déterminée par l'étude préalable de besoins, de façon à laisser une liberté à l'irrigant, quant à l'organisation de ses arrosages. Les paramètres de la loi de débit sont définis, ci-après :

- Conception des modèles.
- évaluation des besoins en eau du périmètre.
- Analyse de la trame technique et hydraulique.
- Définition des tailles des îlots d'irrigation.

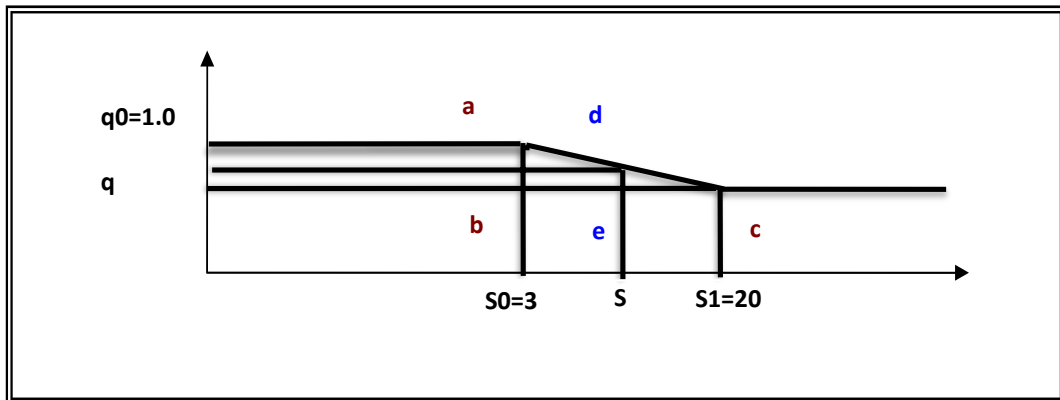


Figure IV- 3: Représentation graphique de la loi de débit.

La loi des débits est donnée sous la forme suivante :

- Pour $S < S_0$: On a : $q < q_0$
- Pour $S_1 < S < S_0$:
On aura : $\frac{(q_1 - q_0)}{(q - q_0)} = \frac{(S_0 - S_1)}{(S_0 - S)} \rightarrow$ D'où : $q = q_0 + (q_1 - q_0) * \frac{(S_0 - S_1)}{(S_0 - S)}$
- Pour $S > S_0$:
On a $q = q_0$

Dans les quelles :

- q_0 : Débit caractéristique du modèle le plus exigeant.
- q_1 : Débit caractéristique moyen des modèles (débit du mois de pointe).
- S_0 : Surface occupée par le modèle le plus exigeant sur la plus longue branche.
- S_1 : Surface occupée par les modèles dont le débit caractéristique est supérieur au débit moyen des modèles.

La lois de débits sont définies pour le périmètre de Sétif :

- Pour $S < 30$: On a : $q < 1.06$
- Pour $30 < S < 200$:
On a : $q = 0.86 + (1.06 - 0.86) * \frac{(200 - 30)}{(200 - S)}$
- Pour $S > S_0$: On a $q = 0.86$

Dans les quelles on

Tableau IV- 24: Débit caractéristique calculé par la loi de débits

	La surface de la culture (ha)	Débit Spécifique (l/s/ha)	débit caractéristiques (l/s)
Blé	116	0,96	111,22
Orge en vert	116	0,96	111,22
Luzerne	58	1,03	59,57
Haricot	29	1,06	30,74
oignon	29	1,06	30,74
Carotte	29	1,06	30,74
Choux	29	1,06	30,74
Tomate	29	1,06	30,74
Pomme de terre	29	1,06	30,74
Concombre	29	1,06	30,74
Ail	29	1,06	30,74
Poirier	213	0,86	183,18
pommier	213	0,86	183,18
Pêcher	212	0,86	182,32
		Totale	1076,62

IV-7-3 Calcul du débit caractéristique

C'est le débit maximum de dimensionnement du réseau d'irrigation. Il est égal à:

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

$$Q \text{ caractéristique} = 1076.62 \text{ l/s}$$

IV-8 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m³ multiplié par la surface de la culture.

On trouve les résultats dans le tableau suivant :

Le tableau suivant présente les besoins totaux avec le volume d'eau :

Tableau IV- 25 : Besoins totaux du périmètre.

	La surface de la culture (ha)	Besoins nets(mm)	Besoins brute(mm)	Efficiencie	Besoins bruts De la culturem ³ /ha	Volumes des besoins en eaux(m ³)
Blé	116	284,09	2840,9	0,75	3787,87	439392,5
Orge en vert	116	167,5	1675	0,75	2233,33	259066,7
Luzerne	58	771,03	7710,3	0,75	10280,40	596263,2
Haricot	29	443,9	4439	0,75	5918,67	171641,3
Oignon	29	9,33	93,3	0,75	124,40	3607,6
Carotte	29	70,6	706	0,75	941,33	27298,7
Choux	29	39,21	392,1	0,75	522,80	15161,2
Tomate	29	303,74	3037,4	0,75	4049,87	117446,1
Pomme de Terre	29	9,33	93,3	0,75	124,40	3607,6
Concombre	29	428,57	4285,7	0,75	5714,27	165713,7
Ail	29	9,33	93,3	0,75	124,40	3607,6
Poirier	213	424,03	4240,3	0,75	5653,73	1204245,2
pommier	213	424,03	4240,3	0,75	5653,73	1204245,2
Pêcher	212	401,64	4016,4	0,75	5355,20	1135302,4
					BESOINTOTAL	5346599.1

- On remarque que le volume total des besoins en eau annuels de notre périmètre est de 5346599.m³, ce volume peut être assuré par le barrage de Draa Diss.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence les besoins en eau d'irrigation des cultures mises en place sur la surface d'étude de **1160 ha**.

Le volume des besoins en eau d'irrigation, réservés à l'irrigation de la surface d'étude sont de l'ordre de 7.46 Hm^3 , prélevés à partir du barrage **Draa diss** d'une capacité totale de **190.5 Mm³**. De ces résultats on peut conclure que la capacité du barrage suffit largement à alimenter la totalité de la surface irriguée.

Chapitre V : Adduction

Chapitre V : adduction

V-1 Introduction :

Le réseau collectif de distribution d'eau, est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ces réseaux de dessert, par les conduites sous pression, est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes à la demande.

C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression, présentée ci-après.

V-2 Organisation et structure du périmètre :

Le schéma d'adduction et de distribution retenu comprend deux étages de distribution pour réduire les variations de pression dues au marnage dans le barrage.

Le premier, nommé étage bas, dessert la zone située entre 900 et 940 m. Avec la limitation à 13 bars dans les conduites (on prend une marge de deux bars pour les régimes transitoires), le niveau du régulateur est donc de 1030 m. Le régulateur de l'étage bas est calé à l'altitude 1030 m, il sera donc placé sur la colline en rive gauche de l'oued Medjez.

Le deuxième étage, nommé étage haut, dessert la zone située entre 940 et 1020 m. Avec la limitation à 13 bars dans les conduites (une marge de deux bars est considérée pour les régimes transitoires), le niveau du régulateur est donc de 1070 m, c'est-à-dire qu'il sera au pied du barrage de Draa Diss. Le régulateur de l'étage haut est donc calé à l'altitude 1070 m, il sera placé au pied du barrage, immédiatement après l'ouvrage de restitution.

La pression maximale dans le réseau est limitée à **15 bars** pour permettre l'utilisation des conduites amiante-ciment de classe 30 et des conduites PVC PN16 (avec une marge de 2 bars pour les régimes transitoires).

Le schéma ci-dessous met en évidence les lignes de charge sur les deux secteurs.

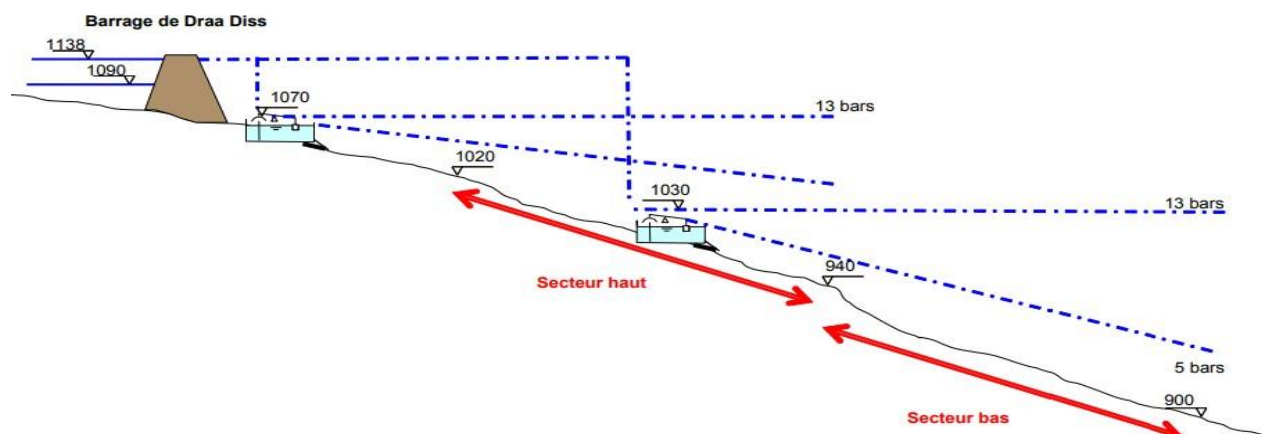


Figure V- 1 : Schéma Retenu de la variante du système d'alimentation

Au niveau du périmètre on cherche à garantir une pression avant borne de **5 bars** sur la totalité de la surface. La pression disponible à la borne est alors d'environ 4 bars, ce permet une irrigation par aspersion des îlots. Seules quelques bornes hautes et très éloignées auraient une pression légèrement inférieure.

En définitif, la création des deux étages, haut et bas, et deux branches Est et Ouest se matérialise par la division du périmètre en 4 secteurs :

- **Secteur 1** : d'une superficie de 4019,21 ha, il se développe au nord de la voie ferrée à l'ouest d'El Eulma,
- **Secteur 2** : sa superficie est de 3699,51 ha et il est limité au Nord par la voie ferrée, à l'ouest et au sud par les limites du périmètre et à l'est par l'ex CW5,
- **Secteur 3** : qui est le plus étendu, il est découpé en deux sous-secteurs, le secteur Est avec 5350,50ha et le secteur ouest avec 3183,34. Il englobe les terres situées au-dessous de la courbe 940,
- **Secteur 4** : il se développe au nord du secteur 3, à l'Est de la ville d'El Eulmasur une superficie de 3885,0 ha.

Ce découpage peut paraître déséquilibré mais résulte de la configuration morphologique et topographique de la zone de projet. On notera également que la limite ouest du secteur 3 aurait pu être le CW 153 or ces terres, comprises entre les CW5 et 153, sont plus proches des adducteurs de la zone Ouest et donc moins pénalisantes en matière de pression.

Dans notre thèse, nous nous intéressons à l'aménagement hydro agricole d'une partie de secteur 4, La figure V .2 de la page suivante montre le découpage en secteurs obtenu.

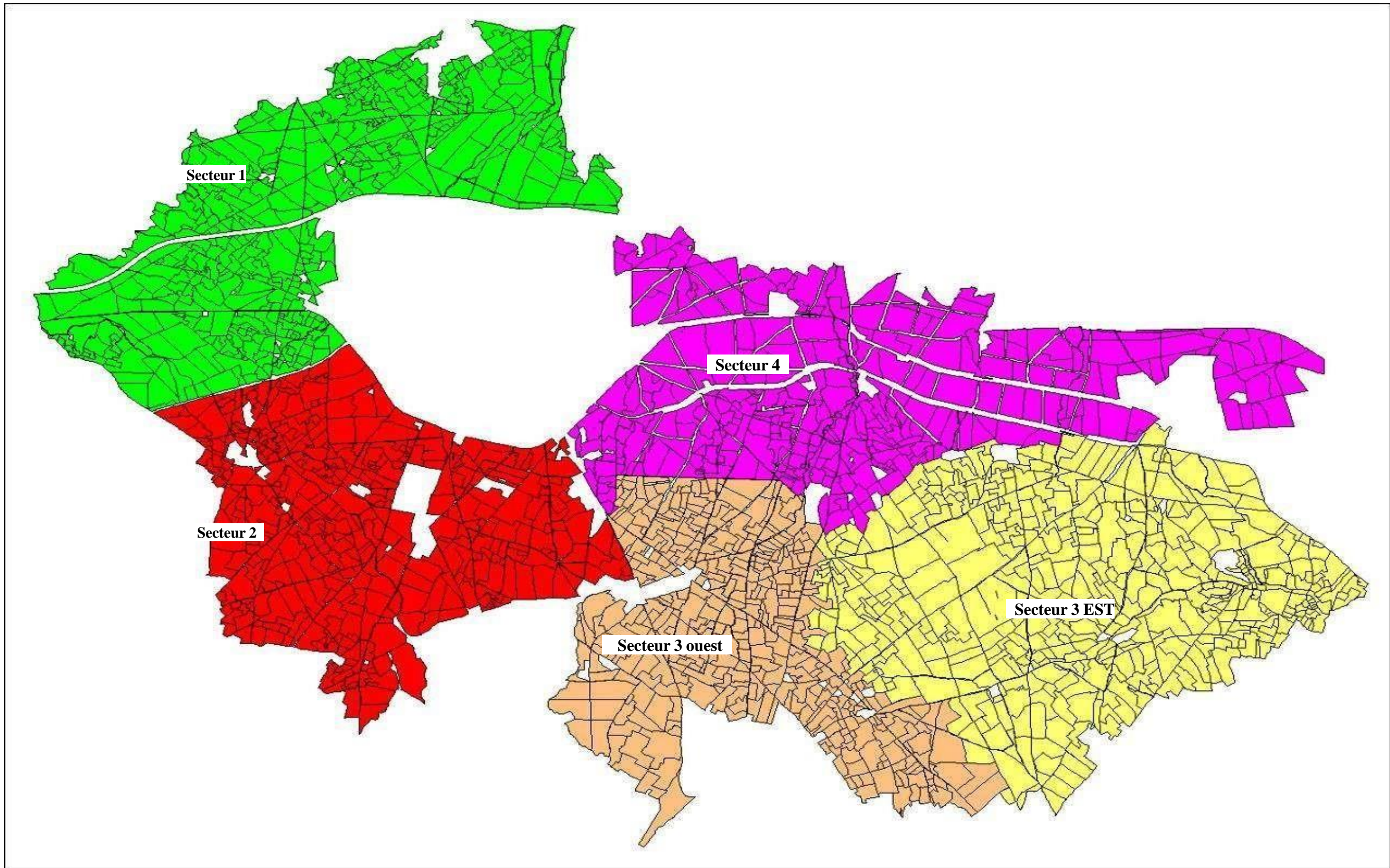


Figure V- 2 : Présentation du périmètre d'EL EULMA et ses secteurs d'irrigation

V-2-1 Adduction :

Les ouvrages d'adduction comprennent :

- L'ouvrage de raccordement à la conduite du barrage de Draa Diss,
- Deux brises charge,
- Deux adducteurs entre les brise-charge et l'entrée dans le périmètre.
- Les adducteurs qui desservent les secteurs entre l'entrée dans le périmètre et les zones de distribution proprement dites.

Le schéma synoptique ci-dessous montre l'agencement des réseaux d'adduction et de distribution.

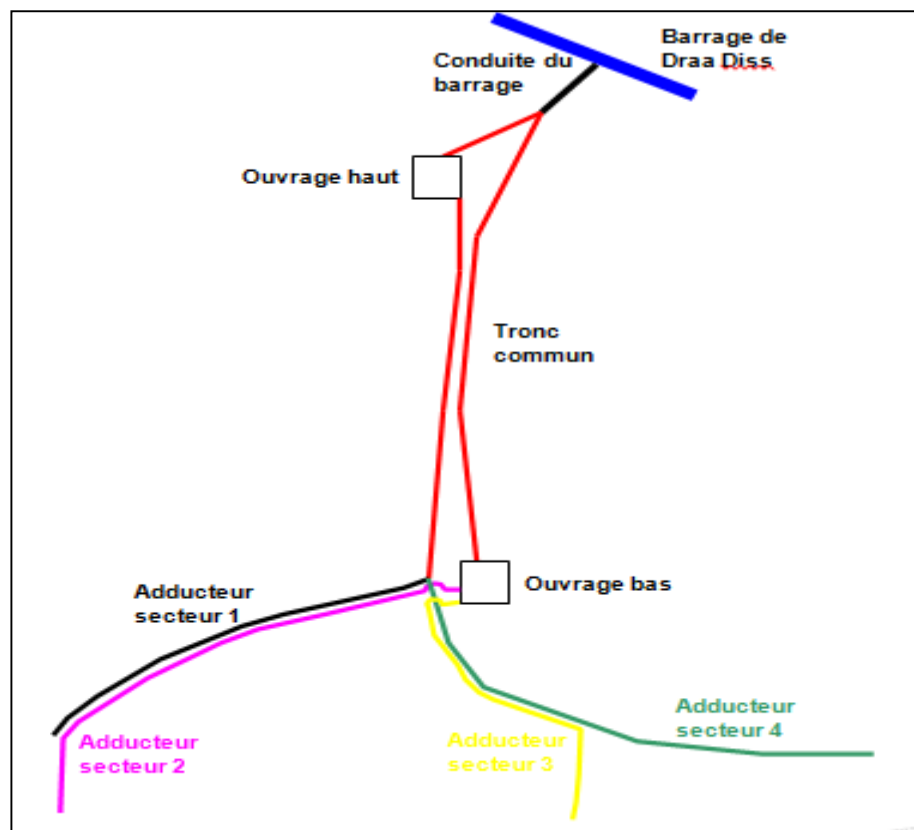


Figure V- 3 : Schéma d'adduction.

V-2-2 Modalités de distribution :

- **Distribution à la demande :**

Cette technique laissant le choix à l'agriculteur d'utiliser sa propre borne ou prise d'irrigation en temps opportun, ce mode est très complexe, car les appels de débits sont totalement aléatoires.

- **Distribution au tour d'arrosage :**

C'est un mode de desserte spécifique et très rigide, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la surface irriguée.

On distingue :

- **Tour d'arrosage à la borne :** Chacune des bornes du réseau reçoit un débit correspondant au débit fictif continu des superficies irriguées qu'elles desservent, chaque Borne est équipée d'un limiteur de débit commun aux différentes prises.

- **Tour d'arrosage à l'antenne :** Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles lors de l'application des modalités précédentes, pourront être trop faibles, D'où l'option de regrouper plusieurs bornes sur une seule antenne donnée.

V -3 Organisation et structure du périmètre :

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

Le périmètre d'EL EULMA est situé à l'aval de barrage de draa diss ; il est organisé en quatre secteurs, la surface totale est de 1160 ha.

