



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**Dimensionnement du périmètre d'El Eulma (200 ha)
Secteur 03 ouest à partir du barrage Draa Diss (w. Sétif)**

Présenté par :

BENKORTBI ABDELHAK

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
KAHLERRAS Djillali	M.C.A	Président
BENKACI ALI Tarek	M.C.A	Examineur
BOUZIANE Omar	M.A.A	Examineur
BELLABAS CHARIFI Salima	M.C.B	Promotrice

Session Novembre 2024

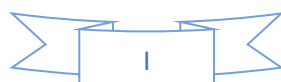
Dédicace

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 NESREDDINE, 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 mes frères MOHAMED, ABDERRAHMANE et ma sœur SAKINA .
- ❖ À tous mes amis et une grande dédicace pour ISHAK MALEK MADJID, SALEH , YACINE AMINE et DJOUBIR .

BENKORTBI ABDELHAK



Remerciement

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 Mme BELLABAS CHARIFI SALIMA 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.

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.

BENKORTBI ABDELHAK



ملخص:

يهدف العمل المقدم في إطار مذكرة نهاية الدراسة إلى تصميم شبكة متكاملة لري منطقة العلما، التي تمتد على مساحة قدرها 200 هكتارًا. الهدف هو توفير الري لمجموعة متنوعة من المحاصيل الزراعية، بما في ذلك الأشجار المثمرة والخضروات والبقوليات. لقد قمنا بتصميم قناة لتوصيل المياه، وخرانًا، وشبكة ري متكاملة. تم اختيار الفولاذ كمواد لقناة التوصيل بناءً على عدة اعتبارات تقنية واقتصادية، ونفس العوامل أخذناها بعين الاعتبار في اختيار المواد الأخرى أيضًا.

كلمات المفتاحية: السقي، المحاصيل الزراعية، شبكة السقي.

Résume :

Ce mémoire de fin d'études porte sur le dimensionnement d'un système d'irrigation pour le périmètre d'El Eulma, couvrant une superficie de 200 hectares avec une diversité de cultures : arboriculture, cultures maraîchères et céréales. Le dimensionnement a débuté par la conception du réservoir de stockage pour l'eau provenant du barrage DRAA DISS, ainsi que la conduite d'adduction vers le réseau de distribution. Le choix du matériau, le PEHD, a été fait en raison de ses nombreux avantages. Après avoir estimé les besoins en eau des différentes cultures, la simulation hydraulique a permis de déterminer les diamètres appropriés des conduites tout en garantissant des conditions techniques optimales de fonctionnement, telles que la pression et le débit.

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

Abstract :

This project focuses on designing an irrigation system for the El Eulma perimeter, which spans 200 hectares and includes a variety of crops such as arboriculture, market gardening, and cereals. The design process began with the development of a water storage reservoir, which will collect water from the DRAA DISS dam, and the pipeline that will supply this water to the distribution network. HDPE was selected for the pipeline material due to its numerous advantages. After estimating the water requirements for the different crops, hydraulic simulations were used to determine the appropriate pipe diameters while ensuring optimal technical conditions for operation, including pressure and flow rates.

Key Words: Irrigation, Agricultural crops, Irrigation Network.

TABLE DES MATIERES

Introduction Générale.....	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	2
I.1 Introduction	3
I.2 Situation géographique et organisation administrative	3
I.3 Présentation générale de la région d'études	5
I.3.1 Position géographique	5
I.3.2 Infrastructure routière	5
I.4 Géologie	6
I.4.1 Stratigraphie	6
I.4.1.1 Quaternaire	6
I.4.1.2 Mio-Pliocene	6
I.4.2 Géomorphologie	7
I.5 Réseau hydrographique	7
I.6 Climatologie et éléments climatiques	8
I.6.1 Pluviométrie	8
I.6.2 Présentation et analyse des températures	9
I.6.3 Humidité relative	9
I.6.4 Vitesse du vent	10
I.6.5 Sirocco	10
I.6.6 Evapotranspiration (ETP).....	10
I.6.7 Ensoleillement	11
I.6.8 Gelée	11
I.7 Classification du climat	11
I.7.1 Classification selon l'indice de De Martonn	11
I.7.2 Classification du climat selon l'indice d'Emberger	12
I.7.3 Climogramme pluviométrique de GAUSSEN	13
I.8 Enquête foncière	14
I.9 Conclusion	15
CHAPITRE II : RESSOURCES EN EAU ET EN SOL	16
II.1 Introduction	17
II.2 Les ressources en sol	17
II.2.1 Classification des sols	17
II.2.1.1 Les sols peu évolués	17
II.2.1.2 Les sols calcimagnésique	17
II.2.1.3 Les sols à sesquioxydes de fer	18

II.2.2	Caractéristiques physico-chimiques des sols	19
II.2.2.1	Caractéristiques physiques	19
II.2.2.2	Caractéristiques chimiques	19
II.2.3	Les Zones homogènes	19
II.2.3.1	Zone homogène II	19
II.2.3.2	Zone homogène III	20
II.2.3.3	Zone homogène IV	20
II.3	Ressource en eau d'irrigation	20
II.3.1	Barrage de Draa Diss	20
II.3.2	Description de l'ouvrage projeté	20
II.3.3	La Capacité utile de retenue	21
II.3.4	Qualité de l'eau d'irrigation.....	21
II.3.5	Classification des eaux pour l'irrigation	21
II.3.5.1	La conductivité électrique (CE)	21
II.3.5.2	Le rapport d'absorption de sodium (le SAR)	22
II.4	Conclusion	23
CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES		24
III.1	Introduction	25
III.1.1	Etude statistique des précipitations	25
III.1.2	La série pluviométrique	25
III.2	Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique	27
III.3	Ajustement de la série pluviométrique	29
III.3.1	Ajustement de la série à la loi de GAUSS	29
III.3.2	Ajustement selon la loi Log-Normale	31
III.4	Test de validité Khi-deux (χ^2)	32
III.4.1	Détermination de l'année de calcul	33
III.5	Conclusion	33
III.6	Calculs des besoins en eau des cultures	33
III.6.1	Besoin en eau du périmètre	33
III.6.2	Calculs des besoins en eau d'irrigation	34
III.6.2.1	l'évapotranspiration	34
III.6.2.2	L'évapotranspiration potentielle (ETP) ou de référence (ET0)	34
III.6.2.3	Calcul l'évapotranspiration référence	34
III.6.2.4	Calcul de la pluie efficace	36
III.6.2.5	Calcul de la réserve en eau du sol	36
III.6.2.5.1	Cultures proposées pour la zone	37
III.6.2.5.2	Rotation et assolements	37

III.6.2.5.3 Calendrier d'occupation des sols	38
III.6.2.6 Estimation des besoins en eau des cultures choisies	38
III.6.2.7 Calcul des besoins en eau des assolements	42
III.6.2.8 Calcul des débits spécifiques	43
III.6.2.9 Calcul du débit caractéristique	44
III.6.2.10 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre	44
III.7 Conclusion	45
CHAPITRE IV : ADDUCTION	46
IV.1 Introduction	47
IV.2 Shéma d'aménagement retenu	47
IV.2.1 Organisation et structure du périmètre	49
IV.3 Ilots et bornes d'irrigation	49
IV.3.1 Rôle et fonction de la borne d'irrigation	49
IV.3.2 Calcul hydraulique aux bornes	49
IV.3.3 Choix du diamètre et du type des bornes	49
IV.4 Description de l'aménagement du périmètre	50
IV.4.1 Schéma d'adduction	50
IV.4.2 Schéma de distribution (conduites secondaires et tertiaires)	50
IV.4.3 Dimensionnement du réservoir de distribution	51
IV.5 Dimensionnement du réseau de distribution	51
IV.5.1 Choix du matériau des conduites	52
IV.5.2 Caractéristiques des canalisations	52
IV.6 Conclusion	55
CHAPITRE V : SYSTEME D'IRRIGATION.....	56
V.1 Introduction	57
V.2 Différents systèmes d'irrigation	57
V.2.1 L'irrigation gravitaire	57
V.2.1.1 Irrigation par ruissellement	57
V.2.1.1.1 Avantages de l'irrigation par ruissellement	57
V.2.1.1.2 Inconvénients de l'irrigation par ruissèlement	57
V.2.1.2 L'irrigation par submersion	58
V.2.1.2.1 Avantages de l'irrigation par submersion	58
V.2.1.2.2 Inconvénients de l'irrigation par submersion	58
V.2.1.3 L'irrigation par infiltration	58
V.2.1.3.1 Avantages de l'irrigation par infiltration	58
V.2.1.3.2 Inconvénients de l'irrigation par infiltration	58
V.2.2 L'irrigation goutte à goutte	59

V.2.2.1 Avantages de l'irrigation goutte à goutte	59
V.2.2.2 Inconvénients de l'irrigation goutte à goutte	59
V.2.3 L'irrigation par aspersion	59
V.2.3.1 Avantages de l'irrigation par aspersion	59
V.2.3.2 Inconvénients de l'irrigation par aspersion	60
V.3 Choix de la technique d'irrigation appropriée	60
V.4 Description d'un réseau d'irrigation goutte à goutte	60
V.4.1 Critères de choix de la méthode de micro-irrigation	61
V.4.2 Champs d'application de la micro-irrigation	61
V.4.3 Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte	61
V.4.3.1 Groupe de pompage	62
V.4.3.2 Filtre à sable	62
V.4.3.3 Filtre à tamis	62
V.4.3.4 Régulateur de pression	62
V.4.3.5 Les goutteurs	62
V.4.3.6 Les distributeurs	62
V.4.3.7 Les rampes et les porte-rampes	62
V.4.3.8 Les conduites principales	63
V.5 Conclusion	63
CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE.....	64
VI.1 Introduction	65
VI.2 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte	65
VI.2.1 Données générales	65
VI.2.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	65
VI.2.2.1 Influence du taux de couverture du sol	65
VI.2.2.2 Dose nette pratique	66
VI.2.2.3 Fréquence et intervalle des arrosages (Fr)	66
VI.2.2.4 Calcul de la dose (brute)	66
VI.2.2.5 Durée de fonctionnement par d'arrosage (h)	67
VI.2.2.6 Nombre de poste	67
VI.2.2.7 Surface du poste	67
VI.2.3 Calculs hydrauliques	67
VI.2.3.1 La variation maximale de la pression	68
VI.2.3.2 Dimensionnement des canalisations du réseau	68
VI.2.4 Calcul Récapitulatif et vérification des pressions à la borne de distribution	70
VI.3 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion	70
VI.3.1 Données générales	70

VI.3.2 Dose pratique RFU	71
VI.3.3 Le diamètre de l'ajutage	71
VI.3.4 Calcul de la portée du jet (L)	71
VI.3.5 Ecartements entre les rampes et arroseurs	71
VI.3.6 Vérification de la pluviométrie (P<K)	72
VI.3.6.1 Débit de l'asperseur	72
VI.3.6.2 Vérification de la pluviométrie de l'asperseur	72
VI.3.7 Paramètres d'arrosage	72
VI.3.7.1 Calcul du tour d'eau	72
VI.3.7.2 Nombre d'irrigation par mois	72
VI.3.7.3 Calcul de la dose réelle	72
VI.3.7.4 Calcul de la dose brute	72
VI.3.7.5 Temps d'arrosage	72
VI.3.7.6 Calcul du débit d'équipement	73
VI.3.7.7 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois	73
VI.3.7.8 Calcul du volume à épandre en un mois sur toute la parcelle	73
VI.3.8 Calculs hydrauliques	73
VI.3.8.1 Dimensionnement hydraulique des rampes	73
VI.3.8.2 La longueur de la rampe	73
VI.3.8.2.1 . Nombre d'aspenseurs/rampe	73
VI.3.8.2.2 Nombre de rampes	73
VI.3.8.3 Dimensionnement de la rampe	73
VI.3.8.3.1 Le débit de la rampe	73
VI.3.8.3.2 Calcul du Diamètre de la rampe	74
VI.3.8.4 Dimensionnement de la porte rampe	74
VI.3.8.4.1 Longueur de la porte Rampe	74
VI.3.8.4.2 Débit de porte rampe	74
VI.3.8.4.3 Calcul du Diamètre de la porte rampe	74
VI.3.8.5 Calcul du pertes de charge	75
VI.3.8.5.1 Les pertes de charge de la rampe	75
VI.3.8.5.2 Les pertes de charge de la porte rampe	75
VI.3.8.6 Calcul de la pression en tête du réseau	75
VI.4 Conclusion	76
CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE	77
VII.1 Introduction	78
VII.2 Différents travaux à entreprendre	78
VII.2.1 Exécution des tranchées	78