V -3-1 Ilots et bornes d'irrigation :

Le terme « Ilot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimenté par une borne d'irrigation. L'organisation d'un périmètre en ilots résulte d'un compromis de plusieurs facteurs topographiques, technico-économique, taille et nombre de parcelles...etc.

On admet généralement que l'implantation des bornes pour les zones de petites et moyennes exploitations doit répondre aux critères suivants :

- Une prise par ilot d'exploitations.
- Quatre (04) prises maximum sur une même borne.
- Bornes implantées en limites d'ilots ou au centre pour les grands ilots.

V-3-2 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

Chaque ilot sera équipé d'un ouvrage de desserte appelé borne d'irrigation, qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément.

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

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au débit de l'ilot.
- Régler la pression.
- Encaisser les suppressions accidentelles.
- Compter les volumes distribués par la prise.

V -3-3 Calcul hydraulique aux bornes :

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

$$Q_b = q_s \cdot S_i \dots\dots\dots (V.1)$$

Avec :

- ✓ **Q_b** : Débit de chaque ilot (l/s).
- ✓ **q_s** : Débit spécifique (l/s/ha).
- ✓ **i** : Superficie de l'ilot (ha).

V -3-4 Choix du diamètre et du type des bornes :

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

Généralement on admet :

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

▪ **Tableau V- 1 :** Type de bornes en fonction de superficie des ilots

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < (11,11) \text{ l/s}$	1 Entrée $\Phi 80,100$	2 sorties $\Phi 65$
Type A4	$Q < (22,22) \text{ l/s}$	2 Entrée $\Phi 80,100$	4 sorties $\Phi 65$
Type B	$(22,22 \text{ l/s}) < Q < (33,33 \text{ l/s})$	2 Entrée $\Phi 80, 100,125$	2 sorties $\Phi 100$
Type C	$Q > (33,33 \text{ l/s})$	2 Entrée $\Phi 80, 100,125$	1 sortie $\Phi 150$

Source: Bayard

Le type des bornes et ses diamètres en fonction des débits sont détaillés comme suit :

Tableau V- 2: Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.

N° Borne	N° Ilot	Superficie (ha)	Débit (l/s)	Type de borne
1	1	2,16	2,29	A2
2	2	7,20	7,63	A2
3	3	21,32	22,60	B
4	4	27,38	29,02	C
5	5	4,35	4,61	A2
6	6	17,28	18,32	A4
7	7	17,56	18,61	A4
8	8	19,79	20,98	A4
9	9	11,26	11,94	A4
10	10	11,65	12,35	A4
11	11	28,66	30,38	C
12	12	5,63	5,97	A2
13	13	13,38	14,18	A4
14	14	3,19	3,38	A2
15	15	36,06	38,22	C
16	16	5,19	5,50	A2
17	17	26,51	28,10	B
18	18	17,54	18,59	A4
19	19	16,75	17,76	A4
20	20	8,09	8,58	A2
21	21	26,75	28,36	B
22	22	18,13	19,22	A4
23	23	12,41	13,15	A4
24	24	13,92	14,76	A4
25	25	15,00	15,90	A4
26	26	26,51	28,10	B
27	27	11,24	11,91	A4
28	28	1,33	1,41	A2
29	29	29,86	31,65	B
30	30	4,33	4,59	A2
31	31	18,26	19,36	A4
32	32	12,32	13,06	A4
33	33	8,20	8,69	A2
34	34	29,71	31,49	B
35	35	10,83	11,48	A4
36	36	4,90	5,19	A2
37	37	5,00	5,30	A2
38	38	3,59	3,81	A2
39	39	25,68	27,22	B
40	40	11,97	12,69	A4
41	41	12,56	13,31	A4
42	42	21,02	22,28	A4
43	43	12,13	12,86	A4
44	44	4,49	4,76	A2
45	45	23,01	24,39	B

Tableau V- 3 : Suit de tableau.

N° Borne	N° Ilot	Superficie (ha)	Débit (l/s)	Type de borne
46	46	27,80	29,47	B
47	47	10,26	10,88	A4
48	48	31,43	33,32	C
49	49	22,78	24,15	B
50	50	24,92	26,42	B
51	51	9,98	10,58	A4
52	52	12,90	13,67	A4
53	53	16,12	17,09	A4
54	54	9,81	10,40	A4
55	55	10,39	11,01	A4
56	56	4,92	5,22	A2
57	57	23,13	24,52	B
58	58	34,40	36,46	C
59	59	17,62	18,68	A4
60	60	24,52	25,99	B
61	61	11,86	12,57	A4
62	62	29,39	31,15	C
63	63	23,35	24,75	B
64	64	2,22	2,35	A2
65	65	10,94	11,60	A4
66	66	18,33	19,43	A4
67	67	29,09	30,84	C
68	68	6,74	7,14	A2
69	69	16,32	17,30	A4
70	70	17,06	18,08	A4
71	71	7,44	7,89	A2

Le périmètre exige 71 bornes pour permettre l'alimentation de l'ensemble des parcelles sur une surface de 1160 ha.

V-4 Description de l'aménagement du périmètre :

V -4-1 Schéma d'adduction :

L'eau du système d'irrigation d'el Eulma sera fournie par le barrage de draadiss situé à 11 km au nord du côté du périmètre. Ce barrage a une capacité utile d'exploitation de 137 Mm³ une cote de crête de 1 140.2m et une cote minimale d'exploitation pour l'irrigation de 1130.2 m.

Cependant, dans le cas où la pression entre la chambre de vanne et la tête du secteur est importante (>10 bars) on préconise soit :

- La réalisation d'un réservoir de stockage (de régulation) pour baisser la charge hydrostatique dans les canalisations.
- L'installation des brises charge.

Etant donné une différence de charge importante supérieure à 11 bars, la variante retenue sera une adduction du barrage vers un bassin (réservoir de régulation) ensuite distribution vers le périmètre d'irrigation.



Figure V- 4 : Image satellitaire non traitée de la localisation de périmètre et conduite d'adduction

V-4-2 Schéma de distribution :(conduites secondaires et tertiaires)

Pour le réseau de distribution, des canalisations secondaires et tertiaires alimenteront les parcelles à partir de la conduite principale.

V-4-3 Dimensionnement du réservoir de distribution

Pour le dimensionnement de ce réservoir c'est un réservoir compartiment .

nous avons pris en considération les données suivantes :

Le volume du réservoir est calculé comme suit :

$$V = Q \cdot T_f \dots\dots\dots (V.2)$$

- Q est le besoin maximum journalier = 1230 l/s = 4428m³/h
- T_f : 2h
- V = 4428*2 = 8856 m³

Donc on prend un volume de 10000 m³

Le bassin ou réservoir projeté est prévu rectangulaire en béton armé situé à une cote de 1050m.

Les dimensions du réservoir sont comme suit :

- Hauteur = 4m.
- Longueur = 60 m.
- Largeur = 37m.

V -5 Dimensionnement du réseau de distribution

Après avoir calculé les débits des ilots, nous procédons au dimensionnement des conduites et qui doit répondre aux normes hydrauliques suivantes :

- On fixe la pression à l'entrée du réseau ensuite on calcul la charge disponible de dimensionnement entre le réservoir et le point d'entrée du réseau et on calcule le diamètre ensuite on normalise.

- **Le calcul du diamètre:**

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 100 \dots\dots\dots (\text{V.3})$$

Avec :

- **Q** : Débit, exprimé en m³/s ;
- **D** : Diamètre exprimé en mm.
- **V** : Vitesse économique de l'ordre de 1.5 m/s.

- **Calcul des pertes de charges :**

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

$$J = \left(\frac{3.592}{CW}\right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \dots\dots\dots (\text{V.4})$$

Avec :

- **Q** : Débit en m³/s.
- **D** : Diamètre de la conduite considérée.
- **CW**: La rugosité des canalisations.
- **L** : La longueur de la conduite.

- **Calcul des Pression :**

Par l'équation de Bernoulli :

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \Delta H \dots\dots\dots (\text{V.5})$$

- **Z** : La cote
- $\frac{P_1}{\rho g}$: La hauteur représentative de la pression
- $\frac{V_1^2}{2g}$: La hauteur représentative de la vitesse
- **ΔH** : Les pertes de charges.

V-6 Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

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

V -6-1 Caractéristiques des canalisations

a) Conduites en Tuyaux en fonte :

On utilise les tuyaux en fonte dans des :

- Diamètres supérieur ou égal à 500 mm.
- Résistance mécanique, résistance à la pression et à la dépression.
- Pérennité.
- Grande résistance à la corrosion, l'abrasion, et aux agents climatiques.

b) Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur coût est relativement faible.

Les inconvénients sont:

- le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.
- Ovalisation.
- Sensibilité aux ultraviolets si apparents.

V -6-2 Choix du matériau

Dans le cas de notre étude, on choisira un matériau selon le diamètre de la conduite :

- Fonte pour les conduites de 600 à 1800 mm.
- PEHD pour les conduites de diamètre jusqu'à 500 mm.

V -7 Points spéciaux d'une conduite

Les points spéciaux d'une conduite sont :

- Les points hauts, où seront installées des ventouses trifonctionnelles d'entrée et de purge d'air.
- Les points bas, où dans quelques-uns, seront installés des dériviations pour le vidage exceptionnel de la conduite.
- Les dériviations vers les branches.
- Les sectionnements intermédiaires.

V -8 Equipement hydromécaniques :

Pour assurer le bon fonctionnement, ainsi que la protection du réseau de distribution, nous prévoyons l'installation des équipements hydromécaniques tels que :

- **Venteuses ou soupapes d'échappement** : Installées sur les points haut des canalisations. Elles permettent l'évacuation de l'air.
- **Puits de vidange** : Placés dans les points Bas (dépression naturelle). Ils permettent le chassage de l'eau en cas de nécessité.
- **Vanne de sectionnement** : Elles permettent la régularisation des modules d'irrigation dans les tronçons du réseau de desserte. En plus elles sont installées au niveau de la station de pompage et les réservoirs.

Les pertes de charge singulières sont estimées de **10% à 15%** des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau suivant:

Tableau V- 4: Résultats de calcul de dimensionnement de la conduit d'adduction (vitesse, perte de charge et pressions)

Branches S/Branches	Tronçons	Surface Cum (ha)	Débit Tronçon (l/s)	DN Calculé (mm)	DN Normalisé (mm)	V (m/s)	L (m)	Perte de Charge Hazan Williams		Côte Piézo		Côte du T.N		Pression dynam		Pression Stat	
								j (mm/m)	jL (m)	Amont (m)	aval (m)	Amont (m)	aval (m)	Amont (m.c.e)	aval (m.c.e)	Amont (m.c.e)	Aval (m.c.e)
Conduit adduction																	
CM	RV - A	1117,82	1184,89	1088,53	1000	1,51	1427,0	2,15	3,06	1050,00	1046,94	1050,00	1013,00	0,00	33,94	0,00	37,00
	A - B	958,57	1016,08	1008,01	1000	1,29	445,0	1,59	0,71	1046,94	1046,23	1013,00	1011,00	33,94	35,23	37,00	39,00
	B - C	826,23	875,80	935,84	900	1,38	390,0	2,05	0,80	1046,23	1045,43	1011,00	997,20	35,23	48,23	39,00	52,80
	C - 01	523,73	555,15	745,09	800	1,11	223,0	1,55	0,35	1045,43	1045,08	997,20	996,00	48,23	49,08	52,80	54,00
	01 - D	521,57	552,86	743,55	800	1,10	512,0	1,53	0,79	1045,08	1044,30	996,00	993,50	49,08	50,80	54,00	56,50
	D - E	460,92	488,58	698,98	700	1,27	135,0	2,41	0,33	1044,30	1043,97	993,50	994,50	50,80	49,47	56,50	55,50
	E - F	433,12	459,11	677,57	700	1,19	285,0	2,13	0,61	1043,97	1043,36	994,50	992,00	49,47	51,36	55,50	58,00
	F - G	422,86	448,23	669,50	700	1,17	468,0	2,03	0,95	1043,36	1042,41	992,00	982,60	51,36	59,81	58,00	67,40
	G - H	391,43	414,92	644,14	600	1,47	115,0	3,89	0,45	1042,41	1041,97	982,60	986,20	59,81	55,77	67,40	63,80
	H - I	368,65	390,77	625,12	600	1,38	125,0	3,46	0,43	1041,97	1041,53	986,20	988,00	55,77	53,53	63,80	62,00
	I - J	279,61	296,39	544,41	600	1,05	159,0	2,01	0,32	1041,53	1041,21	988,00	989,00	53,53	52,21	62,00	61,00
	J - K	256,48	271,87	521,41	600	0,96	290,0	1,70	0,49	1041,21	1040,72	989,00	987,00	52,21	53,72	61,00	63,00
	K - L	222,08	235,40	485,19	500	1,59	233,0	4,54	1,06	1040,72	1039,66	987,00	990,00	53,72	49,66	63,00	60,00
	L - M	204,46	216,73	465,54	500	1,46	204,0	3,90	0,80	1039,66	1038,87	990,00	993,50	49,66	45,37	60,00	56,50
	M - N	179,94	190,74	436,73	500	1,29	239,0	3,08	0,74	1038,87	1038,13	993,50	993,60	45,37	44,53	56,50	56,40
	N - O	168,08	178,16	422,10	500	1,20	266,0	2,72	0,72	1038,13	1037,41	993,60	990,00	44,53	47,41	56,40	60,00
	O - P	138,69	147,01	383,42	400	1,55	847,0	5,66	4,80	1037,41	1032,61	990,00	979,60	47,41	53,01	60,00	70,40
	P - Q	115,34	122,26	349,66	400	1,29	58,0	4,04	0,23	1032,61	1032,38	979,60	977,50	53,01	54,88	70,40	72,50
Q - R	83,85	88,88	298,13	315	1,51	189,0	7,22	1,36	1032,38	1031,01	977,50	979,00	54,88	52,01	72,50	71,00	
R - S	31,7	33,60	183,31	200	1,42	226,0	11,10	2,51	1031,01	1028,50	979,00	975,20	52,01	53,30	71,00	74,80	
S - T	14,64	15,52	124,57	160	1,03	425,0	7,98	3,39	1028,50	1025,11	975,20	967,00	53,30	58,11	74,80	83,00	
T - 02	7,2	7,63	87,36	110	1,07	255,0	13,62	3,47	1025,11	1021,64	967,00	964,20	58,11	57,44	83,00	85,80	

Tableau V- 5: Suit de tableau

Branches S/Branches	Tronçons	Surface	Débit Tronçon	DN Calculé	DN Normalisé	V	L	Perte de Charge		Côte Piézo		Côte du T.N		Pression dynam		Pression Stat.		
		Cum						Hazan Williams		Amont	aval	Amont	aval	Amont	aval	Amont	aval	
		(ha)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	j (mm/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.e)	(m.c.e)	(m.c.e)	(m.c.e)
Branche A																		
A	CM - A01	159,25	168,805	410,86	500	1,140	160	2,461505	0,393841	1046,94	1046,54	1013,00	1018,00	33,94	28,54	37	32	
	A01 - A02	154,9	164,194	405,21	500	1,108	232	2,339210	0,542697	1046,54	1046,00	1018,00	1021,00	28,54	25,00	32	29	
	A02 - A03	137,62	145,8772	381,94	400	1,538	82	5,584466	0,457926	1046,00	1045,54	1021,00	1018,00	25,00	27,54	29	32	
	A03 - A04	120,06	127,2636	356,74	400	1,342	299	4,344107	1,298888	1045,54	1044,24	1018,00	1005,70	27,54	38,54	32	44,3	
	A04 - 03	100,27	106,2862	326,02	400	1,121	391	3,118619	1,219380	1044,24	1043,02	1005,70	1007,80	38,54	35,22	44,3	42,2	
	03 - A05	78,95	83,687	289,29	315	1,424	161	6,460680	1,040170	1043,02	1041,98	1007,80	1003,90	35,22	38,08	42,2	46,1	
	A05 - A06	56,04	59,4024	243,73	315	1,011	125	3,438641	0,429830	1041,98	1041,55	1003,90	1002,50	38,08	39,05	46,1	47,5	
	A06 - 04	27,38	29,0228	170,36	200	1,227	265	8,475235	2,245937	1041,55	1039,31	1002,50	998,00	39,05	41,31	47,5	52	
A01	A - 05	4,35	4,611	67,90	90	0,97	15	14,425028	0,216375	1046,54	1046,33	1018,00	1018,00	28,54	28,33	32	32	
A02	A - 06	17,28	18,3168	135,34	160	1,211	103	10,826716	1,115152	1046,00	1044,88	1021,00	1020,80	25,00	24,08	29	29,2	
A03	A - 07	17,56	18,6136	136,43	160	1,231	383	11,151707	4,271104	1045,54	1041,27	1018,00	1016,70	27,54	24,57	32	33,3	
A04	A - 08	19,79	20,9774	144,84	160	1,387	20	13,895575	0,277911	1044,24	1043,96	1005,70	1005,70	38,54	38,26	44,3	44,3	
A05	A - 09	22,91	24,2846	155,84	200	1,027	387	6,105488	2,362824	1041,98	1039,62	1003,90	991,50	38,08	48,12	46,1	58,5	
	09 - 10	11,65	12,349	111,13	125	1,339	375	17,513529	6,567573	1039,62	1033,05	991,50	975,20	48,12	57,85	58,5	74,8	
A06	A - 11	28,66	30,3796	174,30	200	1,284	15	9,218545	0,138278	1041,55	1041,41	1002,50	1002,60	39,05	38,81	47,5	47,4	

Tableau V- 6: Suit de tableaux

Branches S/Branches	Tronçons	Surface	Débit Tronçon	DN Calculé	DN Normalisé	V	L	Perte de Charge		Côte Piézo		Côte du T.N		Pression dynam		Pression Stat.	
		Cum						Hazen Williams		Amont	aval	Amont	aval	Amont	aval	Amont	Aval
		(ha)	(l/s)		(mm)	(m/s)	(m)	j (mm/m)	jL (m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.e)	(m.c.e)	(m.c.e)	(m.c.e)
Branche B																	
B	CM - 12	132,34	140,28	374,5403	400	1.48	22	5,19660	0,11433	1046,23	1046,11	1011,00	1011,00	35,23	35,11	39	39
	12 - B01	126,71	134,31	366,4868	400	1.42	342	4,79711	1,64061	1046,11	1044,47	1011,00	1011,20	35,11	33,27	39	38,8
	B01 - B02	100,2	106,21	325,9018	400	1.12	25	3,11461	0,07787	1044,47	1044,40	1011,20	1011,20	33,27	33,20	38,8	38,8
	B02 - 13	57,82	61,29	247,5666	315	1.04	600	3,64229	2,18537	1044,40	1042,21	1011,20	1004,80	33,20	37,41	38,8	45,2
	13 - 14	44,44	47,11	217,0401	250	1.27	272	6,92317	1,88310	1042,21	1040,33	1004,80	999,00	37,41	41,33	45,2	51
	14 - 15	41,25	43,73	209,1052	250	1.18	117	6,03644	0,70626	1040,33	1039,62	999,00	989,80	41,33	49,82	51	60,2
	15 - 16	5,19	5,50	74,1714	90	1.16	728	19,96201	14,53235	1039,62	1025,09	989,80	978,20	49,82	46,89	60,2	71,8
B01	B - 17	26,51	28,10	167,6323	200	1.19	191	7,98635	1,52539	1044,47	1042,95	1011,20	1005,80	33,27	37,15	38,8	44,2
B02	B - 18	42,38	44,92	211,9500	250	1.21	553	6,34420	3,50834	1044,40	1040,89	1011,20	1004,60	33,20	36,29	38,8	45,4
	18 - B0201	24,84	26,33	162,2664	200	1.11	381	7,08522	2,69947	1040,89	1038,19	1004,60	997,80	36,29	40,39	45,4	52,2
	B0201 -19	16,75	17,76	133,2479	160	1.17	194	10,22359	1,98338	1038,19	1036,20	997,80	996,50	40,39	39,70	52,2	53,5
B0201	B01 - 20	8,09	8,58	92,6035	110	1.21	231	16,87150	3,89732	1038,19	1034,29	997,80	998,20	40,39	36,09	52,2	51,8
Branche Q																	
Q	CM - 64	31,49	33,3794	182,700	200	1,41	485	10,9626	5,3168	1032,38	1027,06	977,50	972,90	54,88	54,16	72,50	77,10
	64 - Q01	29,27	31,0262	176,143	200	1,31	148	9,5828	1,4183	1027,06	1025,64	972,90	977,70	54,16	47,94	77,10	72,30
	Q01 - 65	10,94	11,5964	107,687	125	1,26	266	15,6000	4,1496	1025,64	1021,49	977,70	975,90	47,94	45,59	72,30	74,10
Q01	Q - 66	18,33	19,4298	139,391	160	1,28	25	12,0680	0,3017	1025,64	1025,34	977,70	977,70	47,94	47,64	72,30	72,30
Branche R																	
R	CM - R01	52,15	55,279	235,115	250	1,49	7	9,2928	0,0650	1031,01	1030,95	979,00	979,00	52,01	51,95	71,00	71,00
	R01 - R02	45,41	48,1346	219,396	250	1,30	254	7,2038	1,8298	1030,95	1029,12	979,00	970,10	51,95	59,02	71,00	79,90
	R02 - 67	29,09	30,8354	175,600	200	1,30	158	9,4746	1,4970	1029,12	1027,62	970,10	967,50	59,02	60,12	79,90	82,50
R01	R - 68	6,74	7,1444	84,525	90	1,50	43	32,2872	1,3884	1030,95	1029,56	979,00	979,00	51,95	50,56	71,00	71,00
R02	R - 69	16,32	17,2992	131,526	160	1,14	123	9,7459	1,1987	1029,12	1027,92	970,10	971,90	59,02	56,02	79,90	78,10

- La suite des tableaux est dans l'annexe n°02

Conclusion :

Dans Ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre d'el Eulma Le périmètre est découpé en 71 ilots, et comporte 71 bornes. La conduite d'adduction projetée est une conduite gravitaire en fonte à partir d'un réservoir vers les bornes des parcelles.

Cette phase de calcul nous a permis :

- De calculer l'adduction qui est constitué d'une conduite de refoulement de diamètre 1000 mm. De projeter le réseau de distribution, du réservoir vers les bornes d'irrigation à travers un système de canalisation en Fonte et en PEHD.
- De s'assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permet d'utiliser plusieurs systèmes d'irrigation même les plus exigeants en pression (tel que l'aspersion) et de diversifier les cultures pour de meilleurs rendements.

Chapitre VI : Technique d'irrigation et stockage.

Chapitre VI : Techniques d'irrigation et stockage

VI -Introduction :

Le choix du système d'irrigation est le problème le plus délicat pour la bonne répartition des eaux, provenant de différentes sources, sur le sol de façon rationnelle en vue de satisfaire les besoins d'eau des cultures.

Dans ce chapitre on va étudier les trames et les différentes techniques d'irrigation puis on va choisir celle qui correspond le mieux aux caractéristiques de notre périmètre.

VI -1 Trame du réseau :

Les conduites qui transportent et distribuent l'eau d'irrigation sur les différentes parcelles sont normalement enterrées, ce qui les protège des activités culturales et de la circulation routière. Les bornes de prise, qui émergent à la surface, sont localisées en divers endroits selon la trame du réseau.

Avec les méthodes d'irrigation de surface, l'eau d'irrigation peut être livrée directement aux canaux à ciel ouvert qui alimentent les sillons ou les bassins. En micro-irrigation et dans les autres systèmes globaux, par exemple l'aspersion, les bornes sont connectées à de plus petits adducteurs (conduites d'alimentation) placés le long des limites de parcelles. Celles-ci alimentent à leur tour des conduites latérales posées perpendiculairement aux adducteurs, le long des rangs de cultures. Les conduites latérales sont munies de distributeurs à intervalles réguliers et répartissent l'eau d'irrigation uniformément entre les plantes sous une pression donnée. Il existe de nombreuses sortes de systèmes d'irrigation. Toutefois, un examen rigoureux des divers réseaux, de leurs équipements et de leurs principes de fonctionnement révèle une approche identique depuis la procédure de planification jusqu'à leur application et de nombreux points communs dans la plupart de leurs caractéristiques et composantes. Dans tous les systèmes par conduites sous pression, les principales composantes sont :

- l'ouvrage de tête (unité de contrôle de la charge).
- Les conduites principales et secondaires.
- Les bornes.
- Les adducteurs (conduites d'alimentation).
- Les conduites latérales (tuyaux d'irrigation) avec les distributeurs.

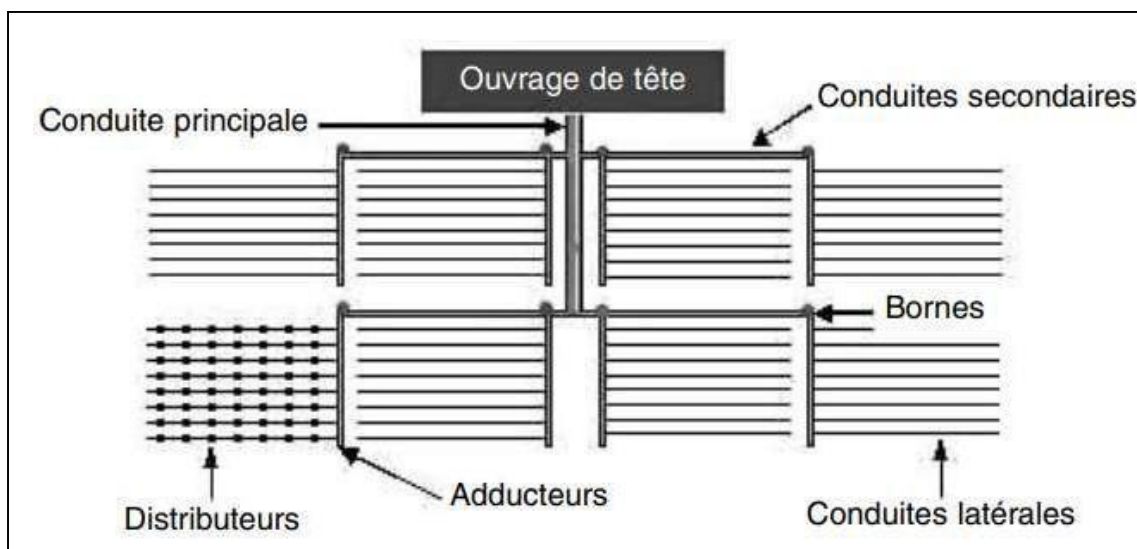


Figure VI- 1 : Schéma d'une trace du réseau.

Tel que :

- VI.1.1 Ouvrage de tête.** Il comprend une ligne d'alimentation (PVC rigide ou acier galvanisé fileté) installée horizontalement à une hauteur minimale de 60 cm au-dessus du sol. Il est équipé d'un purgeur d'air, d'une valve de contrôle, de deux prises (tuyaux de pouce) pour la connection avec l'injecteur d'engrais et d'un filtre. Si un filtre à gravier ou un séparateur à sable (hydro cyclone) est nécessaire, il est installé en tête de l'ouvrage.
- VI.1.2 Conduite principale.** C'est la conduite de plus grand diamètre du réseau, qui peut transporter le débit du système dans des conditions hydrauliques favorables de vitesse du courant et de pertes de charge.
- VI.1.3 Conduites secondaires.** Ce sont des conduites de plus petits diamètres qui se branchent sur la conduite principale et qui permettent de distribuer l'écoulement vers les diverses parcelles. Elles sont du même type que les conduites principales.
- VI.1.4 Bornes de prise.** Elles sont branchées sur les conduites principales ou secondaires et équipées d'une vanne de sectionnement (2-3 pouces). Elles fournissent une partie ou la totalité de l'écoulement aux adducteurs.
- VI.1.5 Adducteurs (conduites d'alimentation).** Ce sont des conduites d'un plus petit diamètre que les conduites secondaires qui sont connectées aux bornes et posées, généralement en surface, le long des limites de parcelle pour alimenter les conduites latérales.
- VI.1.6 Conduites latérales (conduites d'irrigation).** Ce sont les conduites avec le plus petit diamètre du système ; elles sont couplées aux adducteurs, perpendiculaires à ceux-ci à des emplacements fixes, posées le long des lignes de culture et équipées de distributeurs fixés à intervalles courts et réguliers.
- VI.1.7 Distributeurs.** Un distributeur pour l'irrigation est un dispositif de toute nature, de tout type et de toute dimension qui, branché sur une conduite, débite l'eau sous pression de diverses manières : en projetant des jets d'eau en l'air (asperseurs), en

Pulvérisant l'eau (mini-diffuseurs), en distribuant des gouttes d'eau en continu (goutteurs) et en fournissant de petits écoulements (barboteurs, vannettes et ouvertures sur une conduite, tuyaux de petits diamètres, etc.).

VI -2 Classification du système :

Les systèmes d'irrigation par conduites sous pression sont classés selon la pression requise pour leur fonctionnement, la méthode de distribution de l'eau à la plante et le type d'installation.

VI -2-1 Pression de fonctionnement

La pression de fonctionnement du système est la pression hydraulique maximale requise pour le fonctionnement normal du système, qui comprend :

1. Les pertes de charge dans le réseau de conduites depuis l'ouvrage de tête jusqu'à l'extrémité la plus lointaine du système.
2. La pression requise par les distributeurs.
3. La différence d'altitude (en plus ou en moins). On distingue trois classes de systèmes :
 - les systèmes à basse pression ($P=2$ à $3,5$ bars).
 - les systèmes à moyenne pression ($P =3,5$ à 5 bars).
 - les systèmes à haute pression (supérieure à 5 bars).

VI -2-2 Méthode de distribution de l'eau :

La méthode de distribution de l'eau est la manière dont l'eau est distribuée aux plantes.

On distingue :

- L'irrigation de surface (par gravité)
- L'irrigation par aspersion.
- L'irrigation localisée (goutte à goutte)

VI -2-3 Type d'installation

On distingue trois classes des systèmes :

1. **Les installations fixes** : Toutes les composantes sont posées ou installées à des emplacements fixes, permanents ou saisonniers.
2. **Les installations semi-permanentes** : Les conduites principales et secondaires sont permanentes alors que les conduites latérales sont portables, manuellement ou mécaniquement.
3. **Les installations portables** : Toutes les composantes sont portables.

VI -3 Les équipements aux parcelles :

Les systèmes d'irrigation comprennent diverses sortes de conduites, raccords de conduites, valves et autres équipements selon le type de système et d'installation. La plupart des installations ont des structures identiques, ce qui permet de couvrir les besoins de toute une région avec une gamme relativement réduite d'équipements. Les différents équipements d'irrigation sont:

VI -3-1 Les conduites.

VI -3-2 Les raccords de conduites.

VII.3.3 Les dispositifs de contrôle de l'écoulement.

- **les dispositifs directionnels ou vannes** : qui servent à régler directement l'écoulement du fluide. Installés dans la conduite, ils servent à mettre en route ou arrêter l'écoulement et à fixer son débit, sa pression et sa direction.
- **les dispositifs de mesure** : Il ne suffit pas, pour assurer un régime d'écoulement approprié, de seulement régler l'écoulement. Il est également nécessaire de rassembler des informations précises sur les paramètres de l'écoulement, afin de procéder aux ajustements requis, pour atteindre les conditions d'écoulement désirées. Les débitmètres et compteurs volumétriques, ainsi que les manomètres, appartiennent à ce groupe :
- **les dispositifs auxiliaires.** : Ceux-ci n'agissent pas directement sur l'écoulement du fluide, mais permettent au système de fonctionner sans perturbation. Les purgeurs et les soupapes de sécurité font partie de ce groupe.

Tableau VI- 1 : Dispositifs de control d'écoulemnt

les dispositifs directionnels ou vannes	Vannes de sectionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Vannes à boisseau sphérique • Vannes à papillon • Robinets-vannes • Vannes à disque • Vannes radiales
	Vannes de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> • Vannes de contrôle à battant • Vannes de contrôle parallèle
	Vannes de réglage	<ul style="list-style-type: none"> • Vannes à disque • Vannes radiales
les dispositifs de mesure	Compteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Débitmètres • Compteurs volumétriques
	Jauges	<ul style="list-style-type: none"> • Manomètres
les dispositifs auxiliaires	Purgeurs d'air Soupapes de sécurité	

VI.4 Le matériel d'injection pour l'irrigation fertilisante :

Des engrais peuvent être mélangés avec l'eau d'irrigation au sein du réseau au moyen de dispositifs spéciaux appelés injecteurs d'engrais, installés sur l'ouvrage de tête. Il existe trois principaux types d'injecteurs d'engrais : le diluer d'engrais fermé, l'injecteur de type Venturi et la pompe à piston. Tous sont actionnés par la force motrice de l'eau.

VI.4.1 Le diluer d'engrais liquide (fermé). Il s'agit d'un réservoir cylindrique pressurisé, revêtu de résine époxy et résistant à la pression du système, qui est connecté par une dérivation à la conduite d'alimentation de l'ouvrage de tête. Il est réglé par la pression différentielle créée par une vanne partiellement fermée, placée sur la conduite entre l'entrée et la sortie du réservoir.

VI.4.2 L'injecteur de type Venturi. Ce dispositif est basé sur le principe du tube de Venturi. Une différence de pression est nécessaire entre l'entrée et la sortie de l'injecteur. Par conséquent, il est installé sur une dérivation placée sur une cuve ouverte contenant le fertilisant.

VI.4.3 La pompe à piston. Ce type d'injecteur est activé par la pression de l'eau dans le système et peut être directement installé en ligne et non sur une dérivation.

VI.5 Les filtre :

La filtration de l'eau d'irrigation est essentielle pour éviter d'endommager les distributeurs des systèmes de micro-irrigation par le bouchage. Le type de filtres utilisés dépend du type d'impuretés contenues dans l'eau et du degré de filtration requis pour les distributeurs. Les différents types de filtres disponibles sont les suivants:

VI.5.1 Les filtres à gravier : Ces filtres, aussi nommés filtres-médias, sont des réservoirs cylindriques fermés contenant du gravier à grain de 1,5 à 3,5 mm ou un lit de sable basaltique filtrant. Lorsque la source de l'eau d'irrigation est un réservoir ouvert, le filtre est installé avant l'ouvrage de tête du système. L'eau entrant à la partie supérieure du réservoir passe à travers le lit de gravier qui retient les grandes particules de matière organique entière, principalement des algues ; l'eau ressort par une conduite à la partie inférieure du réservoir. Les filtres sont équipés de vannes d'entrée, de sortie et de drainage, ainsi que d'un dispositif de purge à contre-courant.



Figure VI- 2: Filtre à gravier

VI.5.2 Les filtres à tamis : Ils sont utilisés en filtration finale et servent de dispositifs de protection pour les eaux de qualité moyenne ou après une filtration primaire avec un filtre à gravier ou un séparateur de sable. Ils sont installés à l'extrémité de l'ouvrage de contrôle de tête avant la conduite principale.



Figure VI- 3: Filtre à tamis.

VI.5.3 Les filtres à disques : Ces filtres sont cylindriques, faits de plastique renforcé, placés en ligne horizontalement ou verticalement. ce sont particulièrement efficaces car ils retiennent tous les types d'impuretés d'origine organique ou inorganique, y compris les algues. Ils sont installés à l'extrémité de l'ouvrage de contrôle de tête avant la conduite principale.



Figure VI- 4: Filtre à disque

VI.5.4 Les filtres autonettoyants automatiques : La plupart des différents types de filtre peuvent être équipés d'un dispositif de nettoyage automatique déterminé en fonction du différentiel de pression, de l'intervalle de temps entre deux filtrations, de la durée de filtration, du volume d'eau filtrée ou d'une combinaison de ces critères. Le mécanisme de nettoyage, généralement à contre-courant, pour l'élimination des débris accumulés utilise la pression de l'eau dans le système. Il est activé:

- Lorsque la différence de pression dans le corps du filtre augmente d'une valeur prédéterminée, par exemple 0,5 bar.
- Des intervalles de temps fixes définis par une horloge électronique.



Figure VI- 5: Filtre à disque

VI-6 Les distributeurs d'eaux :

Les distributeurs d'eau définissent généralement la catégorie de système et, dans la plupart des cas, le type d'installation. Il existe trois types de distributeurs auxquels appartiennent toutes les catégories de modèles actuellement utilisés : buse à petit orifice, vortex ou labyrinthe à circuit long, L'écoulement dans les distributeurs est turbulent.

Quelques goutteurs à écoulement laminaire, utilisés dans le passé, ne sont plus utilisés :

- Les asperseurs
- Les gicleurs,
- Micro-jets et diffuseurs.
- Les barboteurs.
- Les goutteurs.
- Les gaines de micro-irrigation.
- Les distributeurs à compensateur de pression.
- Les tuyaux poreux.



Figure VI- 6: Distributeurs d'eau

VI-7 Les dispositifs d'automatisation:

Le dispositif d'automatisation d'un système d'irrigation comprend essentiellement les électrovannes, le dispositif de commande et les câbles in-situ, lorsque la transmission est électrique.

- a. Les électrovannes (à solénoïdes)
- b. Les dispositifs de commande : Ce sont des dispositifs automatiques de programmation de la durée de fonctionnement qui commandent les vannes automatiques (électriques) à distance.
- c. Les vannes volumétriques automatiques à compteur. Ces vannes comprennent un compteur volumétrique, une commande de pilotage et un mécanisme de fermeture.