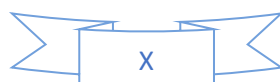
VII.2.2 Installation du lit de sable	78
VII.2.3 Installation des canalisations	79
VII.2.4 Assemblage des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD)	79
VII.2.5 Essai de l'étanchéité des joints et de la canalisation	79
VII.2.6 Nivellement et compactage	80
VII.2.7 Choix des engins du chantier	80
VII.3 Volume de terrassement	80
VII.3.1 Dimensions des tranchées	80
VII.3.1.1 Largeur de fond de la tranchée.....	80
VII.3.1.2 Profondeur de la tranchée	81
VII.3.1.3 Section de la tranchée	81
VII.3.1.4 Volume de la tranchée	81
VII.3.2 Calcul des volumes de terrassement	82
VII.3.2.1 Volume de déblai	82
VII.3.2.2 Volume de lit de sable	82
VII.3.2.3 Volume occupée par la conduite	82
VII.3.2.4 Volume de remblai	83
VII.4 Calcul de coût de projet	83
VII.4.1 Coût de réseau d'adduction	83
VII.4.2 Coût de réseau de distribution	84
VII.4.3 Coût totale de projet	85
VII.5 Conclusion	85
Conclusion Générale.....	86

ANNEXE

Annexe 01 : bulletin fao d'irrigation et drainage n°33 tableau 18.

Annexe 02 : la fiche technique d'un arroseur zb de type Perrot.

Annexe03 : spécifications techniques des conduites en PEHD.



ABREVIATION

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

PEHD : Polyéthylène haute densité.

DRE : Direction des Ressources en Eau.

ONID : Office National de l'Irrigation et du Drainage.

ONM : Office National de Météorologie.

LISTE DES PLANCHES

Planche 01 : Plane de situation du périmètre d'El Eulma.

Planche 02 : Réseau d'adduction et distribution.

Planche 03 : Réseau projeté par goutte à goutte du périmètre d'l'Eulma.

Planche 04 : Profil en long.

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- Figure I-1 : Situation géographique de la wilaya de Sétif.
Figure I-2 : Situation géographique de la zone d'étude. Source (ONID) Alger.
Figure I-3 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en de Sétif.
Figure I-4 : Evaluation des températures mensuelles et annuelles.
Figure I-5 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air.
Figure I-6 : Variation d'insolation moyenne mensuelle (heures).
Figure I-7 : Représentation schématique du climatogramme d'Emberger.
Figure I-8 : Climogramme pluviométrique de Gausсен.

CHAPITRE II : RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

- Figure II-1 : Barrage de Draa Diss.
Figure II-2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DESCULTURES

- Figure III-1 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.
Figure III-2 : Ajustement des pluies annuelles à la loi Log-Normale.
Figure III-3 : Calendrier d'occupation des sols.

CHAPITRE IV : ADDUCTION

- Figure IV-1 : Shéma d'aménagement retenu.
Figure IV-2 : schéma de la variante retenue.

CHAPITRE V : SYSTEME D'IRRIGATION

- Figure V-1 : Irrigation par planche de ruissellement.
Figure V-2 : Irrigation par submersion.
Figure V-3 : Irrigation goutte à goutte.
Figure V-3 : Irrigation par aspersion.
Figure V-4 : Partie essentielle d'un réseau de micro-irrigation (Vermeiren et al 1983).

VII. ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

- Figure VII-1 : Profil à travers d'une tranchée.

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- Tableau I-1 : Caractéristiques géographiques de la station de Sétif.
Tableau I-2 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en mm de Sétif.
Tableau I-3 : Répartition mensuelle T_{min} et T_{max}.
Tableau I-4 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en % (Sétif).
Tableau I-5 : Vitesse du vent de la station de Sétif.
Tableau I-6 : Nombre de jours de sirocco Sétif.
Tableau I-7 : Evapotranspirations moyennes mensuelles (mm) pour la station de Sétif.
Tableau I-8 : Insolation en heures par jour Sétif.
Tableau I-9 : Nombre de jour de gelée dans la station de Sétif.
Tableau I-10 : Les intervalles des climats d'après l'indice d'aridité de MARTONN.
Tableau I-11 : Répartition des superficies selon le statut juridique.
Tableau I-12 : Répartition des superficies par classe et par statut juridiques.

CHAPITRE II : RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

- Tableau II-1 : Résultats analytiques des analyses précédemment faites au niveau des différents sols.
Tableau II-2 : Propriétés hydrodynamiques des sols.
Tableau II-3 : Paramètres de qualité de l'eau d'irrigation D'après les analyses faites au laboratoire de l'ANRH.
Tableau II-4 : les classes de la conductivité électrique.

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

- Tableau III-1 : Identification de la station pluviométrique de HAMMAM.
Tableau III-2 : Série pluviométrique HAMMAM 1992-2021.
Tableau III-3 : Caractéristiques de la série pluviométrique.
Tableau III-4 : Calcul des paramètres du test de la médiane.
Tableau III-5 : Caractéristiques de la série pluviométrique.
Tableau III-6 : Les fréquences variables réduites de Gauss.
Tableau III-7 : Résultat de l'ajustement à la loi de Gauss (Hyfran).
Tableau III-8 : Résultat de l'ajustement à la loi Log-Normale (Hyfran).
Tableau III-9 : Les résultats d'ajustement par HYFRAN.
Tableau III-10 : Année du calcul.
Tableau III-11 : Calcul de l'évapotranspiration.
Tableau III-12 : Calcul des pluies efficaces.
Tableau III-13 : Gamme de cultures proposées à la zone d'étude.
Tableau III-14 : Les assolements proposés.
Tableau III-15 : Estimation des besoins en eau de l'orge en vert.
Tableau III-16 : Estimation des besoins en eau de l'oignon.
Tableau III-17 : Estimation des besoins en eau du blé et de l'avoine.
Tableau III-18 : Estimation des besoins en eau de la tomate.
Tableau III-19 : Estimation des besoins en eau de la pomme de terre saison.
Tableau III-20 : Estimation des besoins en eau des carottes.
Tableau III-21 : Estimation des besoins en eau des choux.
Tableau III-22 : Estimation des besoins en eau de l'olivier.
Tableau III-23 : Estimation des besoins en eau du pommier.
Tableau III-24 : Besoin en eau de l'assolement 1.

Tableau III-25 : Besoin en eau de l'assolement 2.

Tableau III-26 : Les besoins totaux du périmètre.

CHAPITRE IV : ADDUCTION

Tableau IV-1 : Type de bornes en fonction de superficies des ilots.

Tableau IV-2 : Les diamètres des bornes en fonction des débits.

Tableau IV-3 : Résultats de calcul de dimensionnement du réseau de distribution (vitesse, perte de charge et pressions).

CHAPITRE VI: DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

Tableau VI-1 : Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.

Tableau VI-2 : Récapitulatif des calculs hydrauliques.

Tableau VI-3 : Résultat de calcul pratique d'aspersion.

CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

Tableau VII-1 : Résultats de calcul des dimensions de différents diamètres.

Tableau VII-2 : Résultats de calcul des volumes de terrassement.

Tableau VII-3 : Estimation du cout des travaux de terrassement.

Tableau VII-4 : Estimation du cout de pose des conduites.

Tableau VII-5 : Estimation du cout des bornes et pièces d'irrigation.

Tableau VII-6 : Estimation de coût totale de projet.

Introduction générale

L'irrigation concerne actuellement environ 273 millions d'hectares à travers le monde, répartis de manière très inégale sur tous les continents. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les pays les plus avancés en matière d'irrigation ne sont pas nécessairement ceux ayant un climat aride ou semi-aride. En effet, dans ces régions, l'irrigation est indispensable pour la culture, et toutes les surfaces cultivées sont irriguées. Toutefois, en raison de la disponibilité limitée en eau, les surfaces cultivées restent réduites et se trouvent uniquement là où les ressources en eau sont disponibles.

En Algérie, de nombreux périmètres irrigués font face à des problèmes de rareté de l'eau, dont l'ampleur varie selon les régions bioclimatiques et agro-pédologiques. Les défis incluent la dégradation des sols due à une irrigation mal gérée, la salinité des eaux, et la rareté des amendements organiques. Les précipitations hivernales, en provoquant des crues et des ruissellements, remplissent les réservoirs et les nappes souterraines, qui alimentent les stations d'irrigation.

Actuellement, les agriculteurs sont préoccupés par le risque de sécheresse qui pourrait menacer leurs récoltes et la sécurité alimentaire du pays. Cette situation pourrait entraîner des interruptions dans l'approvisionnement des marchés en fruits et légumes, menant à des pénuries de certains produits agricoles. Par conséquent, l'optimisation des besoins en irrigation à travers des réseaux efficaces est essentielle pour préserver les ressources en eau et assurer une 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 200 ha Alimenter principalement à partir du barrage « Draa diss ».



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

I.1 Introduction :

Lors de la conception d'un réseau d'irrigation, il est essentiel d'examiner divers facteurs liés à la conservation de l'eau et à l'agriculture. Ce chapitre se concentre sur la région d'El Eulma, dans la wilaya de Sétif, en offrant un aperçu de la situation géographique et des conditions climatiques de la zone d'étude. Une compréhension approfondie de ces éléments est cruciale pour identifier les besoins en irrigation et optimiser l'utilisation des ressources en eau. Cette analyse fournira les bases nécessaires au développement d'un réseau d'irrigation adapté aux spécificités de la région.

I.2 Situation géographique et organisation administrative :

La ville de Sétif est située dans le Nord-Est algérien, à 217 km à l'est-sud-est d'Alger, et s'élève à 1 100 m d'altitude dans la région des hauts plateaux du Sud de la Petite Kabylie. La ville de Sétif est située dans la partie centrale de la wilaya limitée au nord par la commune d'Ouricia, à l'est par la commune d'Ouled Saber, à l'ouest par les communes de Mezloug et Ain Arnet, au sud par la commune de Guedjel.

Administrativement la Wilaya de Sétif est limitée :

- **Nord** : wilaya de JJEL et BEJAIA.
- **Est** : la wilaya de MILA.
- **Ouest** : wilaya de BORDJ BOU ARRERIDJ.
- **Sud** : la wilaya de BATNA et MSILA.