VI-8 Les instruments de mesure :

- a. **Les capteurs d'humidité du sol :** La mesure de l'humidité du sol est difficile, principalement en raison de la variabilité des types de sol, du calibrage du capteur, de la zone d'influence du capteur, et de l'extrapolation de ces mesures à la gestion des cultures.
 - Les tensiomètres.
 - Les réflectomètres temporels.
- b. **Les extracteurs de solutions de sol.**
- c. **Le bac d'évaporation de classe A.**



Figure VI- 7: Capteur d'humidité

VI-9 Les systèmes d'exhaure (pompage) :

Les systèmes d'exhaure sont souvent classifiés selon le principe mécanique utilisé pour l'élévation de l'eau : élévation directe, déplacement, création d'une énergie cinétique, utilisation de la poussée d'un gaz ou gravité.

- a. Les pompes volumétriques.
- b. Les pompes roto dynamiques.
- c. Les pompes à air comprimé.
- d. Les pompes à impulsion (béliet hydraulique).

VI-10 Choix des techniques d'irrigations :

Choix des techniques d'irrigation :

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- La pente du terrain à irriguer.
- Le débit dont on dispose.
- Nature du sol (perméabilité).
- Nature des cultures.
- Facteurs économiques.
- Rentabilité de l'opération.

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

- Irrigation de surface (par gravité).
- Irrigation par aspersion.
- Irrigation localisée (goutte à goutte).

VI -10-1 Irrigation de surface :

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

VI -10-1-1 L'irrigation par ruissellement :

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour que le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.



Figure VI- 8: Irrigation par ruissellement.

VI -10-1-2 L'arrosage par infiltration (à la raie) :

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



Figure VI- 9: Irrigation à la raie.

VI -10-1-3 L'arrosage par submersion :

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



Figure VI- 10: Irrigation par submersion

VI -10-1-4 Avantages et inconvénients des techniques d'irrigation de surface

Avantage :

- Coût d'investissement relativement faible.
- Besoins en énergie faibles ou nuls.
- Techniques éprouvées.
- Insensibilité au vent.
- Bonne adaptation à l'épandage d'eaux usées.
- Possibilité d'utilisation d'eaux salées (en pratiquant le lessivage du sol).
- Les végétaux ne sont pas mouillés, ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire.

Inconvénients :

- Besoins importants en main-d'œuvre (sauf systèmes modernes).
- Efficacité d'arrosage à la parcelle généralement faible.
- Inadaptation aux sols très filtrants.
- Planage nécessaire des parcelles.
- Desserte des parcelles en général assurée par des canaux, qui viennent cloisonner et figer le parcellaire.
- Pertes d'eau dans les réseaux de canaux.
- Surface consommée par les canaux et rigoles.

VI-10-2 irrigation par aspersion :

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection alimentés sous pression, choisis et disposés de façon à obtenir la répartition la plus uniforme possible de la pluviométrie.

VI -10-2-1 Par asperseur :

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression (Clément & Galland, 1979). Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttes et doivent assurer une répartition aussi uniforme que possible de pluie sur la surface du sol.



Figure VI- 11: Irrigation par aspersion.

VI -10-2-2 Les avantages et les inconvénients de l'aspersion :

Avantage:

- Possibilité d'arroser tous les types de sol, des plus sableux aux plus argileux.
- Possibilité de réaliser des installations mobiles, susceptibles d'être déplacées suivant la nature des cultures, ce qui facilite les rotations culturales ; cette mobilité permet aussi une mise en place rapide en temps et lieu voulus sur une aire de culture menacée par la sécheresse.
- Avec les matériels entièrement automatiques, possibilité de réaliser des arrosages à faible dose et à cadence rapide (levée de semis en l'absence de pluie : cultures de saison, céréaliculture en zone désertique).
- Possibilité de réaliser des installations de protection contre les gelées radiatives printemps.
- Oxygénation de l'eau projetée en pluie, favorable dans le cas d'utilisations résiduaires réductrices.

Inconvénients:

- Dépense énergétique élevée, parfois prohibitive dans les pays où l'énergie.
- Difficultés d'utilisation et efficacité réduite en régions ventées.
- Obligation de multiplier les traitements phytosanitaires en raison du lavage des appareils foliaires.
- Mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales.
- Mauvaise adaptation aux sols « battants », susceptibles de tassement superficiel sous l'impact des gouttes d'eau.
- Possibilités réduites pour l'arrosage avec des eaux résiduaires (formation d'aérosols).
- Déplacement du matériel difficile dans les zones à cultures hautes (inconvénient supprimé dans le cas des systèmes automatisés).
- ne convient pas aux eaux salées sur beaucoup de cultures (risque de brûlure du feuillage, ou de dépôts inesthétiques sur les fruits).

VI -10-2-3 Irrigation par pivot :

C'est une technique d'irrigation récente. Il s'agit d'apporter l'eau sous forme de pluie artificielle grâce à des distributeurs appelés asperseurs qui fonctionnent sous pression. Une technique facile à appliquer et permettant l'exploitation du maximum de la surface cultivée en économisant une quantité importante d'eau. Toutefois, certains inconvénients sont à signaler à savoir ; le temps d'arrosage important et le tour d'irrigation faible. Elle nécessite une haute pression dans le réseau et donc une énergie à fournir. Les frais d'installation et d'énergie sont importants et le débit d'eau est élevé.



Figure VI- 12: Irrigation par pivot

VI -10-2-4 Les avantages et les inconvénients du pivot :**Les avantages :**

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Economie d'eau.
- Favorise les conditions ambiantes.
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation.
- Nécessite moins de mains d'œuvres.

Les inconvénients :

- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Tassement du sol.
- Favorise le développement des mauvaises herbes.
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante.
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.

VI -10-3 Irrigation localisée (goutte à goutte) :

L'irrigation localisée, ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par:

- la mise en place sur la parcelle d'un réseau dense de canalisations (rampes) couvrant totalement la surface à irriguer.
- l'apport de l'eau au voisinage de la plante ; l'eau se localise en surface, pénètre dans le sol où elle se déplace verticalement par gravité, obliquement et horizontalement par capillarité dans une partie seulement de la zone pouvant être explorée par les racines. Le volume de sol ainsi humidifié appelé bulbe humide comprend :
 - Une zone saturée autour du goutteur, étroite et peu profonde (moins de 10 cm en sol moyen) en forme de soucoupe.
 - Une frange capillaire non saturée où l'humidité décroît en fonction de la distance du goutteur.



Figure VI- 13: Irrigation en goutte à goutte

VI -10-3-1 Avantages et inconvénients spécifiques de l'irrigation localisée**Avantage :**

- Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle (à condition que la technique soit parfaitement maîtrisée).
- Excellent rendement des cultures (même condition).
- Bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées (même condition).
- Très faibles besoins de main-d'œuvre.
- Coûts d'entretien réduits.
- Insensibilité au vent.
- Ne mouille pas le feuillage, ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire.
- Ne mouille le sol que très partiellement, ce qui est favorable aux façons culturales.
- Limite la prolifération des adventices.
- Raccourcit le cycle végétatif de la culture.

Inconvénients :

- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée
- Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : études préliminaires agro-pédologiques, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigant ;
- Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages ;
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.

VI -10-4 Irrigation souterrain :

En irrigation sub-surface, l'application de l'eau se fait sous la surface du sol. Elle peut consister en :

Un contrôle de la nappe au moyen d'un réseau d'assainissement qui peut fonctionner à l'envers par l'admission d'eau d'irrigation.

Ce réseau peut être constitué par des fossés profonds ou des drains enterrés. Cette technique, qui intéresse des terrains humides et relativement plats, la mise en place de dispositifs permettant l'humectation souterraine d'un volume de sol proche des racines des plantes.

Le matériel destiné à opérer la diffusion de l'eau est constitué par des diffuseurs, récipients poreux dont une forme traditionnelle est constituée par le « canari » en terre cuite, cette technique est surtout employée en cultures maraîchères sur de petites surfaces.



Figure VI- 14: Irrigation souterrain.

VI -10-4-1 Avantages et inconvénients de l'irrigation souterraine par drains enterrés :**Avantage :**

- Très faibles coûts d'investissement et de fonctionnement, sur des parcelles préalablement équipées en drainage souterrain ;
- Besoins en main-d'œuvre insignifiants.
- Absence de matériel en surface, d'où aucune gêne pour l'exploitant.
- Ne mouille pas le feuillage, ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire.
- Ne mouille pas le sol, ce qui est favorable aux façons culturales.

Inconvénients :

- Maîtrise incomplète et aléatoire de l'alimentation hydrique des cultures, qui fait réserver cette technique aux productions à faible valeur ajoutée ;
- Technique utilisable seulement dans certaines conditions pédologiques, sur des parcelles justiciables d'un drainage souterrain.

VI -11 Composition d'une installation goutte à goutte et une installation en aspersion :

❖ **Borne d'irrigation :** est l'élément clé du réseau d'irrigation, c'est le point de distribution de l'eau selon les caractéristiques spécifiques.

Les éléments d'une installation sous pression sont les suivants :

- La conduite principale.
- Unité de filtration.
- L'antenne ou porte-rampes, aussi dénommée secondaire.
- La rampe qui porte les goutteurs ou bien les asperseurs, aussi dénommée tertiaire.
- Les goutteurs.

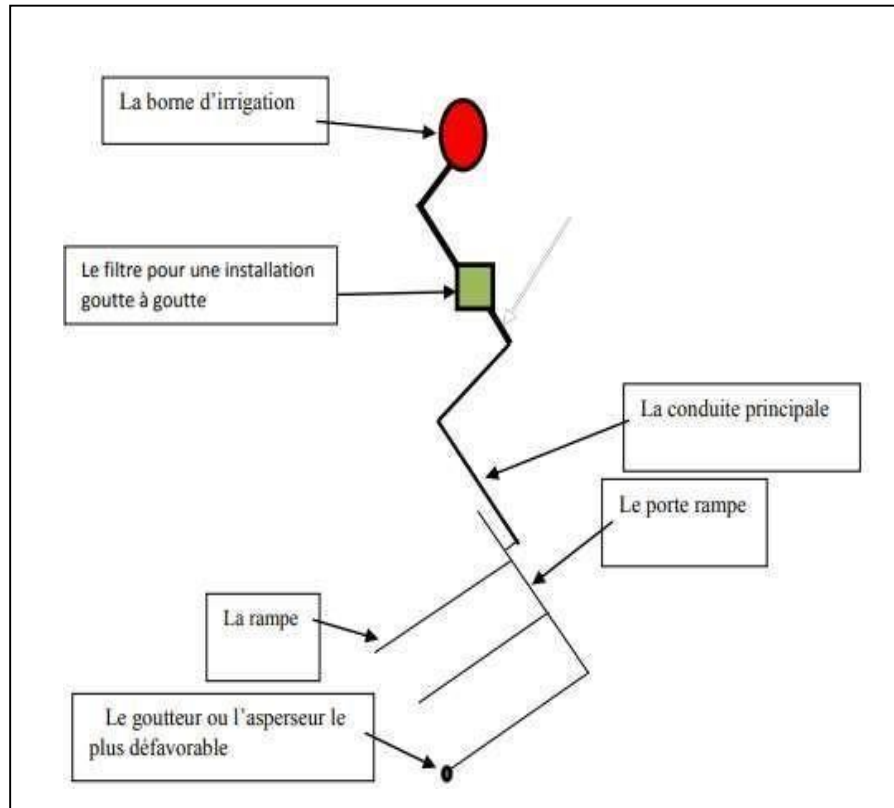


Figure VI- 15: Schéma général d'un réseau d'irrigation sous pression

Le schéma ci-dessous présente l'installation détaillée en aspersion :

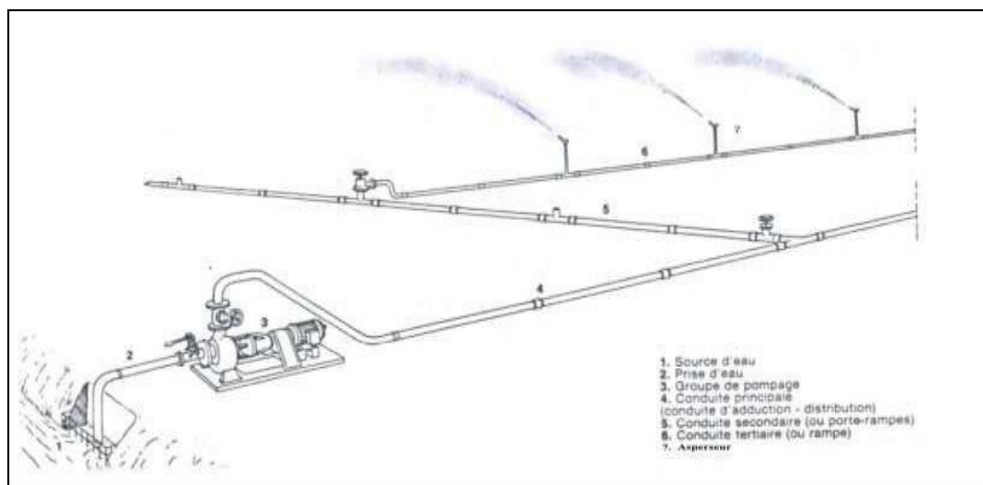


Figure VI- 16 : Partie essentielle d'une installation en aspersion.

Le schéma ci-dessous présent l'installation localisée détaillée :

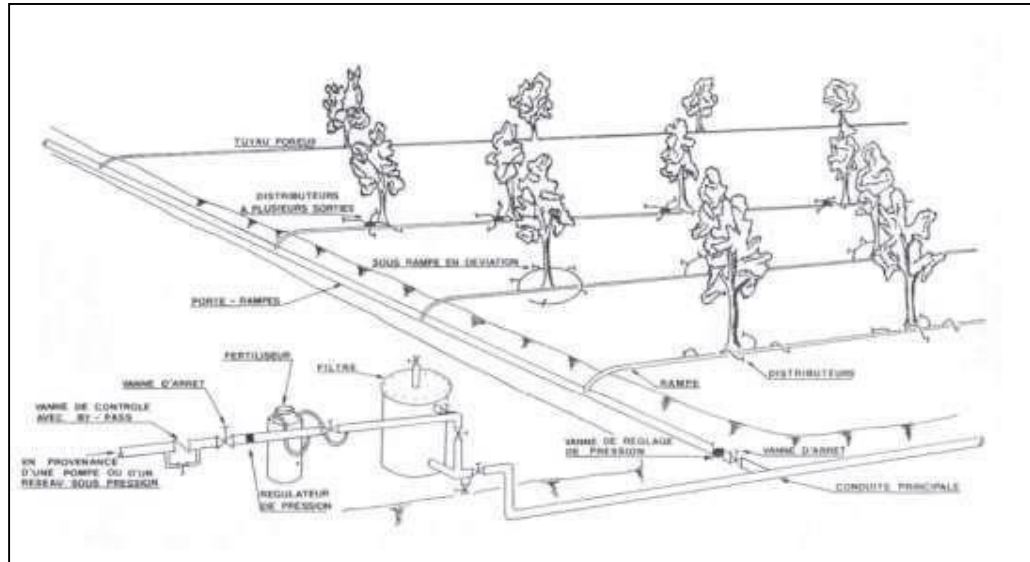


Figure VI- 17: Partie essentielle d'une installation localisée.

VI -12 Ouvrages de stockages :

Les réservoirs d'eau ou ouvrages de stockage sont des ouvrages destinés à stocker temporairement de l'eau en attendant sa distribution. Ils permettent de réguler le débit d'eau et son réservoir est dimensionné pour reprendre la consommation d'eau du réseau pour une période de vingt-quatre heures (24H). D'une manière générale le stockage d'eau s'effectue par deux types essentiels :

- **Stockage public :** Le château d'eau et les barrages...
- **Stockage domestique :** Les réservoirs, les bassins, les citernes...



Figure VI- 18: Bassin d'irrigation en géo membrane

Ci-joint La citerne souple ou cuve de stockage d'eau est une solution pour le stockage permanent et temporaire d'eau brute :



Figure VI- 19: Réservoir cuve et citerne souple pour l'eau brute.

Le principe de fonctionnement est le suivant :

- **Captage** : L'eau est pompée soit des nappes, soit stations de traitement ou d'un réservoir par un gros moteur suivant un large tuyau.
- **Stockage** : L'eau captée à l'aide des pompes est utilisée pour remplir le réservoir situé en haut. Cette eau constitue une importante retenue ou réserve.
- **Distribution ou l'alimentation** : Le réservoir étant en hauteur, l'eau sort de ce réservoir avec une pression constante et alimente les tuyaux vers la parcelle.

VI -12-1 Hygiène et sécurité :

Les réservoirs d'eau potable doivent être couverte, la couverture protège l'eau contre les variations de température et contre l'introduction de corps étrangers, susceptibles d'altérer la qualité de l'eau qu'ils contiennent.

VI -12-2 L'entretien de réservoir :

Quel que soit la nature des réservoirs (récipient de stockage de l'eau), leurs structures doivent être l'objet d'une surveillance régulière. Un soin particulier est à apporter au nettoyage des réservoirs opération portant plusieurs phases telles que :

- 1-Vidange de réservoir.
- 2-Elimination des dépôts sur les parois (l'élimination des dépôts s'effectue généralement, par brossage manuel avec projection d'eau sous pression).
- 3-On pratique un rinçage des parois avec une solution d'eau de javel, ou un mélange de chlorure de chaux concentré. Pour respecter la propreté du récipient de stockage.

VI -12-3 Désinfection de réservoir:

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les microorganismes susceptibles de transmettre des maladies ; ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation .qui est la destruction de tous les organismes vivants dans un milieu donné.

Le stockage de l'eau pendant plusieurs jours, dans un réservoir est susceptible de favoriser la multiplication des germes dans l'eau et de rendre ainsi cette eau impropre à la consommation. Un réservoir de stockage de l'eau, doit être vidangé, nettoyé et désinfecté systématiquement après sa mise en service ou après des réparations. Un réservoir fonctionnel doit être également périodiquement, désinfecté une fois tous les 6 mois, la périodicité du nettoyage varie, en fait avec la qualité de l'eau, la situation épidémiologique de la région et la capacité du réservoir.

VI -12-4 Temps de séjour (durée de stockage) :

Quel que soit la capacité d'un réservoir de stockage, l'eau de boisson ne doit pas se conserver, plus de 48 heures, sans être renouvelée en partie ou en totalité, car le pouvoir bactéricide de chlore n'excède pas 48 heures.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons abordés sur la structure d'un réseau avec les différentes composantes et organes qui participer pour le bon fonctionnement de notre périmètre. En deuxième phase, nous avons détaillé les différents systèmes d'irrigation, leurs caractéristiques, avantages et inconvénients.

Le choix d'un système d'irrigation rationnel pratiquement utilisable et économique doit tenir compte des critères d'ordre socio-économiques et techniques. Notre choix s'est porté sur le réseau sous pression tels que le système d'irrigation localisée pour les cultures maraichères et arboricoles (pommier) et le pivot pour les céréales, ceci en raison de leur efficacité et économie d'eau.

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Chapitre VII: dimensionnement a la parcelle

Introduction :

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal, en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides.

Ce chapitre est dédié au dimensionnement d'un réseau d'irrigation à la parcelle à savoir le système goutte à goutte et le pivot en tenant compte des contraintes de la zone du périmètre. Pour alimenter en eau les grandes surfaces cultivées, l'irrigation par aspersion sous pivot, reste le seul moyen efficace en particulier en zones semi-aride et aride.

L'objectif du présent chapitre, est le calcul des installations d'irrigation à la parcelle, pour l'irrigation localisée et le pivot dont les calculs vont être portés sur une parcelle type.

VII.1) Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

Dans cette deuxième partie qui concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte appelé aussi système d'irrigation localisé, nous avons choisis d'étudier la culture du pommier et cela par l'intermédiaire des caractéristiques calculées précédemment.

VII.1.1) Données générales :

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail [Ollier et Poirre, 1983]

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°5 alimentée par la borne **B°5** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4.6 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 4.35ha et présente une forme relativement rectangulaire.

- **La culture** : pommier
- **besoin de pointe** : 120.77 mm en aout.
- **caractéristiques de la surface occupées par le pommier** :
 - surface : 4.35 ha
- **Organisation du réseau** : Avec un écartement de 4* 4m, et un espacement des goutteurs 2 m et 2 goutteurs pour chaque arbre.
- **Caractéristique du goutteur** :
 - Débit nominal : 4 l/h
 - Pression nominal : 10 m.c.e
 - Espacement des goutteurs : 2 m
 - Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII.1.2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

a. Influence du taux de couverture du sol :

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite :

On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction : K_r

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) par les plantes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983]:

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \dots\dots\dots \text{(VII.1)}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots\dots\dots \text{(VII.2)}$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \dots\dots\dots \text{(VII.3)}$$

On prévoit un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

- $K_r = 0.70$ Selon KELLER et KARMELI
- $K_r = 0.80$ Selon Freeman et Garzoli
- $K_r = 0.70$ Selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

$$B_{jl} = B_j \times K_r \dots\dots\dots \text{(VII.4)}$$

- Le besoin maximum = 120.77 mm (mois de pointe Aout) :

$$B_{jl} = 4.03 \times 0.8 = \mathbf{3.224} \text{ mm/j}$$

b. Dose nette (Dose pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h [Ollier & Poirée, 1981].

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau P :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times d_a \times P \% = \text{RFU} \times P \% \dots\dots\dots \text{(VII.5)}$$

Tel que :

- H_{cc} : humidité a la capacité au champ (25%).
- H_{pf} : humidité au point de flétrissement (15%).

- Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3).
- Z : profondeur d'enracinement en (1500 mm).
- Da : Densité apparente 1.5.
- P : Pourcentage du sol humidifié.

$$P\% = \frac{n.Spd.Sh}{S_a.S_r} \dots\dots\dots \text{(VII.6)}$$

Avec :

- P : Volume du sol humidifié
- N : Nombre de point de distribution par arbre (2 goutteurs par arbre).
- Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (1.5m)
- Sh : Largeur de la bande humidifiée (1m)
- Sr : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)
- Sa : espacement des arbres sur les rangs (4m)

$$P\% = 20 \%$$

Donc :

$$D_p = (25 - 15) \times \frac{2}{3} \times 1500 \times 1.5 \times 20 \% = 30\text{mm}$$

c. Calcul de la fréquence d'arrosage

La fréquence d'arrosage est en fonction du besoin journalier qu'il faut satisfaire et de la dose réelle nette, elle est donnée par la formule suivante :

$$F_r = \frac{\text{dose nette}}{B_{jl}} \dots\dots\dots \text{(VII.7)}$$

$$F_r = \frac{30}{3.224} = 9.30 \text{ jours}$$

Donc on prend $F_r = 9 \text{ jours}$, et on recalcule la nouvelle dose réelle nette tel que:

$$D_r = 9 \times 3.224 = 29.016 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{(VII.8)}$$

d. Calcul de la dose brute

$$D_{\text{brute}} = \frac{D_r}{C_u \times E_{\text{ff}}} \dots\dots\dots \text{(VII.9)}$$

Avec :

- C_u : coefficient d'uniformité qui est égal a 90%
- E_{ff} : efficacité du réseau d'irrigation qui est égal a 90%

$$D_{\text{brute}} = \frac{29.016}{0.9 \times 0.9} = 35.82 \text{ mm}$$

e. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \dots\dots\dots \text{(VII.10)}$$

Avec :

- S_d : Espacement entre les distributeurs.
- S_r : Espacement entre les rangs.
- n : le nombre des goutteurs.
- Q_g : Débit des goutteurs.

$$\theta = \frac{35.82 \times 1.5 \times 4}{8 \times 2} = \mathbf{13.43 \text{ heures/jour}}$$

C'est-à-dire : 13 heure et 25 minute.

f. Nombre de postes

Le nombre de postes par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{13.43} = \mathbf{2 \text{ postes}} \dots\dots\dots \text{(VII.11)}$$

On prend 2 postes

g. La surface du poste

La surface du poste est définie par la formule suivante :

$$S_p = \frac{\text{La surface totale}}{\text{Le nombre de postes}} = \frac{4.5}{2} = \mathbf{2.25 \text{ ha}} \dots\dots\dots \text{(VII.12)}$$

A partir de cette surface, on peut déduire les dimensions nécessaires des rampes et des portes rampes.

VII.1.3) Calculs hydraulique:

1. Conditions hydrauliques de base :

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots\dots\dots \text{(VII.13)}$$

La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^X \dots\dots\dots \text{(VII.14)}$$

Avec :

- K : constante dimensionnelle donnée par le fabricant
- H : la pression dans la rampe en mètre colonne d'eau
- X : exposant caractérisant le goutteur

$X=0.3$ à $.8$ pour les goutteurs non autorégulant, pour les goutteurs autorégulant X est voisin de 0.

Dans notre cas on prend $X=0.5$.

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \frac{\Delta H}{H(n)} \dots\dots\dots \text{(VII.15)}$$

Avec :

- $q(g)$: Débit nominal du goutteur
- $H(n)$: Pression nominale

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max.)}{10}$$

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

Donc selon la règle de Christensen :

- ΔH singulières = 10% $\Delta H(\max) = 0.2 \text{ m}$
- ΔH linéaire = 1.8 m

Donc :

- Pour les rampes $\Delta H_r = \frac{2}{3} \times 1.8 = 1.2 \text{ m}$
- Pour le porte rampe on a : $\Delta H_{pr} = \frac{1}{3} \times 1.8 = 0.6 \text{ m}$

2. Le débit :

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots \text{(VII.16)}$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad \dots\dots\dots \text{(VII.17)}$$

Avec :

- Q_r : débit de la rampe (l/h)
- Q_{pr} : débit du porte rampe (l/h)
- Q_g : débit du goutteur (l/h)
- N_r : nombre de rampes
- N_g : nombre de goutteurs

Le porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle, donc on a :

- La longueur de la rampe est de : 119 m
- La longueur de la porte rampe est de : 207 m

3. Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres/rampe}} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{119}{4} = 30 \text{ arbres} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.18)}$$

4. Le nombre de goutteurs par rampe :

$$N_{\text{goutteurs/rampe}} = N_{\text{arbres}} \times n = 30 \times 2 = 60 \text{ goutteurs} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.19)}$$

5. Le nombre des rampes :

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{207}{4} = 52 \text{ rampes} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.20)}$$

6. Débit de la rampe :

Les débits des goutteurs sont de 1 à 8 l/h et ils ont une pression de 1 bar. En pratique, on utilise le plus souvent 2 l/h pour les cultures maraîchères et 8 l/h pour les cultures pérennes.

$$Q_r = Q_g \times N_g \dots\dots\dots (\text{VII.21})$$

$$Q_r = 8 \times 60 = 480 \text{ l/h}$$

7. Débit de la porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots (\text{VII.22})$$

$$Q_{pr} = 480 \times 52 = 24960 \text{ l/h}$$

8. Le nombre de porte rampe :

$$N_{pr} = 1 \text{ porte rampe}$$

9. Débit de la conduite tertiaire :

$$Q_{ct} = Q_{pr} \times N_{pr} \dots\dots\dots (\text{VII.23})$$

$$Q_{ct} = 24960 \times 1 = 24960 \text{ l/h}$$

VII.1.4) Dimensionnement des canalisations du réseau

Les rampes et les portes rampes sont généralement fabriquées en polyéthylène de basse densité ou bien en polyéthylène de haute densité, et qui sont conçues pour résister à des pressions nominales de 4 à 6 bars.

- **La conduite tertiaire (conduite d'approche) :** C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les diverses porte-rampes. Elle est en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.
- **Porte-rampes :** C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PEMD), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).
- **Les rampes :** Sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

Le diamètre de rampes ainsi que des portes rampes est calculé d'après les formules de Hazan Williams suivantes :

$$D_r = \sqrt[4.87]{\frac{3.592^{1.852} \times L_r \times Q^{1.852}}{C_w^{1.852} \times \Delta H_r}} \dots\dots\dots (\text{VII.24})$$

$$D_{pr} = \sqrt[4.87]{\frac{3.592^{1.852} \times L_{pr} \times Q^{1.852}}{C_w^{1.852} \times \Delta H_{pr}}} \dots\dots\dots (\text{VII.25})$$

Avec :

- ΔH_r : la perte de charge dans la rampe.
- ΔH_{pr} : la perte de charge dans la porte rampe.
- $Q(r)$: le débit de la rampe en m^3/s .
- $L(r)$: la longueur de la rampe en m.
- D_r : le diamètre de rampes (m).
- D_{pr} : le diamètre de porte rampe (m).

La répartition de la perte de charge est :

- Sur les portes rampes $\Delta H (pr) = 0.6$ mce.
- Sur les rampes $\Delta H (r) = 1.2$ mce.

VII.1.5) Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre .Perte de charge selon hazan-williams.

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \dots\dots\dots(\text{VII.26})$$

Avec:

- L: longueur de la conduite.
- Q : débit en (l/h).
- D : diamètre intérieur de a canalisation.

VII.1.6) Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge :

a) **Calcul du diamètre** : d'après l'équation de hazan williams on a :

$$D_r = \sqrt[4.87]{\frac{3.592^{1.852} \times Lr \times Q^{1.852}}{C_w^{1.852} \times \Delta H}}$$

$$D_r = 21.44\text{mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 25 mm.

- $CW=140$ PEBD.
- $L= 119$ m,
- $D=0.025$ m,
- $Q= 480$ l/ h = $1.33 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$

Vérification des pertes de charge : $\Delta H = 0.56$

La valeur de la perte de charge est inférieure à 1.2 m.c.e (hr max) et remarque que la perte de charge ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.1.7) Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge

a) Calcul du diamètre :

$$D_{pr} = \sqrt[4.87]{\frac{3.592^{1.852} \times L_{pr} \times Q^{1.852}}{C_w^{1.852} \times \Delta H}}$$

$$D_{pr} = 124.45 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 125 mm.

- CW=140 PEBD,
- L= 207 m,
- D=0.125 m,
- Q= 24960 l/ h = $6.93 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$
- Vérification des pertes de charge : $\Delta H = 0.59$

On remarque que la perte de charge totale $\Delta H_T = 0.59$ ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

VII.1.8) Calcul du diamètre de la conduite tertiaire :

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

$$D = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi V}} \dots\dots\dots \text{(VII.27)}$$

Avec :

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

V : vitesse d'écoulement (m/s)

Tableau VII.1: Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.

Culture	Surface m ²	L(m)	Q (m3/s)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Pommier	45000	10	0.0069	1.05	91	110	0.73	0.053

VII.1.9) La pression d'eau a la borne de distribution

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution a la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (1 bar) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au gouteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable :

Tableau VII. 2: Tableau récapitulatif.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	119	30	10
Diamètre(m)	0.025	0.125	0.125
Débit (m ³ /s)	1.33×10^{-4}	6.97×10^{-3}	6.97×10^{-3}
Pertes de charge(m)	0.56	0.58	0.053

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

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

$$P(m) = 10 + 0.56 + 0.58 + 0.053 = \mathbf{11.19\ m} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.28)}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.12 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

VII.2) pivot :

Dans cette deuxième partie qui concerne le dimensionnement du pivot, nous avons choisis d'étudier la culture céréale exactement le blé et cela par l'intermédiaire des caractéristiques calculées précédemment, Notre pivot est le pivot frontal.

VII.2.1 -Dispositifs d'alimentation :

L'alimentation en eau d'une rampe frontale est plus complexe que celle d'une rampe pivotante .celle-ci est actuellement réalisée de deux façons :

VII.2.1.1-Par un canal central ou latéral :

Le portique de la rampe longe le canal. Il porte un groupe motopompe entraîné par un groupe électrogène qui aspire et met en pression l'eau puisée dans le canal par l'intermédiaire d'une crépine.

Trois problèmes se posent dans ce cas

- La pente naturelle du sol que suit le canal.
- La perméabilité du fond du canal.
- La propreté de l'eau.



Figure VII.1 : Pivot frontale avec canal

VII.2.1.2-Par une conduite sous pression :

L'avantage d'une alimentation par tuyau vient de ce que la pression de l'eau est assurée par une station de pompage non embarquée. Le tuyau est trainé sur le sol, il peut être placé en bordure de champ ou au centre de la rampe.

L'inconvénient majeur de l'utilisation de tuyau pour l'alimentation en eau est la limitation de la surface arrosée et le travail exigé pour le déplacer d'un hydrant à l'autre. On a deux types de canalisations équipent les installations le PVC et le PEHD



Figure VII.2 : Pivot canal avec conduite sous pression.

VII.2.2) Dimensionnement d'un pivot :

VII.2.2.1- Données générales :

Le dimensionnement du pivot nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail.

Le pivot sera installé sur l'ilot N°15, alimentée par la borne N°15 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5.76 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 36 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

- **La culture** : blé.
- **besoin de pointe** : 101.94 mm en Mai.
- **caractéristiques de la surface occupées par le pommier** :
 - surface : 36 ha
 - Longueur : 1082 m
 - Largeur : 318 m
- **Temps de travail** : 20 heures par jour, et 25 jours par mois.
- **Perméabilité du sol** : le sol est de type argilo-limoneux avec une perméabilité estimée de :
K= 7mm/h.

VII.2.2.2) Besoins d'irrigation des cultures :

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

$$RFU = Y (Hcc - Hpf) . Da . Z$$

- **Y** : degré de tarissement : égal à 2/3.
- **Da** : densité apparente : égale à 1.5
- **Z** : profondeur d'enracinement mm (60 cm pour Le blé)
- **Hcc** : humidité à la capacité au champ (25%).
- **Hpf** : humidité au point de flétrissement (10%).

$$RFU = \frac{2}{3} \times \frac{(25 - 10)}{100} \times 1.5 \times 0.6 \times 1000 = 90mm$$

b. **Besoins journalier de pointe** =3.4 mm/j.

c. **Le tour d'eau** :

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \times Nj}{B_j} \dots\dots(VII.29)$$

$$T_{eau} = \frac{90 \times 25}{101.94} = 22.07 \rightarrow \text{C'est à dire 22 jours.}$$

d. **Nombre d'irrigation par mois** : donc on irrigue 1 fois/mois

e. **Nouvelle dose réelle** :

$$Dose_{réel} = T_{eau} \times B_p \dots\dots(VII.30)$$

$$Dose_{réel} = 22 \times 3.4 = 74.8mm$$

f. **Nouvelle dose brute** :

$$Dose_{brute} = \frac{Dose_{réel}}{Efficienc} \dots\dots(VII.31)$$

$$Dose_{brute} = \frac{74.8}{0.85} = 88mm$$

Avec :

- Efficienc d'irrigation =0.85

VII.2.2.3) Calculs hydraulique:

VII.2.2.3.1) Calculs de la structure du pivot : Le pivot projeté doit être à la dimension des unités parcellaires qu'est rectangle de dimension 1082*318, après le calcul nous allons voir comment faire la composition du système selon les dimensions commerciales disponibles chez les différents constructeurs.

a. Détermination de la surface (A) arrosée par un pivot :

$$A(\text{ha}) = L \times l \dots \dots \dots (\text{VII.32})$$

Tel que :

- **A** : superficie (hectares).
- **L** : longueur de la parcelle.
- **l** : la largeur de de la parcelle.

b. Heures par rotation avec le minuteur au maximum :

$$T = \frac{L}{V_a} \dots \dots \dots (\text{VII.33})$$

Tel que :

- **Tr** = heures par rotation (h).
- **Lt** = distance jusqu'à la dernière point (1082m).
- **Vt** = vitesse de la dernière tour (180 m/h).

c. Le débit d'un pivot Qp(m3 /h) :

$$Q = \frac{S \times D_j \times 10}{T} \dots \dots \dots (\text{VII.34})$$

Tel que :

- **Dj (mm)** : La dose brute corrigée.
- **S (ha)** : La superficie irriguée.
- **T (h)** : Le temps d'arrosage.

d. Surface arrosée par heure :

$$S_h = \frac{S_t}{T} \dots \dots \dots (\text{VII.35})$$

Avec :

- **Sh** : surface arrosée par heure (ha).
- **St**: surface totale (ha).
- **T** : temps d'arrosage (10h).

e. Débit requis pour un arroseur de pivot donné :

$$Q_e = \frac{L_s \times Q_p \times L_e}{A \times 95.5} \dots \dots \dots (\text{VII.36})$$

Avec :

- **Qe** = débit à l'arroseur (l/min).
- **Ls** = distance jusqu'à l'arroseur (318 m).
- **Qp** = débit du pivot (m³ /h).
- **A** = superficie irriguée par le pivot (34.4ha).
- **Le** = espacement entre arroseurs (3m).

f. Débit global requis

$$Qs = \frac{Bj \times 10}{Tp \times Ea} \quad \dots\dots(VII.37)$$

Avec:

- **Qs** = débit du système (m³ /h/ha).
- **Tp** = heures de pompage/jour (16h).
- **Ea** = efficacité d'irrigation (90%).

g. Calcul de la hauteur et de la pression du pivot :

$$P(m) = Ps(asp) + HMT \dots\dots(VII.38)$$

Tel que

- **Ps (asp)** : pression des asperseurs (1.4 bar).
- **HMT** : La hauteur manométrique totale.

Calculer par la formule suivante :

$$HMT = Hg + \sum \Delta H \quad \dots\dots(VII.39)$$

Avec :

- **HMT**: hauteur manométrique total (m).
- **ΔH** : perte de charge(m).
- **Hg**: hauteur géométrique (m).