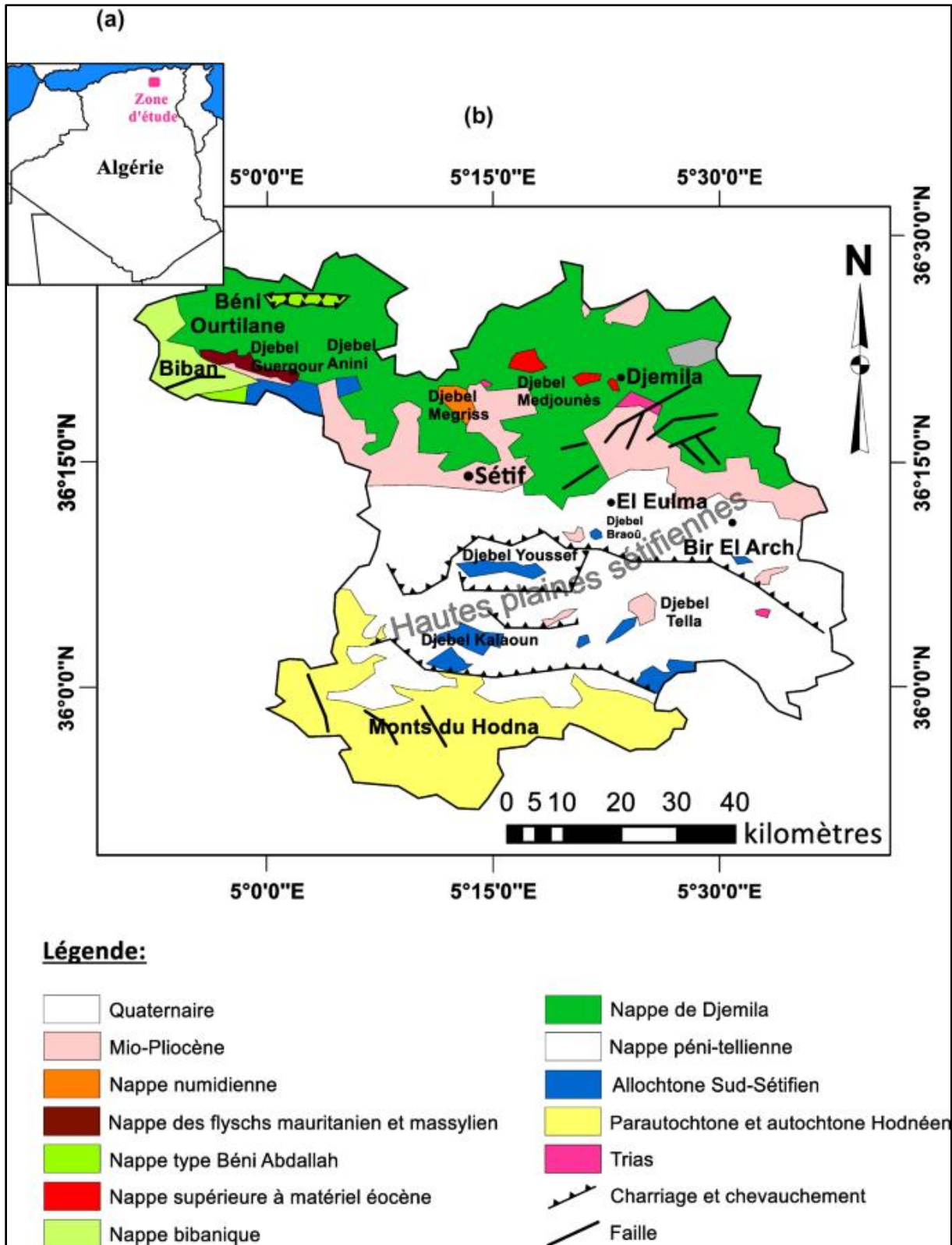


Figure I-1 : Situation géographique de la wilaya de Sétif.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.3 Présentation générale de la région d'études :

I.3.1 Position géographique :

La zone d'étude est située à environ 30 kilomètres à l'Est du chef-lieu de la wilaya de Sétif. Elle est limitée :

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

Les terrains agricoles entrant dans le cadre de ce projet se trouvent dans la wilaya de Sétif et les communes concernées par l'étude sont : Guelta Zerka, El Eulma, Bir El Arch, El Ouldja, Bazer Sakra et Ouled Saber.



Figure I-2 : Situation géographique de la zone d'étude. Source (ONID) Alger.

I.3.2 Infrastructure routière :

La zone de projet est desservie par le réseau primaire avec 2 routes nationales (RN5 : Alger-Constantine ; RN77 : Batna-Jijel) et par 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 la ligne de chemins de fer Alger – Constantine.

En matière de desserte agricole on notera l'existence d'un important réseau de pistes.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le tracé de l'autoroute Est-Ouest traverse la zone du projet au nord de la ville d'El Eulma. A la date du mois de février 2007 les emprises globales de l'autoroute ne nous pas été communiquées, seul le tracé de l'axe est disponible. Dans le dossier IIA nous avons considéré que l'emprise était de 50 m de part et d'autre de l'axe, soit une emprise de 100 m. Ce niveau de précision est suffisant au niveau actuel du projet, cependant pour la phase avant projets nous devons disposer du tracé de l'emprise y compris les aires de repos, les entrées, les bassins d'orage, etc...

I.4 Géologie :

I.4.1 Stratigraphie :

Les formations rencontrées dans la zone d'étude sont surtout des formations du Quaternaire et du Mio-pliocène.

I.4.1.1 Quaternaire :

- A : Alluvions actuelles et récentes : ce sont des sables, des limons, des graviers, et des cailloutis avec un profil dominant attribuable au Rharbo actuel.

Vers le Nord ces dépôts se confondent avec le lit majeur des oueds.

Le même profil se trouve sur la feuille de Bir El Arch avec des sables, des limons et graviers provenant des zones plus septentrionales et développés le long des oueds.

- Q : terres arable, formations de pente, alluvions anciennes et quaternaire indéterminé : il s'agit en général de sols bruns qui rendent possible la mise en culture. Ces sols se développent sur des niveaux marneux et des alluvions tout en débordant sur d'anciens glacis en pente douce pour se raccorder progressivement à des alluvions anciennes vers le Sud des grands Oueds.

Sur la feuille de Bir El Arch les terres arables sont installées sur des placages limoneux et supportent un sol brun peu ou pas calcaire. Sur le quart de la feuille Nord-Ouest les formations de pentes laissent à peine apparaître les argiles et les cailloutis rougeâtres du Mio-Pliocène qui peuvent être superposés aux croûtes superficielles minces, généralement détruites par les labours et éliminées manuellement.

- Q^c : villafranchien : calcaires lacustres et sols à croûtes avec horizons caillouteux datés à Ain Hanech.

Les principaux niveaux de croûtes : ce sont les formations les plus caractéristiques des hautes plaines sétifiennes. Ces niveaux sont en outre ravinés par des argiles à lit de cailloutis sur lequel viennent 10 à 15 m de marnes jaunes puis la croûte calcaire.

Plus au Sud c'est sur des formations analogues se sont installées les carapaces calcaires si caractéristiques des hautes plaines sétifiennes.

Sur ces croûtes s'est formés des sols squelettiques avec comme partie plus récente une nouvelle croûte de 10 à 20 cm d'épaisseur.

Ces formations n'ont pas été rencontrées au niveau de la feuille géologique de Bir el Arch.

- Q^t : Glacis polygéniques nappant les reliefs.

C'est la forme du relief la plus caractéristique des hautes plaines sétifiennes, ces glacis correspondent à des surfaces ayant des pentes très faibles près des plaines dont la pente augmente progressivement vers la montagne. En profondeur les traces de l'encroûtement sont fréquentes et présentent habituellement un aspect de croûtes feuilletées attribuées au Tensifien.

I.4.1.2 Mio-Pliocène :

Mp : Mi pliocène continental : limon et conglomérat rouge, poudingues, argiles gypseuses et amas de galets et argiles rutilantes.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

C'est un ensemble complexe de formation d'origine continentale qui se répartit en deux masses principales le bassin de Béni –Fouda (ex sillégue) qui atteint vers le Sud la localité d'El Eulma et les affleurements de la Mechta Smara à l'Est et de l'anticlinal de Djemila à l'Ouest, au pied du djebel Medjounes et des ouled Sabors, la limite correspond à d'importante flexure récente.

La base de la série est attribuée au Miocène supérieur ; ce sont des conglomérats à gros graviers surmontés d'argile grise rougeâtres. Au-dessus de 150 m à 200 m d'argiles et de marnes à gypse diffus viennent quelques niveaux de calcaires lacustres. Plus en haut encore, la série devient très variable avec de grosses intercalations lenticulaires de poudingues grossiers, des argiles à lentilles de lignite friable, des lits gréseux gypsifères à petits bancs minces de calcaires (Draa Haloufa). Cet ensemble peut atteindre 150 à 200 m d'épaisseur.

La série se termine par de puissants dépôts fluvio-lacustres de constitution variée. Au niveau de la zone Bir el Arch le mio pliocène est représenté par des sables, limon rougeâtre, cailloutis, et conglomérats localisés dans l'angle de la feuille, autour du Djebel Tnoutit enveloppant le Nord du Djebel Tella, Ce sont des dépôts fluviaux typiques avec un grand développement de conglomérats autour du Djebel Tella.

I.4.2 Géomorphologie :

Le tell sétifien, dans son ensemble, est représenté par des massifs montagneux par la ligne de hauteurs septentrionales du djebel Medjounes 1461 m, des monts de Djémila, le massif de Kef Tiour 1148 m et du djebel Agad 1609 m. A partir de cet axe le relief commence à s'abaisser jusqu'à atteindre les 950 m au niveau de la plaine.

Dans son ensemble, le périmètre est sous forme d'une cuvette ou le phénomène de l'endoréisme est très dominant de telle façon que l'écoulement de tous les oueds aboutit dans des sebkhas. Ceci se traduit par un piégeage de sédimentation avec la mise en place de zones hydromorphes et salées. En amont les affleurements géologiques sont responsables de la mise en place des croûtes et des encroûtements calcaires. Sur les formations alluviales, en amont où la pente est assez forte on rencontre des sols peu évolués peu épais à texture limoneux argileuse avec une couleur brun foncé.

Dans les zones de cuvettes, que ce soit dans les vallées ou aux abords de la sebkha on rencontre des sols à caractère Hydromorphe, peu perméables et inondés en période de crue.

Autour des sebkhas et des chotts ces alluvions deviennent marécageuses avec des sols salins à salinité variable.

Des formations éoliennes de lunettes entourant la sebkha de Bazer et les chotts d'El Frain et Beida, apparaissent sous forme de croûtes blanchâtres gypseuses et se forment en surface. Les vallées, paysage typique du tell du Nord, sont très larges avec des flancs ravinés à terres peu développés. Les hautes plaines sont situées dans la partie Sud Ils sont de vastes étendues peu vallonnées à surface pratiquement planes. C'est le domaine des céréalicultures avec quelques arbres fruitiers se condensant le long des oueds.

La Sebka Bazer est la plus élevée des dépressions endoréiques sétifiennes par l'oued Medjez, el Djehadi, et Djermane.

I.5 Réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique est constitué deux oueds principaux dont les noms varient le long de leurs cours et de nombreux chaabets qui descendent des montagnes marneuses et calcaires du NW de la plaine de Bazer.

Ce sont les oueds Guelt et Abderraim dont la confluence donne plus bas l'Oued Zerga. En période pluvieuse, lesoued Zerga, Arair et Guitoune inondent une bonne partie de la plaine.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Au Nord d'El Eulma l'oued Medjez recueille les eaux d'un bassin éocène, pliocène et crétacé en prenant la nomination de l'oued Sarek. Ce dernier disparaît pour revenir dans la sebkha sous le nom d'oued Mellah. Ces disparitions, qui traduisent le caractère endoréique de ces oueds favorisent un ruissellement en nappe pendant la période pluvieuse.

La profondeur de la nappe a été durant les années 50 à moins d'un mètre et de 1 à 2 m au niveau de la sebkha.

I.6 Climatologie et éléments climatiques :

L'analyse de la situation géographique de la zone d'étude met en évidence une seule entité. La zone est influencée par des massifs montagneux où on observe des journées de gelée et une altitude importante. Elle est insérée entre les isohyètes 300 et 400 mm.

La station climatique qui est située à 30 km à l'ouest de la zone d'étude est considérée comme représentative de la région d'étude. Les données portent sur la période 1990-2003.

Les données météorologiques, utilisées dans cette étude sont extraites de la banque de données disponible au niveau de l'Office Nationale de la Météorologie (ONM).

Les caractéristiques géographiques de la station sont présentées ci-dessous :

Tableau I-1 : Caractéristiques géographique de la station de Sétif.