➤ **Calcul de la hauteur géométrique Hg(m) :**

$$Hg = Z(m) + Hpivot(m) - Zeau(m) \dots\dots(VII.40)$$

Avec :

- **Z (m)** : cote du terrain naturel (1001.2 m).
- **Hpivot(m)** : la hauteur des pivots par rapports au sol (3.7).
- **Zeau (m)** : le niveau de l'eau dans le regard (990.2m).

AN :

$$Hg=1001.2+3.7-990.2=14.7m$$

- **Calcul des pertes de charge totales :**
Les pertes de charge sont calculées comme suit :

$$\Delta H = I \times L = \lambda \frac{L V^2}{D 2g} \dots\dots\dots(\text{VII.41})$$

- L : longueur du tronçon en (m).
- V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).
- ΔH : Pertes de charge linéaires en (m).
- I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \quad (\text{Formule de Nikuradzé}) \dots\dots\dots(\text{VII.42})$$

ε: Rugosité absolue :0,013 mm. (Conduite en acier galvanisé).

• **Pertes de charge singulières:**

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,.....) Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adductionou conduite longe.

$$\Delta H = 0,1 * \Delta H_l \quad \dots\dots\dots(\text{VII.43})$$

Tableau VII.3: calcul des pertes de charges pour le pivot

Conduite	L(m)	D(mm)	ε (mm)	λ (mm)	Q(m³/s)	ΔHL(m)	ΔH s(m)	ΔHt(m)
Acier galv	318	151.14	0.013	0.012	0.054	5.15	0.515	5.665

- **Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT) :**

$$HMT = Hg + \sum \Delta H \quad \dots\dots\dots(\text{VII.44})$$

$$HMT = 14.7 + 5.665 = 20.37$$

Calcul de la pression du pivot:

$$P(m) = Ps(asp) + HMT \quad \dots\dots\dots(\text{VII.45})$$

$$P = 1.4 + 20.37 = 21.77m$$

h. puissance requise

$$P = \frac{Qp \times H \times 9.81}{3600 \times Ep} \quad \dots\dots\dots(\text{VII.46})$$

Avec :

- P = puissance (kW).
- Qp = débit du pivot (m3 /h).
- H = hauteur manométrique totale nécessaire (21.77m).
- Ep = capacité de pompage (75%).

Tableau VII.3: résultats des calculs de la structure des pivots

A (ha)	34.4 ha
Tr (h)	10
Qp (m3/h)	117
Sh(ha)	3.44
Qe (l/min)	33.97
Qs (m3 /h/ha)	2.36
HMT(m)	21.77
P(kw)	9.25

VII.2.2.3.2- Caractéristiques techniques système pivot ANABIB 160EL :

Le pivot ANABIB existe en trois versions, 160 EL (20 ha), 160 EL (30 ha) et 160 EL (50 ha). Les caractéristiques techniques du pivot version 160 EL (30 ha) sont présentées (Tableau VII.4).

Tableau VII.4:Caractéristiques techniques système pivot ANABIB 160EL

Paramètres	Caractéristiques
Longueur du système (6 tours)	324m
Surface arrosée avec arrosage au-delà de bords	32,96ha
Type de buse	NELSON
Longueur du porte-à-faux	11,7 m
Arrosage au-delà des bords	2,6 m
Heures de service proposées par jour	24.0 h
Débit Nominale	83,2 m3/h
Vitesse maximale	123 m/h.
Pression à la buse au dernier branchement	1,0 bar
Pression d'alimentation à l'entrée du pivot	2,0 bar
Consommation totale le en eau	69,6 m3/h- 104,4 m3/h
Tension	380 v
Fréquece	50 Hz
Puissance absorbe du réseau public	10,5 KW
Puissance de groupe électrogène requise	7,2 KW

Le tableau de performance qu'est présenté dans la (Figure VII.3) :

Tableau des performances des Pivots

Long Pivots (M)	Ray (M)	Surf (m)	Traversées						Porte à Faux						La Pluviométrie de notre Pivot																				
			Irrig (M)	Irrig (m)	NB de Tours	52,6 (M)	46,8 (M)	17,6 (M)	11,7 (M)	5,9 (M)	T: Temps / Q: débit nécessaire (L/S) / P: Pression Bar / PL: Pluviométrie																								
											Vitesse 100%					Vitesse 80%					Vitesse 60%					Vitesse 50%					Vitesse 40%				
											T	Q	P	PL	T	Q	P	PL	T	Q	P	PL	T	Q	P	PL	T	Q	P	PL					
110	113	4	2	2	0	0	1	0	5,8	9,6	2	5	7,2	10,8	2	7	9,6	10,4	2	9	11,5	10,59	2	11	14,4	9,24	2	12							
177,1	201	10,4	3	3	0	1	0	0	9.14	15.2	2	5	11.4	17	2	7	15.2	16.4	2	9	18.3	16.71	2	11	22.8	14.6	2	12							
218,0	233	15,4	4	4	0	0	0	1	11.2	18.63	2	5	14	20.86	2	7	18.6	20.1	2	9	22.4	20.49	2	11	27.95	17.9	2	12							
248,0	252	20	5	3	2	0	0	0	12.7	21.93	2	5	15.8	24.57	2	7	21.1	23.7	2	9	25.3	21.13	2	11	31.7	24.2	2	12							
278,1	281	24,8	5	5	0	0	1	0	14.2	24.46	2	5	17.7	27.4	2	7	23.7	26.4	2	9	28.4	26.9	2	11	35.5	23.5	2	12							
307,9	310	30,2	6	4	2	0	0	0	15.8	28.4	2	5	19.7	29.6	2	7	26.3	28.5	2	9	31.5	29	2	11	39.5	25.4	2	12							
354,3	357	40	7	4	3	0	0	0	18.3	30.5	2	5	22.8	34.2	2	7	30.4	32.9	2	9	36.5	33.5	2	11	45.6	29.3	2	12							
395,4	398	49,8	8	3	5	0	0	0	20.5	34	2	5	25.5	38	2	7	34	36.7	2	9	40.9	37.4	2	11	51.1	32.7	2	12							

Figure VII.3:Tableau des performances des pivots de la société Anabib

La figure ci-dessous montre le dimensionnement réel de l'appareil étudié :

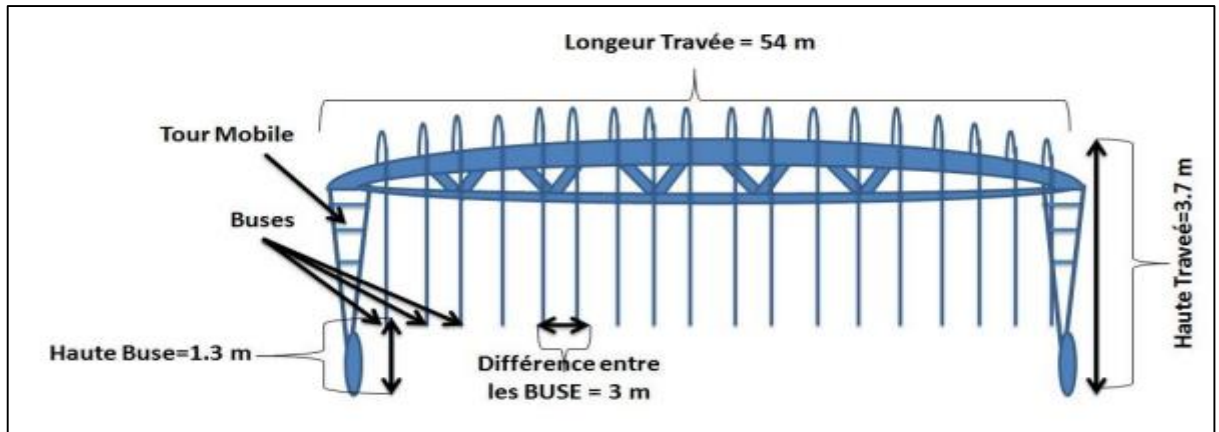


Figure VII.4: Les dimensions réelles de l'appareil étudié.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié le dimensionnement de deux systèmes d'irrigation le pivot frontal avec une conduite sous pression et le goutte à goutte. Pour le système goutte à goutte, on a choisi le pommier. A la fin du dimensionnement du réseau localisé projeté sur la parcelle choisie, il est indispensable d'effectuer une vérification de la pression à la sortie de la borne, afin d'assurer la pression nominale de 10 m.c.e dans le goutteur le plus éloigné et cela pour assurer le bon fonctionnement des goutteurs on doit tenir en compte les facteurs agronomiques et hydrauliques afin d'aboutir à un bon dimensionnement.

Pour le pivot le choix de culture est tombé sur le blé s'étend sur une superficie de 34.4 ha. L'irrigation de la culture du blé est appréciée dans la wilaya Sétif, l'introduction de ce système d'irrigation par pivot frontale permet une revalorisation de l'agriculture, une intensification des cultures et une augmentation des rendements.

Chapitre VIII : Management du projet

Chapitre VIII : management du projet.**VIII- Introduction :**

Management de projet est l'ensemble des dispositions envisagés pour l'exécution des travaux dans les meilleures conditions possibles et la bonne utilisation des moyens humains et matériels et des matériaux pour abaisser les coûts de productions en favorisant à l'homme et à la machine un contexte favorable de façon à accroître la productivité.

Dans le but de rechercher la rapidité, la qualité, et l'économie dans la réalisation de notre projet, on s'est principalement basé sur l'organisation de chantier qui ordonne le déroulement de nos travaux et nous dirige dans l'exécution ; en imposant un bon rythme de travail, et en précisant le temps nécessaire de réalisation, la main d'œuvre nécessaire et les moyens matériels (matériaux de constructions, engins, ...).

VIII .1 Les différents travaux à entreprendre**VIII .1.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau de distribution :**

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseau de distribution sont :

• Exécution des tranchées

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

• Pose du lit de sable

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 14 cm dans notre cas.

• Pose des conduites

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour ne pas avoir des difficultés au raccordement des conduites.

• Epreuve de joint et de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1.8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

• Remblayage des tranchées

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

• Nivellement et compactage

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

VIII .2 Remblaiement des tranchées :**VIII .2.1 Matériau d'enrobage :**

Le remblai directement en contact avec la canalisation, jusqu'à une hauteur uniforme de 15 cm au-dessus de sable ou grave contenant moins de 12% de fines et ne contenant pas d'éléments de diamètre supérieur à 30 mm.

VIII -2-2 Coverture:

Le remblaiement de la tranchée est effectué avec le produit d'extraction de fouille expurgé des éléments supérieurs à 100mm, des débris végétaux ou animaux, etc..., et choisissant de préférence des matériaux contenant moins de 30% d'éléments supérieurs à 20 mm à l'exception toutefois des tourbes, vases et sols très organiques.

Il est également conseillé d'éliminer les argiles et limons dont la teneur en eau n'est pas voisine de la valeur optimale déterminée à l'essai 'Proctor modifié' .

Ce remblaiement est réalisé par couches successives, d'épaisseur maximale 30 cm, qui doivent être compactées l'une après l'autre.

VIII -3 Choix des engins :

Pour réaliser ces travaux, on doit utiliser différents types d'engins, car chaque opération nécessite un engin précis. Ces engins sont répartis en trois grandes familles :

VIII -3-1 Les engins de chargement :

- Les chargeuses.
- Les pelles hydrauliques.
- Les pelles mécaniques.

VIII -3-2 Les engins de transport:

- Les brouettes.
- Les camions bennes.
- Les dumpers.
- Les motos basculeurs.
- Les véhicules utilitaires.

VIII -3-3 Les engins de mise en place des matériaux :

- Les niveleuses.
- Les compacteurs.
- Les finisseurs.

Concernant notre projet, on a utilisé les engins suivants :

A. Pour le décapage :

Le décapage est une opération de terrassement visant à ôter la couche superficielle de terre. Cette dernière se compose en effet de végétaux et de déchets organiques susceptibles de rendre instable le futur édifice. Elle est retirée sur une épaisseur comprise entre 10 cm et 40 cm et stockée afin d'être éventuellement réutilisée lors de l'aménagement du terrain. En effet, la terre végétale de qualité demeure un produit recherché pour les aménagements extérieurs.

Nous utilisons la niveleuse sur les terrains facile à décapé, elle est le meilleur engin adopter à ce type de travaux ; et on utilise le « Bulldozer » dans les terrains difficiles.

B. Pour l'excavation des tranchées :

On utilise une pelle équipée en rétro. Les Pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les types de terrains. Ce sont des engins dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Ils sont de type à fonctionnement discontinu, c'est-à-dire que

Le cycle de travail comprend les temps suivants :

- A. Temps de fouille.
- B. Temps de transport.
- C. Temps de déchargement.
- D. Temps de remise en position de déblais.

Dans les terrains difficiles on doit utiliser une pelle à chenille.

C. Pour le remblaiement des tranchées :

Le remblayage a été fait en utilisant une chargeuse, qui comporte un corps automoteur articulé, et une benne de grande taille à l'avant.

Pour les grands travaux de ce type, l'engin qui convient c'est le chargeur. Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.

D. Pour le compactage :

Après les travaux de pose des canalisations, il faut faire le remblayage de la tranchée et le biencompacté. Donc on a besoin d'un engin de compactage, et puisque la tranchée à une petite surface on peut utiliser les compacteurs à main.

VIII-4 Volume de terrassement**VIII-4-1 Largeur du fond de la tranchée**

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30cm d'espace de chaque côté de la conduite.

La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule :

$$B = D + 0.6 \dots\dots\dots \text{(VIII.1)}$$

Avec :

- **B** : Largeur de la tranchée (m).
- **D** : Diamètre de la conduite (m)

VIII-4-2 Profondeur de la tranchée

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, et d'empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

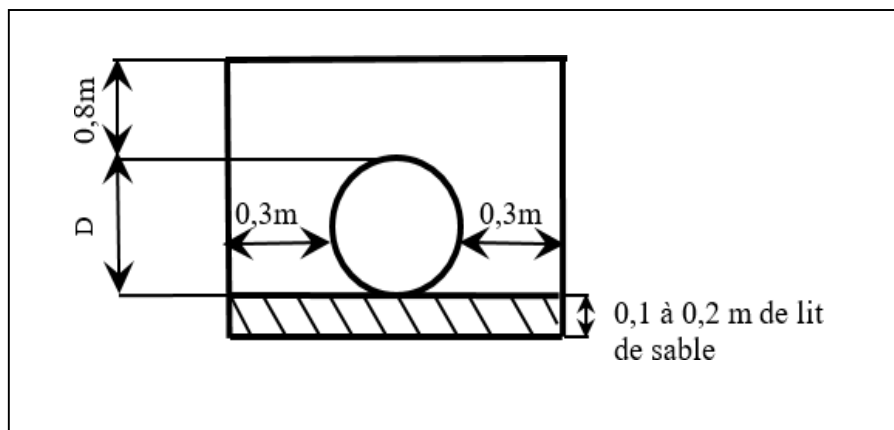


Figure VIII- 1 : Schéma d'une tranchée. La

profondeur de la tranchée est obtenue par la formule :

$$H_{tr} = e + D + h \dots \dots \dots \text{(VIII.2)}$$

Avec:

- **H_{tr}** : Profondeur de la tranchée (m).
- **e** : Hauteur du lit de pose (m).
- **D** : Diamètre de la conduite (m).
- **h** : La hauteur du remblai au-dessus de la conduite (m).

VIII-4-3 Section de la tranchée

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr} \dots \dots \dots \text{(VIII.3)}$$

Avec :

- **H_{tr}** : Profondeur total de la tranchée (m).
- **B** : Largeur du fond de la tranchée (m).

VIII-4-4 Volume à excaver

Le volume d'excavation est:

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L \dots \dots \dots \text{(VIII.4)}$$

Avec:

- **V_d** : Volume du déblai (m³).
- **S_{tr}** : La section de la tranchée (m²).
- **L** : Longueur de la tranchée (m).
- **B** : Largeur de la tranchée (m).
- **H_{tr}** : La hauteur de la tranchée (m).

VIII -5 Evaluation du cout de projet

VIII-5-1 Dépense des travaux

Les frais de terrassement sont est égale à :

A. Pour les déblais:

$$F_{deb} = V_{deb} \times K_{deb} \dots \dots \dots \text{(VIII.5)}$$

Avec:

- **K_{deb}** : Prix de 1 m³ de déblai= 450 DA.
- **V_{deb}** : Volume total de déblai.

A. Pour les remblais:

$$F_{rem} = V_{rem} \times K_{rem} \dots \dots \dots \text{(VIII.6)}$$

Avec:

- **K_{rem}** : Prix de 1 m³ de remblai=300 DA
- **V_{rem}** : Volume total du remblai.

B. Pour lit de sable:

$$F_{ls} = V_{ls} \times K_{ls} \dots \dots \dots \text{(VIII.7)}$$

Avec:

- **K_{deb}** : Prix de 1 m³ de li de sable= 1200 DA.
- **V_{deb}** : Volume total de lit de sable.

C. Calcul du volume de déblai et remblai

La pose en terre des conduites s'effectue dans une tranchée dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B = D + (2 \times 0.3) \dots\dots\dots \text{(VIII.8)}$$

Avec:

-D : diamètre de la conduite (m)

La profondeur de la fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

$$\text{Déblai} = L \times H \times B \dots\dots\dots \text{(VIII.9)}$$

$$\text{Rembali} = \text{déblai} - \left(\pi \times \frac{D^2}{4}\right) \times L \dots\dots\dots \text{(VIII.10)}$$

VIII-6 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de la distribution**VIII-6-1 Calcul du volume de déblai :**

$$H_{tr} = e + D + h \dots\dots\dots \text{(VIII.11)}$$

$$B = D + 0.6 \dots\dots\dots \text{(VIII.12)}$$

$$Str = B \times H_{tr} \dots\dots\dots \text{(VIII.13)}$$

$$V_d = Str \times L = (B \times H_{tr}) \times L \dots\dots\dots \text{(VIII.14)}$$

VIII-6-2 Calcul du volume du lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 14cm sur le fond de la tranchée, c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule ce volume en utilisant la formule :

$$V = e \times b \times L \dots\dots\dots \text{(VIII.15)}$$

VIII-6-3 Volume du décapage de la couche végétale :

$$V_{\text{déc}} = H_{vc} \times L \times B_{cv} \dots\dots\dots \text{(VIII.16)}$$

Tel que:

- $V_{\text{déc}}$: Volume de la couche végétale décapée (m³).
- H_{cv} : Profondeur de la couche végétale (on prend $H_{cv}=0.1$ m) (m).
- L : Longueur totale de la tranchée (m).
- B_{cv} : Largeur de la couche végétale (m).
- e : La couche végétale (m).

VIII-6-4 Volume occupé par les conduites :

$$V_{\text{cond}} = \left(\frac{\pi \times D_{\text{ext}}}{4}\right) \times L \dots\dots\dots \text{(VIII.17)}$$

- V_{cond} : Volume occupé par les conduites (m³).
- D_{ext} : Diamètre extérieur de la conduite (m).
- L : Longueur totale de la tranchée (m).