Station	Latitude (nord)	Longitude (E /W)	Altitude Z, m
Sétif	X	Y	Z
	5°30'-6 Nord	36°-36° 15' Est	1081

I.6.1 Pluviométrie :

Les valeurs des pluies moyennes annuelles des postes pluviométriques sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I-2 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en mm de Sétif.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	TOT
Pluie (mm)	22,0	31	28	27,2	33	18	16	23	49	38,8	31	37,1	354,1

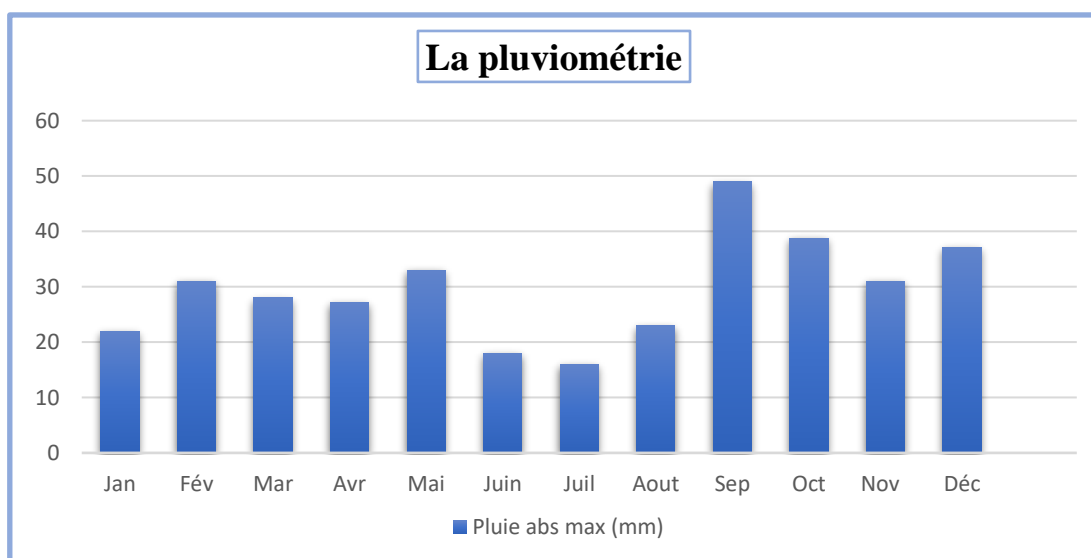


Figure I-3 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en de Sétif.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Les précipitations les plus importantes pour l'agriculture sont celles enregistrées durant les périodes d'automne et de printemps. et les autres elles ne sont pas importantes.

I.6.2 Présentation et analyse des températures :

Tableau I-3 : Répartition mensuelle Tmin et Tmax.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T min (°C)	1,8	2,2	4,5	6,1	11,4	15,8	19,2	19,4	15,3	11,1	5,9	2,6
Tmax (°C)	9,7	11,7	14,7	17,1	23,4	29,5	33,1	32,8	27,1	21,3	15,2	10,5
Moy (°C)	5,4	6,5	9,2	11,3	17,1	22,5	25,9	25,7	20,6	15,6	9,8	6,1

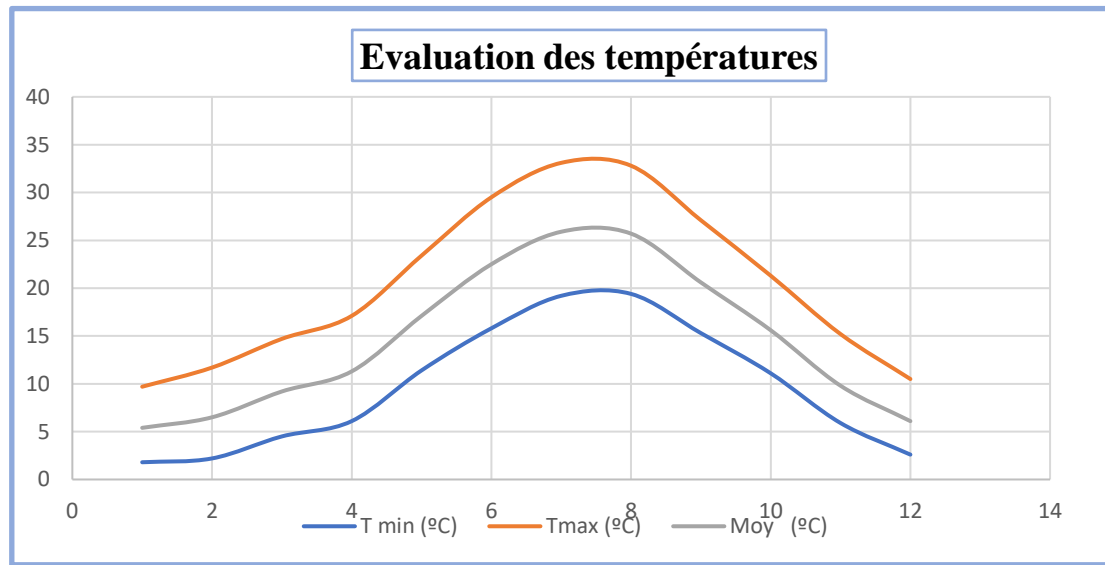


Figure I-4 : Evaluation des températures mensuelles et annuelles.

Les températures minimales sont observées en janvier, avec une moyenne inter annuelle variant entre 1,8 pour notre station et maximale est relevée au mois de Juillet avec les températures 33.1 °C. En moyenne, la température minimale est de l'ordre de 5,4 °C, alors que les températures maximales sont 25,9 °C.

I.6.3 Humidité relative :

L'humidité relative indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation. L'humidité relative est à l'origine de toutes précipitations, en outre elle régit l'évaporation de l'eau sur la végétation, le sol ou les nappes d'eau.

La répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative, mesurée au psychomètre est donnée dans le tableau suivant :

Tableau I-4 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en % (Sétif).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Humidité (H°) %	76,0	69,0	63,0	59,0	53,0	41,0	35,0	38,0	54,0	62,0	72,0	77,0

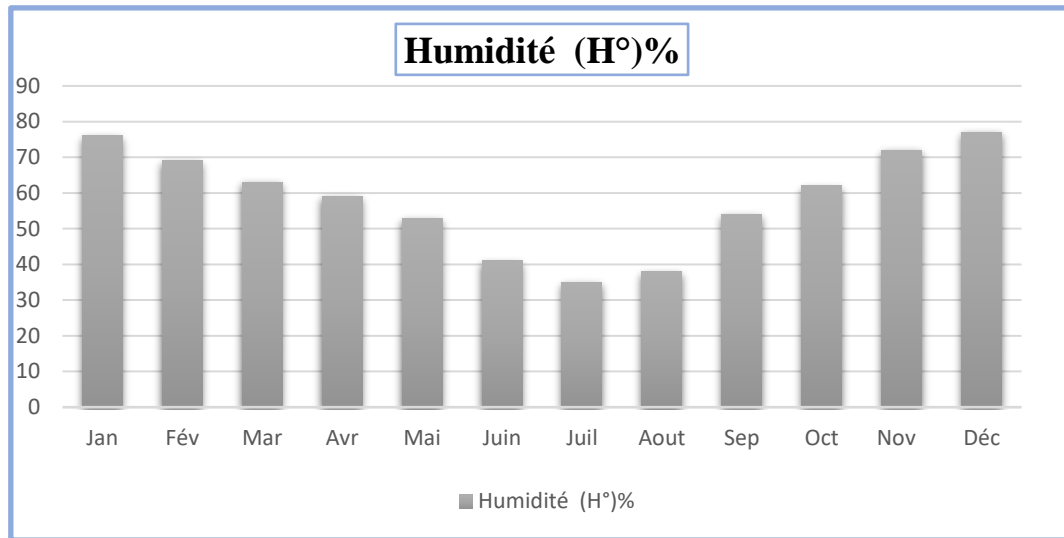


Figure I-5 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air.

Pour la station de Sétif la valeur minimale est enregistrée au mois de Juillet (35%) alors que la valeur maximale est notée au mois de Décembre (77%).

I.6.4 Vitesse du vent :

Les valeurs mensuelles et annuelles de la vitesse du vent enregistrées au niveau des stations climatologiques sont présentes dans le tableau ci-dessous :

Tableau I-5 : Vitesse du vent de la station de Sétif.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Vent moy (m/s)	2,7	2,8	3,1	3,6	3,1	3,1	2,9	2,9	2,9	2,7	3,1	3,0

Les vitesses sont relativement importantes et homogènes durant toute l'année. La moyenne annuelle varie entre 2,7 m/s et 3,1 m/s pour la station de Sétif. Les vents les plus dominants sont de direction Nord-ouest à Nord-Est. Ces derniers sont frais et chauds et peuvent favoriser le développement des maladies cryptogamiques.

I.6.5 Sirocco :

Les périodes de Sirocco peuvent se produire surtout pendant la période estivale.

Tableau I-6 : Nombre de jours de sirocco Sétif.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTX
Jours	0,0	0,0	0,4	0,9	1,8	2,2	1,9	1,4	0,6	0,4	0,0	0,1	9,7

I.6.6 Evapotranspiration (ETP) :

Les valeurs de la station de Sétif de l'évapotranspiration moyenne mensuelles enregistrées sont de 87.52 mm. Le cumul annuel est de 1050,30 mm et les valeurs maximales sont atteintes en juillet avec 180,7 mm.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Tableau I-7 : Evapotranspirations moyennes mensuelles (mm) pour la station de Sétif.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
ETP	19	33,1	64,1	85,3	130,7	154,3	180,7	159,7	106,8	66	32,6	18	1050,3

I.6.7 Ensoleillement :

Tableau I-8 : Insolation en heures par jour Sétif.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Insolation(h/j)	5,8	7,3	7,7	8,7	9,7	10,8	11,5	10,4	8,8	7,5	6,3	5,7

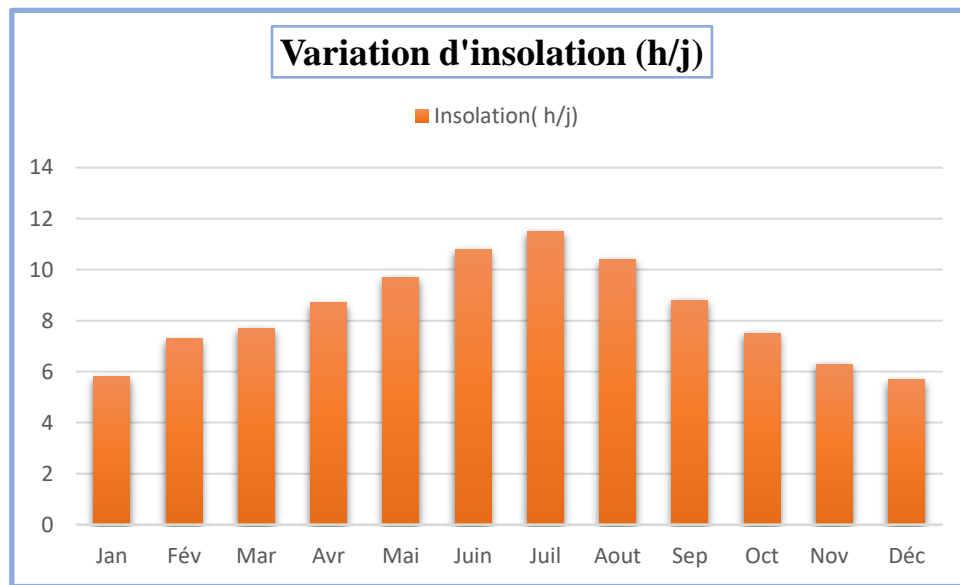


Figure I-6 : Variation d'insolation moyenne mensuelle (heures).

I.6.8 Gelée :

Tableau I-9 : Nombre de jour de gelée dans la station de Sétif.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTX
Gelée	2,1	2,0	0,8	0,6	0,3	0,4	0,0	0,0	0,1	0,6	1,6	2,9	11,4

D'après le tableau ci-dessus le risque de gelée est élevé pour la station de Sétif qui enregistre annuellement 11,4 jours de gelée répartis essentiellement entre janvier et février.

I.7 Classification du climat :

Il existe beaucoup de façons pour déterminer le type de climat et la période sèche, il existe Martonn, Moral, Euverte et Emberger sont des 'indices pour déterminer les éléments concernés. De dans notre cas nous calculerons l'indice d'aridité annuel de Martonn et l'indice d'Emberger.

I.7.1 Classification selon l'indice de De Martonn :

L'indice d'aridité ou de Marton est un paramètre qui permet la classification d'éléments climatique.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

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

Avec :

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

Tableau I-10 : Les intervalles des climats d'après l'indice d'aridité de MARTONN.

Valeur Ia	Type de Climat	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

On a :

P=354.1mm

T=14.64°C

A.N :
$$I = \frac{354.1}{14.64+10} = 14.37$$

D'après la classification ci-dessus, nous concluons que la Région est soumise à un régime climatique sec(semi-aride), donc l'irrigation est souvent indispensable.

I.7.2 Classification du climat selon l'indice d'Emberger :

Emberger a précisé cinq étages bioclimatiques : humide, subhumide, aride, semi-aride, et saharien, et quatre variantes thermiques : Hiver froid : $m < 0^{\circ}\text{C}$. Hiver frais : $0 < m < 3^{\circ}\text{C}$. Hiver doux ou tempéré : $3 < m < 7^{\circ}\text{C}$.

Le quotient d'Emberger est défini par la formule :

$$Q = \frac{200 \times P}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots (I.2)$$

Avec :

- Q : Coefficient pluviothermique d'Emberger.
- P : Précipitation moyenne (mm).
- M : Température maximale du mois le plus chaud (Kelvin).
- m : Températures minimale du mois le plus froid (Kelvin)

On a :

P= 354.1 mm

M= 32.8°C

m=1.8°C

A.N :

$$Q = \frac{200 \times 354.1}{(32.8)^2 - (1.8)^2} = 66.03$$

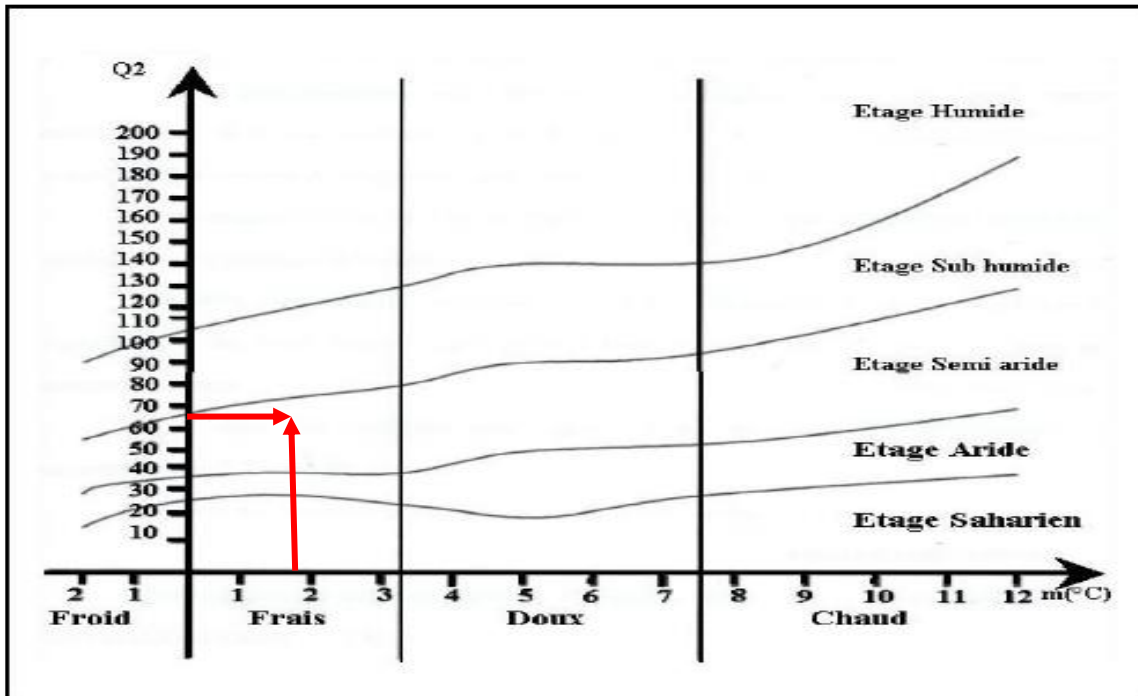


Figure I-7 : Représentation schématique du climatogramme d'Emberger.

En plaçant la valeur de (Q) sur le climatogramme d'EMBERGER en fonction de la température minimale du mois le plus froid, il est possible de confirmer que notre région est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride, avec le sous-étage correspondant à un hiver frais.

I.7.3 Climatogramme pluviométrique de GAUSSEN :

Le diagramme pluviométrique d'Emberger, spécifique au climat méditerranéen, classe la région d'étude dans l'étage bioclimatique Semi-Aride à Frais.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le diagramme Ombrothermique des deux stations fait ressortir deux périodes. Une période sèche qui dure 4 mois allant du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre, et une période humide qui dure 6 mois allant du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril.

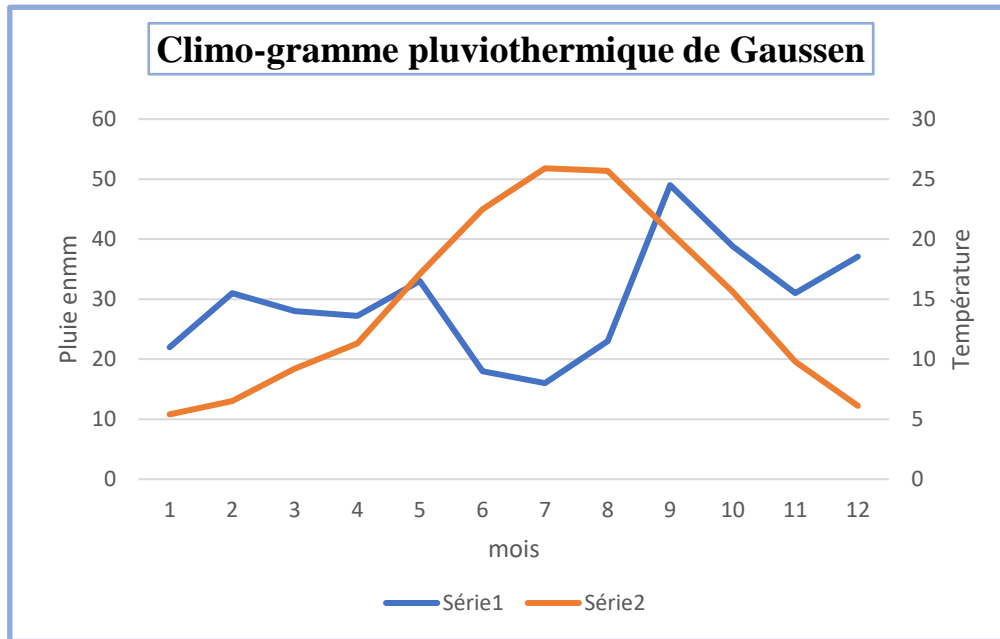


Figure I-8 : Climogramme pluviométrique de Gausсен.

On remarque qu'au mois de Février il y a un déficit important en pluviométrie.

I.8 Enquête foncière :

L'étude d'enquête foncière menée dans le cadre de l'aménagement hydro-agricole du périmètre d'El Eulma est de 23733.10 ha, le périmètre qui concerne notre étude s'étale sur 200 ha.

La surface enquêtée regroupe des exploitations de six communes de la wilaya de Sétif. Le tableau ci-dessous récapitule la répartition de cette superficie par commune et par statut juridique.

Tableau I-11 : Répartition des superficies selon le statut juridique.

Communes	Public		Privé		Totaux	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Guelta Zerka	1 467,27	6,18	1 072,97	4,52	2 540,24	10,70
El 'Eulma	2 118,84	8,93	1 638,19	6,90	3 757,03	15,83
Bir El Arch	3 749,40	15,80	5 441,65	22,93	9 191,05	38,73
El Ouldja	397,86	1,68	631,31	2,66	1 029,17	4,34
Bazer Sakra	1 996,96	8,41	4 991,16	21,03	6 988,12	29,44
Ouled Sabor	180,55	0,76	46,94	0,20	227,49	0,96
Totaux	9 910,88	41,76	13822,22	58,24	23733,10	100

Le nombre d'unité foncière occupé par les exploitations privées est de 3 230 contre deux fermes pilotes, 251 EAC et 66 EAI.

La répartition de la superficie enquêtée par classe de surface et par statut juridique est donnée par le tableau ci-dessous.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Tableau I-12 : Répartition des superficies par classe et par statut juridiques.

Surface Ha	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	> 50	Total
EAC	195,26	241,41	331,87	335,87	265,72	381,13	195,09	410,43	507,75	189,37	3323,58	6377,48
EAI	74,81	118,37	119,55	66,76	69,95	27,6	30,02	0	0	0	18,53	525,59
Privé	4843,02	2717,93	1493,73	740,1	687,38	471,53	387,76	218,28	253,72	384,28	1624,49	13822,22
Ferme Pilote	39,28	35,74	36,79	18,5	68,29	114,41	33,65	0	41,29	96,73	1241,42	1726,1
Autre	379,99	227,64	145,14	103,33	65,64	26,54	0	109,67	0	45,76	178	1281,71
Total (ha)	5532,36	3341,09	2127,08	1264,56	1156,98	1021,21	646,52	738,38	802,76	716,14	6386,02	23733,1

I.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, une identification et analyse de la zone d'étude a été effectuée notamment sur les plans géomorphologique, hydrographique et géologique. Ces aspects sont essentiels pour le processus d'aménagement hydro-agricole du périmètre.

Concernant le climat, la zone d'étude est caractérisée par un climat continental semi-aride. Les hivers y sont froids, avec des gelées fréquentes et des chutes de neige, tandis que les étés sont secs et chauds, parfois accompagnés de vents chauds et secs provenant du sud (sirocco). Le régime des précipitations est assez irrégulier d'une année à l'autre, avec environ 400 mm de pluie tombant dans les plaines. Cette quantité de précipitations rend l'irrigation des terres indispensable durant les périodes sèches.



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

II.1 Introduction :

L'eau et le sol jouent un rôle fondamental dans l'agriculture, particulièrement face à la croissance démographique rapide. En Algérie, le climat aride rend l'eau indispensable au développement socioéconomique et souligne l'importance de la préservation des sols, qui ne se renouvellent pas à l'échelle humaine.

Ce chapitre se penche sur les relations entre le sol et l'eau en vue d'une gestion durable des terres agricoles. Nous aborderons les caractéristiques et la classification des sols, ainsi que l'évaluation et le classement de l'eau disponible pour l'irrigation. L'objectif est de différencier les sols nécessitant une irrigation de ceux devant être protégés, tout en optimisant l'utilisation de l'eau et en préservant la productivité des sols, afin d'assurer la sécurité alimentaire et la résilience des écosystèmes.

II.2 Les ressources en sol :

Lors d'un projet de valorisation des terres, il est essentiel de considérer plusieurs caractéristiques, notamment : la profondeur du sol, qui détermine l'épaisseur des couches accessibles aux racines et, par conséquent, la réserve en eau disponible ; la texture du sol, incluant la granulométrie des particules fines et la présence de cailloux, qui influence la capacité de rétention de l'eau ; et enfin, les caractéristiques chimiques (pH, conductivité électrique) qui impactent les possibilités de culture dans la zone à irriguer.

II.2.1 Classification des sols :

La classification adoptée dans cette étude est celle mise en place par la Commission de pédologie et de cartographie des sols de France (C.P.C.S, 1967). Elle se fonde principalement sur la définition des unités supérieures, comprenant la classe, la sous-classe, le groupe et le sous-groupe.

La prospection pédologique et l'analyse des divers échantillons prélevés ont mis en évidence trois (03) classes :

- ✓ Les sols peu évolués.
- ✓ Les sols calcimagnésique.
- ✓ Les sols à sesquioxydes de fer.

II.2.1.1 Les sols peu évolués :

Ces sols sont largement présents dans la zone d'étude, se retrouvant principalement dans la partie nord et, dans une moindre mesure, dans le sud, près de la sebkha. Ils couvrent une superficie de 11 800,3 ha, soit 49,9 % de la superficie totale. Il s'agit de sols peu évolués, d'origine non climatique et d'apport alluvial. Les sous-groupes identifiés incluent les sols modaux, vertiques, hydromorphes et halomorphes.