VIII-6-5 Volume du remblai de protection :

$$V_{\text{rem}} = V_d - (V_{\text{cond}} + V_{\text{déc}} + V_{\text{ls}}) \dots\dots\dots \text{(VIII.18)}$$

- V_{rem} : Volume du remblai (m³).
- V_d : Volume du déblai (m³).
- V_{ls} : Volume du lit de sable (m³).
- $V_{\text{déc}}$: Volume de la couche végétale décapée (m³).
- V_{cond} : Volume de conduite (m³).

VIII-6-6 Volume d'excédentaire:

$$V_{exc} = V_f - V_{rem} \dots \dots \dots \text{(VIII.19)}$$

Tel que:

- V_{exc} :Volume du sol excédentaire (m^3).
- V_f :Volume du sol foisonné (m^3).
- V_{rem} :Volume du remblai (m^3).

Sachant que :

$$V_f = V_d \times K_f \dots \text{(VIII.20)}$$

Avec:

- K_f :Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol.

Tableau VIII- 1: Coefficients de foisonnement pour différente nature de sol.

Type de sol	K_f
Sables, matériaux fins	1.08-1.17
Limons argileux	1.14-1.28
Argile	1.25-1.30

(Source : Métré de terrassement-cours génie civil)

Pour notre cas nous avons prend : $K_f = 1,25$.

Les résultats du calcul des différents volumes sont illustrés dans le tableau suivant :

VIII -7 Calcul des différents volumes :

Tableau VIII- 2: Calcul des différents volumes

Type de conduite	Tubes enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	Déblai (m ³)	Sable (m ³)	Conduites (m ³)	V couches végétales	Remblai (m ³)	V f	V excédentaire
Tertiaire	PEHDØ 90	2033	0,69	0,89	1248,47	140,28	12,93	140,28	954,98	1560,58	312,12
Tertiaire	PEHDØ 110	937	0,71	1	665,27	66,53	8,90	66,53	523,32	831,59	166,32
Tertiaire	PEHDØ 125	1887	0,725	1,03	1409,12	136,81	23,15	136,81	1112,36	1761,40	352,28
Tertiaire	PEHDØ 160	2297	0,76	1,06	1850,46	174,57	46,16	174,57	1455,16	2313,08	462,62
Secondaire	PEHDØ 200	4847	0,8	1,1	4265,36	775,52	152,20	387,76	2949,88	5331,70	1066,34
Secondaire	PEHDØ 250	2938	0,85	1,15	2871,90	499,46	144,15	249,73	1978,56	3589,87	717,97
Secondaire	PEHDØ 315	2117	0,915	1,215	2353,52	387,41	164,90	193,71	1607,51	2941,90	588,38
Secondaire	PEHDØ 400	3323	1	1,3	4319,90	664,60	417,37	332,30	2905,63	5399,88	1079,98
Secondaire	Fonte Ø 500	2735	1,1	1,4	4211,90	601,70	536,74	300,85	2772,61	5264,88	1052,98
Secondaire	Fonte Ø 630	2260	1,23	1,53	4253,09	555,96	704,14	277,98	2715,01	5316,37	1063,27
principale	Fonte Ø 700	888	1,4	1,6	1989,12	248,64	341,57	124,32	1274,59	2486,40	497,28
principale	Fonte Ø 800	735	1,5	1,9	2094,75	220,50	369,26	110,25	1394,74	2618,44	523,69
principale	Fonte Ø 900	390	1,6	2	1248,00	124,80	247,98	62,40	812,82	1560,00	312,00
principale	Fonte Ø 1000	1872	1,7	2,1	6683,04	636,48	1469,52	318,24	4258,80	8353,80	1670,76
La somme					39463,90	5233,25	4638,96	2875,72	26715,96	49329,87	9865,97

VIII -8 Cout total des travaux publics sur réseau d'irrigation :**VIII -8-1 Estimation du cout de pose de canalisation**

- Le prix du mètre cube de déblais est de 450DA.
- Le prix du mètre cube de remblai est de 300DA
- Le prix du mètre cube de sable est de 1200 DA.
- Le prix du mètre cube de déblais excédentaires est de 200 DA.

Tableau VIII- 3: Estimation du cout de pose de la conduite d'adduction.

Designation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	m3	39463,9	450	17758753
Lit de sable	m3	5233,25	1200	6279905,4
Remblai	m3	26715,96	300	8014789,5
déblai excendaire	m3	9865,97	200	1973194,8
			Total 1 (HT)	34026642,7
			TVA 1 (19%)	6465062,113
			Montant TTC 1	40491704,81

VIII -8-2. Estimation du cout du réseau d'irrigation :

Le calcul du cout du réseau d'irrigation est détaillé comme suit

Tableau VIII- 4: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 90	PEHD	m/l	2033	188,62	383464,46
Ø 110	PEHD	m/l	937	721,62	676157,94
Ø 125	PEHD	m/l	1887	934,26	1762948,62
Ø160	PEHD	m/l	2297	1 526,93	3507358,21
Ø 200	PEHD	m/l	4847	2 397,85	11622378,95
Ø 250	PEHD	m/l	2938	3 709,88	10899627,44
Ø 315	PEHD	m/l	2117	5 881,51	12451156,67
Ø 400	PEHD	m/l	3323	9 500,90	31571490,70
Ø 500	PEHD	m/l	2735	14 816,89	40524194,15
Ø 600	Fonte	m/l	2260	22 513,76	50881097,60
Ø 700	Fonte	m/l	888	27777,32	24666260,16
Ø 800	Fonte	m/l	735	31722,86	23316302,10
Ø 900	Fonte	m/l	390	35668,4	13910676,00
Ø 1000	Fonte	m/l	1872	40 613,94	76029295,68
les bornes d'irrigation			71	100 000,00	7100000,00
Total(HT) 1					309302408,7
TVA (19%)					58767457,65
Montant TTC 2					368069866,3

Et ci-joint le calcul du réseau d'irrigation à la parcelle :

Tableau VIII- 5: Factures préformas des pièces du réseau d'irrigation a la parcelle

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix (DA)	Montant (DA)
Tube Ø 25 PEHD	m/l	119	38,48	4 579
TubeØ110 PEHD	m/l	217	540,5	117 289
Filtre	Un	2	14508	29 016
VanneØ110	Un	2	15000	30 000
Goutteur réglable	Un	3000	6,13	18 390
Bassins d'irrigation	DA/m3	1	350	350
Fertilité	Un	1	23731,2	23 731
Pivot	1	1	10000000	10000000
Total(HT) 5				10 223 355,00
TVA (19%)				1 900 000,00
Montant TTC 3				12 123 355,00

VIII-8-3 Devis estimatif du projet :

- Devis de pose de la canalisation (Montant TTC1=**40491704,81DA**).
 - Devis du réseau d'irrigation (Montant TTC2 = **368069866,3DA**).
 - Devis du réseau a la parcelle (Montant TTC3 = **12 123 355,00 DA**).
- Le cout globale est : **420684926,14 DA**

VIII -9 Planification des travaux:

Elle consiste à chercher constamment la meilleure façon d'utiliser avec économie la main d'œuvre et les autres moyens de mise en œuvre pour assurer l'efficacité de l'action à entreprendre, elle consiste en :

- Installation des postes de travail.
- Observations instantanées.
- Analyse des tâches.
- Le chronométrage.
- Définition des objectifs et des attributions.
- Simplification des méthodes.
- Stabilisation des postes de travail.

VIII -9-1 Techniques de la planification :

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

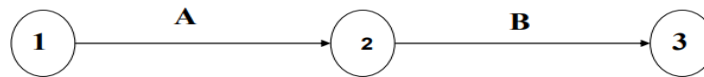
- A. Méthodes basées sur le réseau.
- B. Méthodes basées sur le graphique.

VIII-9-2 Définition du réseau

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisation. On distingue deux types de réseaux :

A. Réseau à flèches :

L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération **A** précède l'opération **B**

B. Réseau à nœuds :

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches. L'opération (**B**) ne peut commencer que si l'opération (**A**) est complètement achevée.



VIII.9.2.1 Construction du réseau :

Pour construire un réseau il convient d'effectuer les six (6) opérations suivantes :

- ❖ **Etablissement d'une liste des tâches :** Il s'agit dans cette première phase de procéder à un inventaire très précis et détaillé de toutes les opérations indispensables à la réalisation d'un projet.
- ❖ **Détermination des tâches antérieures :** Après avoir dressé la liste des tâches à effectuer, il n'est pas toujours facile de construire un réseau car il n'est pas aisé de dire si les tâches antérieures doivent être successives ou convergentes.
- ❖ Construction des graphes partiels.
- ❖ Regroupement des graphes partiels.
- ❖ Détermination des tâches de début de l'ouvrage et de fin de l'ouvrage.
- ❖ Construction du réseau.

VIII.9.2.2 Méthode C.P.M (méthode du chemin critique)

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

1^{ère} phase : l'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré.

2^{ème} phase : analyser systématiquement le réseau, heure par heure, jour pour jour, selon l'unité de temps retenue.

3^{ème} phase : adapter le réseau aux conditions ou contraintes fixées par l'entreprise.

VIII.9.3 Les étapes de la planification :

La planification est le processus de la ligne de conduite des travaux à réaliser, elle comprend des étapes suivantes :

A. Collection des informations :

L'établissement d'une synthèse d'analyse des informations acquises par des études comparatives permet l'usage correct du plan de réalisation de notre projet.

B. Décomposition du projet :

C'est une partie importante car chaque projet peut être analysé de diverses manières, nous attribuons à chaque tâche un responsable et ses besoins en matériels.

C. Relations entre les tâches :

Il existe deux relations essentielles entre les tâches lors de la réalisation, l'une porte sur un enchaînement logique et l'autre sur un enchaînement préférentiel.

D. Les paramètres de la méthode C.P.M :

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec:

- **TR** : temps de réalisation.
- **DCP** : date de commencement au plus tôt.
- **DCPP** : date de commencement au plus tard.
- **DFP** : date de finition au plus tôt.
- **DFPP** : date de finition au plus tard.
- **MT**: marge totale.

ET:

$$\mathbf{DFP = DCP + TR} \quad \mathbf{(VIII-21)}$$

$$\mathbf{DCPP = DFPP - TR} \quad \mathbf{(VIII-22)}$$

E. méthode du chemin critique C.P.M :

Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$\mathbf{C.C} \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{MT = 0} \\ \mathbf{\sum TR_{C.C} = D.T.P} \end{array} \right.$$

F. Attribution des durées de chaque

Pour l'attribution du temps, il est nécessaire de se baser sur deux points :

- Le nombre de ressources (moyens humains et matériels).
- Dimensions du projet.

En utilisant les normes **C.N.A.T**, on pourra appliquer la formule suivante:

$$T = \frac{Q N}{n} \quad (\text{VIII-23})$$

Avec :

- Q : Quantité de travail.
- N : Rendement.
- n: Nombre d'équipes.

VIII.9.4. Définitions des tâches et leurs durées :

❖ Symboles des différentes opérations et leur durée

Pour notre projet, les principales opérations à exécuter sont :

Tableau VIII- 6 : Symboles et les durées de différentes opérations.

Operations	Symbols	Durée
Lancement de travaux (préparation du chantier)	A	20 jr
Piquetage	B	15 jr
Découpage de la couche de goudron et celle de végétation	C	20 jr
pose du lit de sable	D	30 jr
Bardage des conduits	E	10jr
Pose des conduits	F	60 jr
L'emplacement des bornes d'irrigation	G	90 jr
Montage et raccordement des conduites	H	40 jr
Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints	I	30 jr
Remblai des tranchées	J	25 jr
Equipement des ilots d'irrigation	K	40 jr
Travaux final	L	20 jr

Les opérations précèdent et succèdent dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII- 7: Opération précède et succède de chaque opération.

Operations	Précède	Succède
A	-	B
B	A	C
C	B	D
D	C	E, G
E	D	F
F	E	H
G	D	K
H	F	I
I	H	J
J	I,K	L
K	G	J
L	J	-

La détermination des délais par la méthode de tableau :

Tableau VIII- 8: Détermination des délais.

Opérations	TR	DP		DPP		MT
	départ	DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	20	0	20	0	20	0
B	15	20	35	20	35	0
C	20	20	55	20	55	0
D	30	55	85	55	85	0
E	10	85	95	85	95	0
F	60	95	155	95	155	0
G	90	85	175	95	185	10
H	40	155	195	155	195	0
I	30	195	225	195	225	0
J	25	225	250	225	250	0
K	40	175	215	210	250	35
L	20	250	270	250	270	0

Avec:

- **TR**: Temps de réalisation.
- **DCP**: Date de commencement au plus tôt.
- **DFP**: Date de finissement au plus tôt.
- **DCPP**: Date de commencement au plus tard.
- **DFPP**: Date de finissement au plus tard
- **MT**: Marge totale.

Le chemin critique:

A-B-C-D-E-F-H-I-J-L

Avec un temps de réalisation : $\sum TR = 270 \text{ jour}$

- Réseau à nœuds (méthode CPM) :

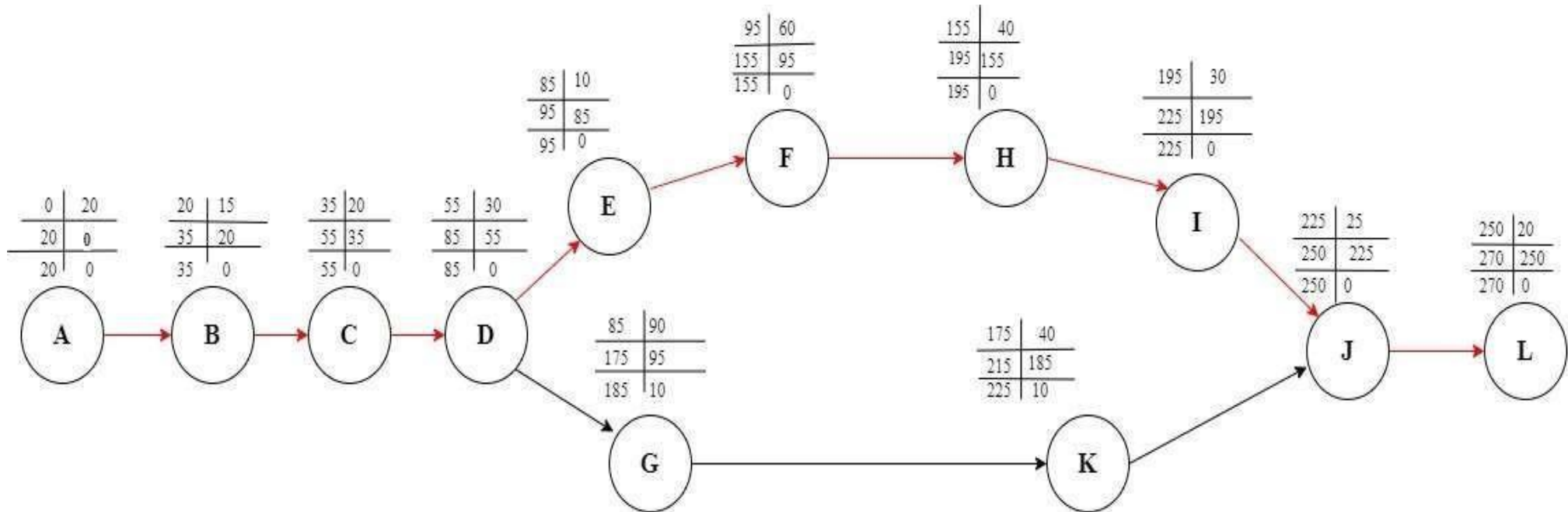


Figure VIII- 2: Réseau à nœuds.

Avec :

: Chemin critique.

: Operations.

- Calendrier de planification des travaux :

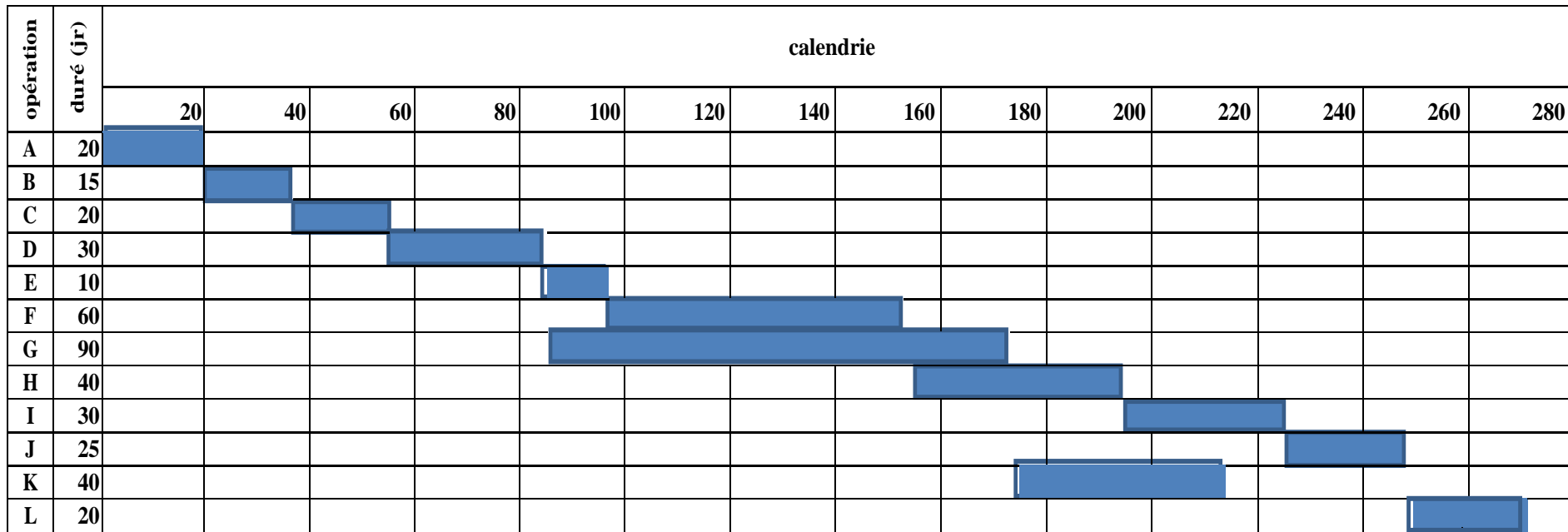


Figure VIII- 3: Diagramme de GANTT.

Avec :

■ : Chemin critique.

Donc, suivant une planification optimale des travaux ; la durée du chantier sera de neuf mois.

Conclusion :

L'organisation de chantier est nécessaire pour la réalisation d'un réseau d'irrigation, et cela afin d'économiser le coût, l'énergie et le temps sans oublier l'amélioration du rendement de travail.