II.2.1.2 Les sols calcimagnésique :

Les sols calcimagnésiques couvrent la plus grande superficie, étant situés dans la zone calcimorphe. Ils s'étendent sur 9 788,25 ha, ce qui représente 38 % de la superficie totale. Ces sols se manifestent de manière discontinue dans la partie nord, mais deviennent plus denses dans le sud. Leur caractéristique principale est la présence de calcaire sous diverses formes, avec une absence de fortes concentrations en sels et une texture non argileuse. La présence ou l'absence d'un niveau limitant permet de les différencier en sols modaux, sols à encroûtement, sols vertiques et rendzines.

CHAPITRE II : RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

II.2.1.3 Les sols à sesquioxydes de fer :

Ce type de sol est peu fréquent dans cette région, sa teinte rougeâtre étant sa caractéristique principale. En raison de l'absence d'un horizon B bien structuré, la majorité des sols rouges de la région d'El-Eulma sont classés dans d'autres catégories. Dans la zone d'étude, ces sols ne couvrent qu'une petite superficie au nord-est, d'environ 2 900 hectares. Leur texture est équilibrée en surface, mais devient plus argileuse en profondeur, avec un faible taux de calcaire.

Tableau II-1 Résultats analytiques des analyses précédemment faites au niveau des différents sols.

N° profils	profondeurs	Granulométries %			texture	Matières organiques				Réserves minérales					PH	CE		Classe des sols
		A	Lf+Lg	Sf+Sg		MO%	C%	N%	C/N	Total%	CaCO3	Actif%	Totale	P205		ppm	P205	
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	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	0.12	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	8.09	0.13			
	27-70	21.45	56.95	22.6	L	2.06	12	1.26	9	33.2	18	3.6	28.64	8.16	0.15			
03	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			

Source :ONID Alger

CHAPITRE II : RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

II.2.2 Caractéristiques physico-chimiques des sols :

L'analyse physico-chimique effectuée en laboratoire a enrichi notre compréhension des propriétés, en particulier texturales et hydrodynamiques, de notre sol.

II.2.2.1 Caractéristiques physiques :

- ✓ **Texture des sols** : limono-argileuse. voir (annexe 01)
- ✓ **Structure** : La structure est en générale favorable excepté celle des sols peu évolués qui possèdent des structures massives.
- ✓ **Teneur en matière organique** : irrégulier, varie entre 0.9 % et 1.77 %.
- ✓ **Densité apparente** : comprise entre 1.20-1.40.
- ✓ **La densité réelle** : comprise entre 1.9-2.1.
- ✓ **Porosité** : 34-48 %.
- ✓ **Caractéristiques hydrodynamiques des sols** :

Tableau II-2 : Propriétés hydrodynamiques des sols.

Capacité au champ (%)	24-26%
Point de flétrissement (%)	15-18%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	7-8
Densité apparente	1,3-1.4

Source : ONID Alger

II.2.2.2 Caractéristiques chimiques :

- ✓ **LE PH** : Le pH est un indicateur qui évalue l'acidité ou la basicité d'un environnement et impacte toutes les réactions chimiques dans le sol. En surface, les valeurs de pH oscillent entre 7,7 et 8,1, ce qui indique un milieu légèrement à modérément alcalin. En profondeur, les valeurs les plus fréquentes se situent entre 7,8 et 8,3. De manière générale, les valeurs de pH restent similaires en surface et en profondeur, en raison de la présence significative de calcaire dans les sols.
- ✓ **La capacité d'échange cationiques (CEC)** : Les résultats de l'analyse montrent des valeurs comprises entre 21 et 28 meq/100g, ce qui indique que les sols présentent une richesse modérée en éléments nutritifs.

II.2.3 Les Zones homogènes :

Dans la zone d'étude, on peut distinguer trois classes de zones homogènes en fonction des caractéristiques du sol, notamment la profondeur, la texture, le taux de calcaire, l'halomorphie, l'hydromorphie et la présence de cailloux.

II.2.3.1 Zone homogène II :

C'est une zone où les sols sont profonds, le niveau de la croûte est supérieur à 80 cm, avec des fortes teneurs en calcaire, la texture est généralement fine à moyennement fine. Une grande partie de cette zone est localisée dans la partie centrale de la plaine, offre de grande potentialité agricole sa superficie est de **7260.24 ha**.

CHAPITRE II : RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

II.2.3.2 Zone homogène III :

Les sols sont peu profonds ou le niveau de la croûte est inférieur à 80 cm, la charge en élément grossiers dépasse les 30 %, des fortes teneurs en calcaire, sa superficie est de **5223.82 ha**.

II.2.3.3 Zone homogène IV :

Zone constituée de sols squelettique, ou le niveau de la croûte est proche de la surface, la charge caillouteuse est très élevée qui dépasse les 50 %, et une teneur en calcaire très importante, ces sols sont très difficilement irrigables, leurs superficies sont de **2915.54**.

II.3 Ressource en eau d'irrigation :

L'eau reste un constituant essentiel, aussi bien pour les végétaux. Elle alimente la sève des plantes, qui transporte les éléments nutritifs indispensables à leur croissance.

II.3.1 Barrage de Draa Diss :

Le barrage Draa Diss est implanté sur l'oued Medjez, à 11,5 km au Nord Est de la ville d'El Eulma, à l'Est de la commune de Tachouda sur l'Oued Medjez, wilaya de Sétif.

Il est destiné à transférer annuellement un volume d'eau de 190,50 hm³ vers l'aval, pour l'alimentation en eau potable de 780 000 habitants de la ville d'El Eulma avec 39 M de m³ et l'irrigation de 31 700 ha des plaines de la région avec un volume de 151 M de m³.



Figure II-1 : Barrage de Draa Diss (2020).

II.3.2 Description de l'ouvrage projeté :

- Type : Barrage à noyau d'argile qui recharge les conglomérats en amont et en aval.
- Hauteur maximale de la digue : 70 m.
- Côte en crête de 1140,20 NGA.
- Longueur en crête : 970 m.
- Largeur en crête : 7 m.

CHAPITRE II : RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

- Côte de retenue normale : 1138,20 NGA.
- Evacuateur de crue : sans.
- Une prise pour le réseau d'irrigation est située sur la rive gauche de l'ouvrage à la côte 1084 NGA.
- 03 ports réseau AEP aux niveaux : 1120 NGA, 1102 NGA et 1084.40 NGA.
- Chaque ligne de sortie est équipée de deux vannes papillon (protection et contrôle).
- Le drainage de fond est assuré par deux vannes chariot sous le caisson mesurant 2,40×1,95m (vanne de protection et vanne de réglage).
- Galerie de dérivation : Elle est située dans un affleurement calcaire sur la rive gauche et mesure 406 pieds de longueur.

II.3.3 La Capacité utile de retenue :

La capacité utile d'exploitation, telles que mentionnées par l'APD du Barrage de Draa Diss est **137 hm³**.

II.3.4 Qualité de l'eau d'irrigation :

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement.

Tableau II-3 : Paramètres de qualité de l'eau d'irrigation d'après les analyses faites au laboratoire de l'ANRH.

Elément	Unité	Moyenne
PH	-	7,9
Conductivité	mmho/cm	0,76
Alcalinité totale	Ca CO ₃ mg/l	130
Calcium	mg/l	70
Magnésium	mg/l	26
Sodium	mg/l	17
Nitrate	mg N /l	0,3
Bore	mg/l	0,12
Plomb	mg/l	0

Source : Onid Alger

II.3.5 Classification des eaux pour l'irrigation :

Plusieurs classifications ont été proposées pour classer les eaux par rapport à leur qualité pour l'irrigation. La plupart de ces classifications se basent sur le calcul de deux facteurs essentiels, à savoir la salinité présentée par la conductivité électrique (CE) et le SAR (Sodium Absorption).

II.3.5.1 La conductivité électrique (CE) :

Il existe quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

Tableau II-4 : les classes de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique CE	Qualité des eaux
Classe C1	$CE_{25^{\circ}C} < 0,25$	Eau de faible salinité
Classe C2	$0,25 < CE_{25^{\circ}C} \leq 0,75$	Eau de salinité moyenne
Classe C3	$0,75 < CE_{25^{\circ}C} \leq 2,25$	Eau de salinité élevé
Classe C4	$CE_{25^{\circ}C} > 2,25$	Eau de salinité très élevé

L'eau du barrage destinée à l'irrigation de notre zone d'étude a une conductivité électrique moyenne de 0.76 mmhos/cm, elle est donc en classe C3.

II.3.5.2 Le rapport d'absorption de sodium (le SAR) :

Le SAR est calculé selon la formule suivante :

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

Avec : (Na²⁺) (Ca²⁺) et (Mg²⁺) en méq/l.

AN:
$$SAR = \frac{3,09}{\sqrt{\frac{7+4,34}{2}}} = 1,29 \text{ méq/L}$$

- **S1 : S.A.R < 10** : Eaux utilisables pour l'irrigation de presque tous les sols. Danger d'alcalinisation réduit, bien que certaines cultures sensibles au sodium puissent être gênées.
- **S2 : 10 < S.A.R < 18** : Le danger d'alcalinisation des sols est appréciable dans les sols à textures fine et à forte capacité d'échange, surtout dans la condition de faible lessivage. Eau utilisable sur les sols de texture grossière, ou sur les sols organiques ayant une bonne perméabilité.
- **S3 : 18 < S.A.R < 26** : Eaux pouvant provoquer l'apparition d'une alcalinité dangereuse dans la plupart des sols, à l'exception des sols pauvres en argile. Emploi exigent la mise en œuvre d'un aménagement spécial assurant un bon drainage et fort lessivage. L'addition de matière organique, d'amendements chimiques est souvent nécessaire.
- **S4 : S.A.R > 26** : Eaux souvent inutilisables pour l'irrigation, présentant un fort danger d'alcalinisation. Ces eaux sont utilisées pour l'irrigation seulement si leur salinité permet l'addition de calcium ou si le sol en contient suffisamment.

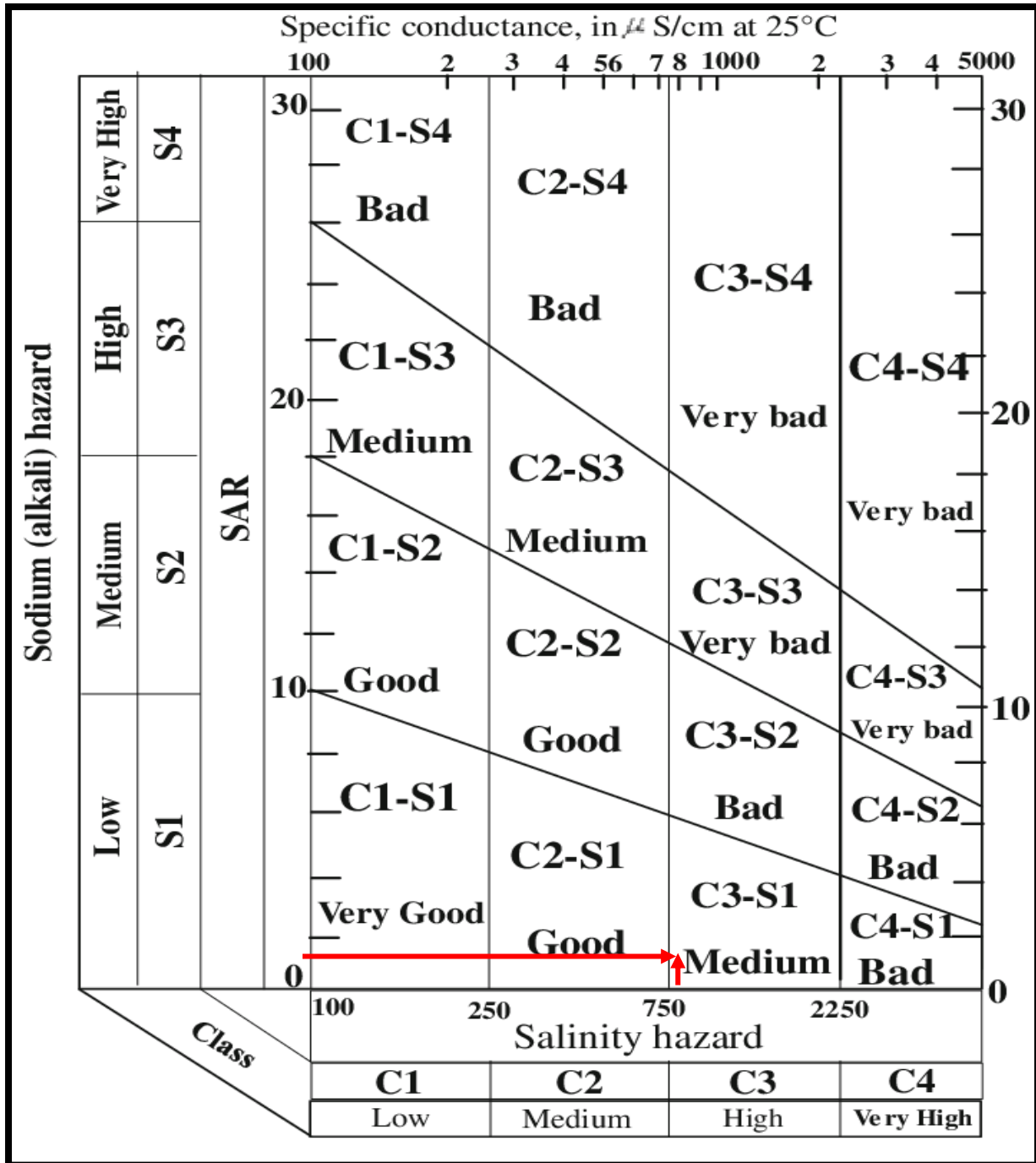


Figure II-2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

Remarque : D'après les valeurs de la CE et du SAR l'eau du barrage de draa diss est à la classe C3 S1, avec une salinité fluctuante entre moyenne et très élevée.

II.4 Conclusion :

Selon l'étude faite sur la région, on a déterminé le type du sol, la qualité des eaux d'irrigation. De ce fait, il ressort que le choix des cultures ne pose pas de problème, seul le choix d'un Système d'irrigation judicieux à déterminer compte tenu des caractéristiques physique du sol.



**CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS
EN EAU DES CULTURES**

III.1 Introduction :

Ce chapitre décrit les besoins en eau des cultures en se fondant sur les informations précédemment établies, qui conditionnent la conception de notre projet. Ces informations incluent les conditions climatiques, les cultures possibles, les systèmes agronomiques, les potentialités des sols, la disponibilité de l'eau et la fertilité des sols.

III.1.1 Etude statistique des précipitations :

La pluviométrie peut être ajustée à de nombreuses lois statistiques. Pour notre projet, nous sélectionnons celles qui offrent le meilleur ajustement possible.

III.1.2 La série pluviométrique :

Pour l'analyse des pluies, nous avons utilisé la série pluviométrique de la station de HAMMMAM, qui offre une longue série de données représentatives pour la zone d'étude.

Les caractéristiques de La station pluviométrique de HAMMMAM :

Tableau III-1 : Identification de la station pluviométrique de HAMMMAM.

Code de la station	Station	Période d'observation	Nombre des années	Coordonnées En UTM
100110	HAMMMAM	1992-2021	30	X (km) : 763.3
				Y (km) : 338.8
				Z (m) : 710

Source : ANRH Alger

La station offre une série pluviométrique incluant les précipitations mensuelles et annuelles. Cette série couvre une période d'observation de 30 ans, de 1992 à 2021. Les données sont présentées dans le tableau ci-dessous.

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau III-2 : Série pluviométrique HAMMAM 1992-2021.

Année	Précipitations Moyennes annuelles (mm)												Totale
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	
1992	30.7	10.7	26.6	128.5	50.6	43	34.9	8.6	39.6	0	0	0	373,2
1993	4.1	11.7	18.2	58.8	29.7	54	2.3	36.5	14.4	0	0	8.2	237,9
1994	25.5	37.2	1	49	151.3	26.7	50.7	39.1	8.8	42.6	2.3	0	434,2
1995	43.6	15.2	11.8	17.3	42.4	118	0	38.2	56.4	44.6	1	17.7	406,2
1996	14.2	10.2	17.3	43	31.2	4.3	7.6	34	23	21.7	0	20.9	227,4
1997	32.2	25.7	37.1	62.3	6.9	58.5	12.5	55.6	94.1	9.5	0	0	394,4
1998	127	21.8	78.3	32.1	88.6	21.9	14	9.6	9.7	2.8	0	0	405,8
1999	26.8	28.6	20.2	96.9	14.8	9,2	15	19,1	36,7	6,6	6,9	0	280,8
2000	12.3	49.9	12.5	81.3	95	27,7	9,1	18,1	39,8	0	0	4,2	349,9
2001	55,9	7,1	23,9	9,9	26	39,7	31,8	18,6	30,2	0	29,8	0	272,9
2002	5.2	9.2	130.1	142.1	165.1	43	32,4	52,6	38,7	35,8	16,5	26,1	696,8
2003	14,4	66,1	13,5	137,9	59,4	19,6	50,7	74,9	65,4	9,9	1	56,6	569,4
2004	26	24,9	50,1	122,2	52,6	54,7	30	49,1	30,5	34,3	1,8	6,3	483,5
2005	8,4	8,4	37,9	50,3	46,1	34,1	16,8	24,7	63,1	3,8	4,5	2,3	300,4
2006	49,2	0,3	2,5	55,9	7	22,9	30,1	37,1	14,5	21,4	0	0,9	241,8
2007	29,8	22,8	17	24,8	20	14,1	51	19,2	45,2	5,1	22,1	15,1	287,2
2008	21,5	47	32,6	43,8	43,9	42,8	43,8	63,2	2,8	5,7	5	0	352
2009	62,6	6,8	26,6	34,7	28,4	34,7	42,3	35,2	46,7	20,5	3,6	10,6	352,7
2010	5.7	43.8	26.8	32.9	9.9	152.6	19.7	52.9	43.7	41.1	0	6.3	435,4
2011	11.9	68.7	17.6	51.5	56.4	80	24	93.8	4.9	4.2	5.4	10.4	428,8
2012	2.4	7.7	41.4	9.3	77.5	158.7	55	45	35	2.3	10.5	0	444,8
2013	20.7	29.3	53	42.4	49.4	24.5	91.8	0.5	72.8	1.6	0	4.1	390,1
2014	5.5	7.9	5.1	138.1	175.6	116.2	90.9	5.5	20.4	0	47.8	4.6	617,6
2015	21.5	38.3	35.2	0	39.1	49.1	114.3	58	36.1	1.8	0	0	393,4
2016	14.3	18.1	48.7	6.9	98	41.1	0	18.3	8.3	22.9	0	0	276,6
2017	8	2.5	20	34.9	34.7	34.5	127.9	79.4	73.1	29.8	1.4	1.2	447,4
2018	44.9	94.9	16.9	17	141.2	32.4	62.4	28.1	67.5	0	0	35.8	541,1
2019	161.6	67.8	73.9	35.6	10.4	0	76.1	58.9	5.7	19.2	1.7	0	510,9
2020	32.8	18.9	54.2	78.2	27	7.9	63.7	21.3	45.9	13.7	0	49.2	412,8
2021	17.9	30.1	33.9	35.5	23.1	24.9	47.3	119.9	19.8	0	0	8.9	361,3

Source : ANRH Alger.

Tableau III-3 : Caractéristiques de la série pluviométrique.

Moyenne	397,56 mm
Ecart type	112,90 mm
Pmin	227,4 mm
Pmax	696,8mm

III.2 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

Avant d'exploiter les données hydrologiques, il est crucial de vérifier leur cohérence, car des interruptions peuvent survenir dans les relevés des stations pluviométriques, rendant leur utilisation plus complexe. Par conséquent, il est nécessaire de réaliser un test de Mood pour confirmer l'homogénéité de la série pluviométrique annuelle.

❖ Test de Mood : (Paul Meylan, 2008) :

Le test de Mood est une méthode utilisée pour vérifier l'homogénéité d'une série de données pluviométriques. Voici comment il fonctionne :

Échantillonnage et médiane :

- Prenez un échantillon X_1, X_2, \dots, X_n et calculez sa médiane M en triant les valeurs par ordre croissant.
- La médiane M est une valeur telle que 50 % des valeurs X_i sont inférieures à M , et 50 % sont supérieures à M .

Transformation en signes :

- Remplacez chaque valeur X_i par un signe :

$$\begin{cases} + & \text{si } X_i > M \\ - & \text{si } X_i < M \end{cases}$$

Calcul des quantités :

- Calculez le nombre total de séries de signes N_s (le nombre de groupes consécutifs de + ou de -).
- Déterminez T_s , la taille de la plus grande série de signes (+ ou -).

Conditions du test :

- La valeur de N_s doit satisfaire la condition suivante :

$$\frac{N+1-1.96\sqrt{N-1}}{2} < N_s < \frac{N+1+1.96\sqrt{N-1}}{2} \dots\dots\dots \text{(III.1)}$$

$$T_s < 3.3(\log N + 1) \dots\dots\dots \text{(III.2)}$$

Tableau III-4 : Calcul des paramètres du test de la médiane.

Série triée par ordre croissant		Série non triée	
Ordre	Pmoy(mm)	Année	Pmoy (mm)
1	227,4	1992	-373.2
2	237,9	1993	-237.9
3	241,8	1994	+434.2
4	272,9	1995	+406.2
5	276,6	1996	-227.4
6	280,8	1997	+394.4
7	287,2	1998	+405.8
8	300,4	1999	-280.8
9	349,9	2000	-349.9
10	352	2001	-272,9
11	352,7	2002	+696,8
12	361,3	2003	+569,4
13	373,2	2004	+483,5
14	390,1	2005	-300,4
15	393,4	2006	-241,8
16	394,4	2007	-287.2
17	405,8	2008	-352
18	406,2	2009	-352,7
19	412,8	2010	+435.4
20	428,8	2011	+428.8
21	434,5	2012	+444.8
22	435,4	2013	-390.1
23	444,8	2014	+617.6
24	447,4	2015	-393.4
25	483,5	2016	-276.6
26	510,9	2017	+447.4
27	541,1	2018	+541.1
28	569,4	2019	+510.9
29	617,6	2020	+412.8
30	696,8	2021	-361.3

N= 30, donc : m=15

Alors la médiane est : M= 393,4

$$\frac{N+1-1.96\sqrt{N-1}}{2} = 10.22$$

et

$$\frac{N+1+1.96\sqrt{N-1}}{2} = 20.78$$

Ns=15

$$10.22 < Ns = 15 < 20.78$$

Et d'autre coté :

$$3.3(\log N + 1) = 8.17 \quad \text{et} \quad Ts = 5 \quad \text{donc} \quad : \quad 5 < 8.17$$

Donc :

D'après les résultats du test de la médiane de la série est homogène.

III.3 Ajustement de la série pluviométrique :

Les lois d'ajustement les plus fréquemment utilisées sont les suivantes :

- Loi Gaussienne ou loi Normale.
- Loi de Gibrat-Galton ou loi Log-Normale.

Ces deux lois de probabilité continues sont caractérisées par deux paramètres : la moyenne μ et l'écart type σ . Pour la loi Log-Normale, ces paramètres sont remplacés par $\log(\mu)$ et $\log(\sigma)$.

III.3.1 Ajustement de la série à la loi de GAUSS :

La méthode de Gauss consiste à :

1. classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre croissant.
2. Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
3. calculer les fréquences. $F(x) = (n-0.5) / N \dots\dots(III.3)$

Avec :

- n : Numéro d'ordre.
- N : nombre d'années observées = 30.
- 4. Calculer la moyenne arithmétique.
- 5. Calculer l'écart type.
- 6. Calculer la variable réduite de Gauss.
- 7. Calculer le coefficient de variation (Cv).
- 8. Calculer les caractéristiques empiriques ($\bar{x}, \sigma ; Cv ; Cs$).

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

$$X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%} \dots\dots(III.4)$$

Avec :

- $X_{p\%}$: Précipitation de probabilité P%.
- $U_{p\%}$: Variable réduite de Gauss.
- \bar{X} : Moyenne arithmétique.
- δ : Ecart type.