A travers ce chapitre, nous avons évalués la durée de réalisation du projet en se basant sur la succession des tâches par la méthode de CPM d'un côté et nous permet aussi d'établir un devis quantitatif et estimatif qui nous aide à estimer le coût total de notre projet estimé à 420684926,14DA, avec une durée de neuf mois.

Conclusion générale :

Au cours de ce travail, nous avons étudié les différentes composantes du projet d'irrigation d'El Eulma, et nous avons réalisé l'étude nécessaire du système d'irrigation pour la mise en valeur de 1160 ha de surface à partir de l'eau provenant du barrage de DRAA DISS.

L'étude du climat de notre région, a montré que la région appartient à un climat semi- aride, et que la période sèche s'étend sur plus de 7 mois ce qui confirme le caractère semi- aride de cette zone, d'où L'importance de l'irrigation pour maintenir un seuil de rendement acceptable.

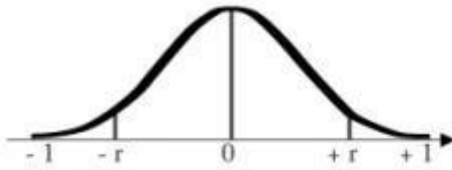
Le sol est constitué de 4 classes, ce a permis de choisir les cultures les plus appropriées. Après le choix des cultures, nous avons estimé les besoins en eau totaux, et les besoins en eau de chaque ilot qui est une phase importante dans la conception du système d'adduction et d'irrigation.

Le système d'irrigation retenu est constitué de conduites enterrées en fonte et en PEHD, équipé de bornes d'irrigation et nous avons insisté sur la nécessité d'introduction des techniques modernes telles que le pivot pour la céréale et le goutte à goutte pour l'arboriculture et maraichage, car l'augmentation des rendements ne peut se faire qu'à travers des systèmes d'irrigation efficaces. On recommande aussi une gestion efficace de ces installations à travers un réseau de surveillance de l'humidité des sols et des conditions climatiques afin d'optimiser la dose d'irrigation.

Du côté économique, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif afin d'évaluer le coût de projet qui est de **420684926,14 DA** avec une durée de réalisation de **270 jours**

Annexe

Annexe 01 : Tableaux de student



d.d.l. \ α	0,10	0,05	0,02	0,01
1	0,9877	0,9969	0,9995	0,9999
2	0,9000	0,9500	0,9800	0,9900
3	0,8054	0,8783	0,9343	0,9587
4	0,7293	0,8114	0,8822	0,9172
5	0,6694	0,7545	0,8329	0,8745
6	0,6215	0,7067	0,7887	0,8343
7	0,5822	0,6664	0,7498	0,7977
8	0,5494	0,6319	0,7155	0,7646
9	0,5214	0,6021	0,6851	0,7348
10	0,4973	0,5760	0,6581	0,7079
11	0,4762	0,5529	0,6339	0,6835
12	0,4575	0,5324	0,6120	0,6614
13	0,4409	0,5139	0,5923	0,6411
14	0,4259	0,4973	0,5742	0,6226
15	0,4124	0,4821	0,5577	0,6055
16	0,4000	0,4683	0,5425	0,5897
17	0,3887	0,4555	0,5285	0,5751
18	0,3783	0,4438	0,5155	0,5614
19	0,3687	0,4329	0,5034	0,5487
20	0,3598	0,4227	0,4921	0,5368
25	0,3233	0,3809	0,4451	0,4869
30	0,2960	0,3494	0,4093	0,4487
35	0,2746	0,3246	0,3810	0,4182
40	0,2573	0,3044	0,3578	0,3932
45	0,2428	0,2875	0,3384	0,3721
50	0,2306	0,2732	0,3218	0,3541
60	0,2108	0,2500	0,2948	0,3248
70	0,1954	0,2319	0,2737	0,3017
80	0,1829	0,2172	0,2565	0,2830
90	0,1726	0,2050	0,2422	0,2673
100	0,1638	0,1946	0,2301	0,2540

Annexe 02 : Suit des tableaux d'adduction

Branches S/Branches	Tronçons	Surface Cum	Débit Tronçon	DN Calculé	DN Normalisé	V	L	Perte de Charge		Côte Piézo		Côte du T.N		Pression dynam		Pression Stat.		
								Hazan Williams	(m)	Amont	aval	Amont	aval	Amont	aval	Amont	aval	
		(ha)	(l/s)		(mm)	(m/s)	(m)	j (mm/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.e)	(m.c.e)	(m.c.e)	(m.c.e)
Branche C																		
C	CM - C01	302,5	320,65	566,259658	600	1,135	542	2,3482	1,2727	1045,43	1044,16	997,20	998,00	48,23	46,16	52,8	52	
	C01 - C02	284,37	301,4322	549,028415	600	1,067	514	2,0803	1,0693	1044,16	1043,09	998,00	996,00	46,16	47,09	52	54	
	C02 - C03	271,96	288,2776	536,914891	600	1,020	392	1,9061	0,7472	1043,09	1042,34	996,00	992,00	47,09	50,34	54	58	
	C03 - C04	258,04	273,5224	522,99369	600	0,968	433	1,7196	0,7446	1042,34	1041,59	992,00	984,00	50,34	57,59	58	66	
	C04 - C05	243,04	257,6224	507,565168	600	0,912	90	1,5291	0,1376	1041,59	1041,46	984,00	983,50	57,59	57,96	66	66,5	
	C05 - C06	216,53	229,5218	479,084335	500	1,549	273	4,3324	1,1827	1041,46	1040,27	983,50	987,60	57,96	52,67	66,5	62,4	
	C06 - C07	205,29	217,6074	466,484083	500	1,469	645	3,9276	2,5333	1040,27	1037,74	987,60	980,00	52,67	57,74	62,4	70	
	C07 - C08	203,96	216,1976	464,970537	500	1,459	61	3,8809	0,2367	1037,74	1037,50	980,00	981,00	57,74	56,50	70	69	
	C08 - C09	174,1	184,546	429,588175	500	1,246	58	2,9003	0,1682	1037,50	1037,34	981,00	982,10	56,50	55,24	69	67,9	
	C09 - C10	169,77	179,9562	424,212447	500	1,215	171	2,7690	0,4735	1037,34	1036,86	982,10	979,00	55,24	57,86	67,9	71	
	C10 - C11	151,51	160,6006	400,750047	500	1,084	193	2,2459	0,4335	1036,86	1036,43	979,00	977,00	57,86	59,43	71	73	
	C11 - C12	139,19	147,5414	384,111182	400	1,556	63	5,7023	0,3592	1036,43	1036,07	977,00	977,40	59,43	58,67	73	72,6	
	C12 - C13	90,45	95,877	309,640114	400	1,011	538	2,5799	1,3880	1036,07	1034,68	977,40	969,90	58,67	64,78	72,6	80,1	
	C13 - C14	76,96	81,5776	285,617927	315	1,388	99	6,1642	0,6103	1034,68	1034,07	969,90	970,40	64,78	63,67	80,1	79,6	
	C14 - C15	51,28	54,3568	233,145448	250	1,468	789	9,0096	7,1086	1034,07	1026,96	970,40	972,20	63,67	54,76	79,6	77,8	
	C15 - C16	39,31	41,6686	204,128881	250	1,125	242	5,5244	1,3369	1026,96	1025,63	972,20	972,00	54,76	53,63	77,8	78	
C16 - 21	26,75	28,355	168,38943	200	1,199	62	8,1199	0,5034	1025,63	1025,12	972,00	967,90	53,63	57,22	78	82,1		
C01	C - 22	18,13	19,2178	138,62828	160	1,271	285	11,8268	3,3706	1044,16	1040,78	998,00	1001,20	46,16	39,58	52	48,8	
C02	C - 23	12,41	13,1546	114,693505	125	1,426	45	19,6732	0,8853	1043,09	1042,20	996,00	997,00	47,09	45,20	54	53	
C03	C - 24	13,92	14,7552	121,470984	125	1,600	20	24,3013	0,4860	1042,34	1041,85	992,00	990,00	50,34	51,85	58	60	
C04	C - 25	15	15,9	126,095202	160	1,051	365	8,3450	3,0459	1041,59	1038,55	984,00	985,20	57,59	53,35	66	64,8	
C05	C - 26	26,51	28,1006	167,632336	200	1,188	15	7,9863	0,1198	1041,46	1041,34	983,50	983,20	57,96	58,14	66,5	66,8	

Branches S/Branches	Tronçon	Surface Cum (ha)	Débit Tronçon (l/s)	DN Calculé (mm)	DN Normalisé	V (m/s)	L M	Perte de Charge		Côte Piézo		Côte du T.N		Pression dynam		Pression Stat.	
								Hazan Williams j (mm/m)	jL (m)	Amont (m)	aval (m)	Amont (m)	aval (m)	Amont (m.c.e)	Aval (m.c.e)	Amont (m.c.e)	Aval (m.c.e)
C06	Branche I	11,24	11,9144	109,153103	125	1,292	370	16,3962	6,0666	1040,27	1034,21	987,60	978,00	52,67	56,21	62,4	72
C07	C - 28	1,33	1,4098	37,5473035	90	0,297	121	1,6300	0,1972	1037,74	1037,54	980,00	979,00	57,74	58,54	70	71
C08	C - 29	29,86	31,6516	177,908965	200	1,338	198	9,9412	1,9684	1037,50	1035,54	981,00	978,50	56,50	57,04	69	71,5
C09	C - 30	4,33	4,5898	67,7480627	90	0,966	42	14,3032	0,6007	1037,34	1036,74	982,10	980,00	55,24	56,74	67,9	70
C10	C - 31	18,26	19,3556	139,124405	160	1,280	78	11,9833	0,9347	1036,86	1035,93	979,00	981,00	57,86	54,93	71	69
C11	C - 32	12,32	13,0592	114,276857	125	1,416	20	19,4114	0,3882	1036,43	1036,04	977,00	975,00	59,43	61,04	73	75
C12	C - C1201	48,74	51,6644	227,298042	250	1,395	18	8,2056	0,1477	1036,07	1035,92	977,40	977,40	58,67	58,52	72,6	72,6
	C1201 - 33	37,91	40,1846	200,460969	250	1,085	61	5,1678	0,3152	1035,92	1035,61	977,40	977,00	58,52	58,61	72,6	73
	33 - 34	29,71	31,4926	177,461545	200	1,331	396	9,8495	3,9004	1035,61	1031,71	977,00	978,20	58,61	53,51	73	71,8
C1201	C12 - 35	10,83	11,4798	107,143829	125	1,245	55	15,3126	0,8422	1035,92	1035,08	977,40	977,40	58,52	57,68	72,6	72,6
C13	C - C1301	13,49	14,2994	119,580099	125	1,550	253	22,9380	5,8033	1034,68	1028,88	969,90	968,10	64,78	60,78	80,1	81,9
	C1301-C1302	8,49	8,9994	94,8651675	110	1,265	194	18,4382	3,5770	1028,88	1025,30	968,10	966,70	60,78	58,60	81,9	83,3
	C1302 - 36	4,9	5,194	72,069411	90	1,093	105	17,9580	1,8856	1025,30	1023,42	966,70	965,50	58,60	57,92	83,3	84,5
C1301	C13 - 37	5	5,3	72,8010989	90	1,115	45	18,6381	0,8387	1028,88	1028,04	968,10	968,10	60,78	59,94	81,9	81,9
C1302	C13 - 38	3,59	3,8054	61,6879243	90	0,801	30	10,1314	0,3039	1025,30	1025,00	966,70	966,70	58,60	58,30	83,3	83,3
C14	C - 39	25,68	27,2208	164,987272	200	1,151	20	7,5323	0,1506	1034,07	1033,92	970,40	970,40	63,67	63,52	79,6	79,6
C15	C - 40	11,97	12,6882	112,64191	125	1,376	136	18,4089	2,5036	1026,96	1024,46	972,20	970,70	54,76	53,76	77,8	79,3
C16	C - 41	12,56	13,3136	115,384574	125	1,443	154	20,1129	3,0974	1025,63	1022,53	972,00	970,50	53,63	52,03	78	79,5
D	CM-D01	60,65	60,65	253,55	315	1,094	404	3,9770	1,6067	1044,30	1042,69	993,50	997,40	46.5	50,80	45,29	56,5
	D01 - 42	37,64	37,64	199,75	250	1,077	270	5,1003	1,3771	1042,69	1041,31	997,40	994,00	46.3	45,29	47,31	52,6
	42 - 43	16,62	16,62	132,73	160	1,165	59	10,0781	0,5946	1041,31	1040,72	994,00	995,00	46.2	47,31	45,72	56
	43 - 44	4,49	4,49	68,99	90	1,002	465	15,2908	7,1102	1040,72	1033,61	995,00	999,60	40.3	45,72	34,01	55
D01	D - 45	23,01	23,01	156,17	200	1,031	35	6,1546	0,2154	1042,69	1042,48	997,40	997,40	45.8	45,29	45,08	52,6

Branches		Surface	Débit	DN Calculé	DN			Perte de Charge		Côte Piézo		Côte du T.N		Pression dynam		Pression Stat.	
S/Branches		Cum	Tronçon	DN Calculé	Normalisé	V	L	Hazen Williams		Amont	aval	Amont	aval	Amont	Aval	Amont	Aval
		(ha)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	j	jL (m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.e)	(m.c.e)	(m.c.e)	(m.c.e)
Branche I																	
I	CM - I01	89,04	94,3824	307,217	400	1,00	656	2,5064	1,6442	1041,53	1039,89	988,00	980,40	53,53	59,49	62,00	69,60
	I01 - I02	79,06	83,8036	289,489	315	1,43	539	6,4773	3,4912	1039,89	1036,40	980,40	973,90	59,49	62,50	69,60	76,10
	I02 - I03	29,84	31,6304	177,849	200	1,34	10	9,9290	0,0993	1036,40	1036,30	973,90	973,90	62,50	62,40	76,10	76,10
	I03 - 50	24,92	26,4152	162,528	200	1,12	887	7,1273	6,3219	1036,30	1029,98	973,90	970,30	62,40	59,68	76,10	79,70
I01	I - 51	9,98	10,5788	102,853	110	1,49	51	24,8273	1,2662	1039,89	1038,62	980,40	980,60	59,49	58,02	69,60	69,40
I02	I - I0201	49,22	52,1732	228,415	250	1,41	355	8,3549	2,9660	1036,40	1033,43	973,90	972,80	62,50	60,63	76,10	77,20
	I0201 - I0202	33,1	35,086	187,313	200	1,48	99	12,0159	1,1896	1033,43	1032,24	972,80	972,50	60,63	59,74	77,20	77,50
	I0202 - I0203	23,29	24,6874	157,122	200	1,04	125	6,2931	0,7866	1032,24	1031,46	972,50	972,20	59,74	59,26	77,50	77,80
	I0203 - 52	12,9	13,674	116,936	125	1,48	143	21,1261	3,0210	1031,46	1028,43	972,20	966,00	59,26	62,43	77,80	84,00
I0201	I02 - 53	16,12	17,0872	130,718	160	1,13	87	9,5273	0,8289	1033,43	1032,60	972,80	973,70	60,63	58,90	77,20	76,30
I0202	I02 - 54	9,81	10,3986	101,974	110	1,46	40	24,0547	0,9622	1032,24	1031,28	972,50	965,20	59,74	66,08	77,50	84,80
I0203	I02 - 55	10,39	11,0134	104,945	110	1,55	116	26,7363	3,1014	1031,46	1028,35	972,20	972,00	59,26	56,35	77,80	78,00
I03	I - 56	4,92	5,2152	72,216	90	1,10	240	18,0931	4,3423	1036,30	1031,96	973,90	970,60	62,40	61,36	76,10	79,40
J	CM - 57	23,13	24,5178	156,582	160	1,62	50	18,5140	0,9257	1041,21	1040,29	989,00	989,00	52,21	51,29	61,00	61,00
K	CM - 58	34,4	36,464	190,955	200	1,54	50	12,8986	0,6449	1040,72	1040,07	987,00	986,00	53,72	54,07	63,00	64,00
L	CM - 59	17,62	18,6772	136,665	160	1,23	50	11,2219	0,5611	1039,66	1039,10	990,00	988,00	49,66	51,10	60,00	62,00
M	CM - 60	24,52	25,9912	161,218	200	1,10	50	6,9182	0,3459	1038,87	1038,52	993,50	990,00	45,37	48,52	56,50	60,00
N	CM - 61	11,86	12,5716	112,123	125	1,36	50	18,0988	0,9049	1038,13	1037,23	993,60	989,00	44,53	48,23	56,40	61,00
O	CM - 62	29,39	31,1534	176,503	200	1,32	50	9,6552	0,4828	1037,41	1036,92	990,00	989,50	47,41	47,42	60,00	60,50
P	CM - 63	23,35	24,751	157,325	200	1,05	50	6,3230	0,3161	1032,61	1032,29	979,60	979,40	53,01	52,89	70,40	70,60
S	CM - 70	17,06	18,0836	134,475	160	1,20	50	10,5744	0,5287	1028,50	1027,97	975,20	975,70	53,30	52,27	74,80	74,30
T	CM - 71	7,44	7,8864	88,805	90	1,66	199	38,7249	7,7063	1025,11	1017,41	967,00	962,00	58,11	55,41	83,00	88,00
E	CM - 46	27,8	27,8	171,66	200	1,246	35	8,7160	0,3051	1043,97	1043,67	994,50	994,80	50,3	49,47	48,87	55,5
F	CM - 47	10,26	10,26	104,29	110	1,529	50	26,1240	1,3062	1043,36	1042,06	992,00	992,00	56	51,36	50,06	58
G	CM - 48	31,43	31,43	182,53	200	1,408	474	10,9242	5,1780	1042,41	1037,23	982,60	982,00	63,6	59,81	55,23	67,4
H	CM - 49	22,78	22,78	155,39	200	1,021	35	6,0419	0,2115	1041,97	1041,75	986,20	986,20	53,8	55,77	55,55	63,8

Les références bibliographiques :

- Chakal, B. (2020). *Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre GUERGUIT SFIHA à partir d'un forage (wilaya de Khenchela)*. Blida: ENSH.
- Clément Mathieu, P. A.-C. (2007). *Bases technique de l'irrigation paraspersion* . paris: lavoisier .
- Tamzi, Djillali. (2003). *projection d'un réseaux d'irrigation sous pression et etude comparative entre l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée dans la ville du bas isser algérois (W Boumerdes)* . Blida: ENSH.
- BARKAT, H. (2014). *Analyse des groupements Herpétologiques dans les Hautes Plaines Sétifiennes (cas de la région de Beni aziz)*. Sétif: université ferhat abbas.
- NELSON. (2005). *Solution innovantes pour l'irrigation sur pivot* . Récupéré sur WWW.NELSONIRRIGATION.COM
- Toumi, Y. (2020). *AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DES PLAINES SETIFIENNES (SECTEU3) A PARTIR DU BARRAGE DE MAHOUANE WILAYA DE SETIF*. Blida: ENSH.