Pour réaliser ces calculs, nous avons recouru au logiciel **HYFRAN**.

Tableau III-5 : Caractéristiques de la série pluviométrique.

Moyenne	397,56 mm
Ecart type	112,90 mm
Pmin	227,4 mm
Pmax	696,8mm

Tableau III-6 : Les fréquences variable réduite de Gauss.

Ordre m	P moy(mm)	F(x)	U
1	227.4	0.0167	-0.6155
2	237.9	0.05	-0.5049
3	241.8	0.0833	-0.4638
4	272.9	0.1167	-0.1362
5	276.6	0.15	-0.0972
6	280.8	0.1833	-0.053
7	287.2	0.2167	0.01443
8	300.4	0.25	0.15348
9	349.9	0.2833	0.6749
10	352	0.3167	0.69702
11	352.7	0.35	0.70439
12	361.3	0.3833	0.79498
13	373.2	0.4167	0.92033
14	390.1	0.45	1.09835
15	393.4	0.4833	1.13311
16	394.4	0.5167	1.14365
17	405.8	0.55	1.26373
18	406.2	0.5833	1.26795
19	412.8	0.6167	1.33747
20	428.8	0.65	1.50601
21	434.5	0.6833	1.56605
22	435.4	0.7167	1.57553
23	444.8	0.75	1.67455
24	447.4	0.7833	1.70194
25	483.5	0.8167	2.08221
26	510.9	0.85	2.37083
27	541.1	0.8833	2.68895
28	569.4	0.9167	2.98705
29	617.6	0.95	3.49478
30	696.8	0.9833	4.32905

Tableau III-07 : 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	0.99	660	40.2	581 – 739
50	0.98	629	36.8	557 – 702
20	0.95	583	31.9	521 – 646
10	0.9	542	28	487 – 597
5	0.8	493	24.1	445 – 540
3	0.6667	446	21.6	404 – 488
2	0.5	398	20.6	357 – 438
1.25	0.2	302	18.1	266 – 337

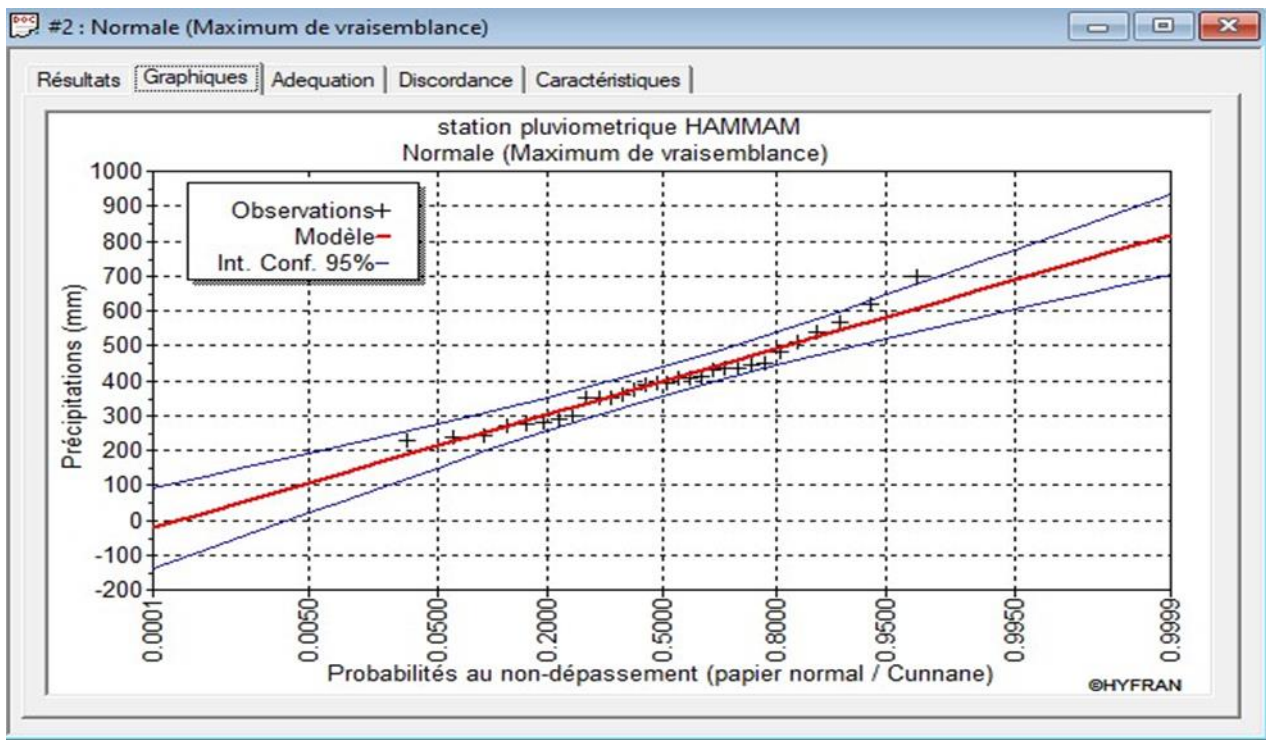


Figure III-1: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.

III.3.2 Ajustement selon la loi Log-Normale :

Cette méthode consiste à convertir les données statistiques des précipitations sur une nouvelle échelle, à savoir l'échelle lognormale. L'équation de la droite s'exprime ainsi :

$$\ln(X_p\%) = \overline{\ln(X)} + \delta \ln * (U_p\%) \dots\dots\dots(III.5)$$

- Xp% représente la précipitation probable pour un pourcentage p%.
- $\overline{\ln(x)}$ la moyenne arithmétique du logarithme des précipitations observées.
- Up% correspond à la variable réduite de Gauss.
- δln est l'écart type des précipitations observées.

Les résultats de l'ajustement par HYFRAN sont :

Tableau III-08 : Résultat de l'ajustement à la loi Log-Normale (Hyfran).

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement Q	Valeur théorique XT(mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance
100	0.99	737	73.9	592 – 882
50	0.98	683	62.6	560 – 805
20	0.95	608	48.5	513 – 703
10	0.9	549	38.4	474 – 624
5	0.8	485	29.2	428 – 542
3	0.6667	432	23.3	386 – 478
2	0.5	383	19.7	344 – 421
1.25	0.2	302	18.1	266 – 337

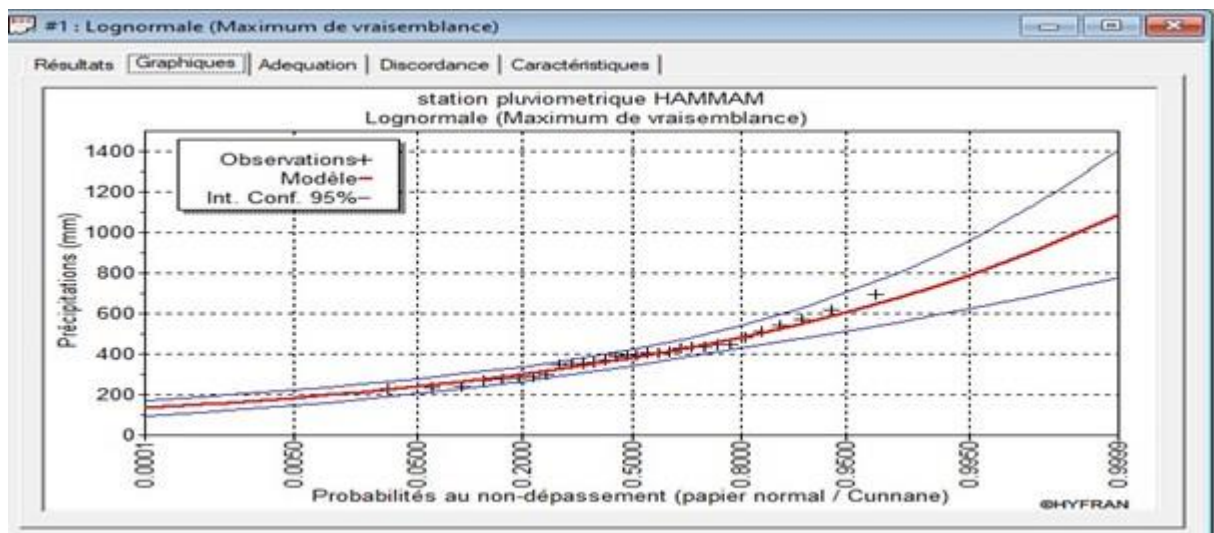


Figure III-2 : Ajustement des pluies annuelles à la loi Log-Normale.

III.4 Test de validité Khi-deux (χ^2) :

La loi sélectionnée pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon ne correspond qu'approximativement à l'échantillon étudié. L'erreur résultant de l'adoption d'une loi spécifique est une erreur d'adéquation. Il est donc important de comparer l'adéquation des différentes lois pour déterminer la meilleure adéquation possible. Parmi les tests les plus couramment utilisés à cet effet, on trouve le test du Khi-deux (χ^2).

Ce test permet d'évaluer la qualité de l'ajustement entre une distribution théorique et une distribution expérimentale.

Tableau III-09 : Les résultats d'ajustement par HYFRAN.

	Loi normal	Loi log-normal
χ^2 calculée	2.67	6.40

χ^2 théorique = f (γ , α).

Le test de khi-deux (χ^2) indique que les deux lois offrent une adéquation similaire, sur la table de Pearson khi-deux (χ^2) théorique = 15.09, pour : $\alpha = 0.5$ et $\gamma = 4$

Donc : χ^2 calculée < χ^2 théorique (pour les deux lois)

Après avoir examiné l'ajustement des deux lois, il en ressort que la loi normale correspond mieux à la série des pluies annuelles pour la station de HAMMAM.

III.4.1 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 :

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

On remarque que : $\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} \leq 1$

Donc $P_i, 80\%$ de chaque mois est donnée dans le tableau suivant :

Tableau III-10 : Année du 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

III.5 Conclusion :

Les eaux du barrage de Draa Diss présentent un ph adéquat pour l'irrigation, avec une faible concentration en sodium, une alcalinité moyenne et une salinité appropriée pour cet usage. L'irrigation du périmètre à partir de ce barrage peut donc se faire sans contraintes. L'étude hydrologique a permis de reconstituer les précipitations mensuelles de l'année ayant une probabilité de 80 %, afin de déterminer la quantité d'eau de pluie disponible pour répondre aux besoins des plantes.

III.6 Calculs des besoins en eau des cultures :

III.6.1 Besoin en eau du périmètre :

Les besoins en eau désignent le volume d'irrigation nécessaire pour compenser les précipitations naturelles. Pour évaluer ces besoins pour les cultures, il est crucial de considérer divers paramètres liés aux plantes ainsi que les données climatiques et pédologiques de la région.

III.6.2 Calculs des besoins en eau d'irrigation :

Le calcul des besoins en irrigation pour une culture se réalise en effectuant le bilan hydrique suivant :

$$B_i = ETM - (P_{eff} + RFU) \dots\dots(III.6)$$

• **ETM** : correspond à l'évapotranspiration maximale ou aux besoins en eau des cultures en millimètres :

$$(ETM = ET_0 * k_c) \dots\dots\dots(III.7)$$

- **kc** : représente le coefficient culturel de la culture considérée.
- **Peff** : pluie efficace.
- **RFU** : réserve utile.

III.6.2.1 l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est la quantité de vapeur d'eau transférée dans l'atmosphère par transpiration des plantes et par évaporation au niveau du sol, de surfaces d'eau libre et autres surfaces interceptant la pluie.

III.6.2.2 L'évapotranspiration potentielle (ETP) ou de référence (ET₀) :

Ce paramètre est utilisé à différents niveaux des recherches, sur l'utilisation de l'eau pour les besoins en irrigation. Elle est considérée comme un phénomène climatique continu dans l'espace et dans le temps. L'importance des quantités d'eau pour les cultures est fonction de l'ETP où le déficit en eau des plantes en est fonction.

La définition de l'évapotranspiration potentielle comme étant l'évapotranspiration maximale d'une culture (généralement le gazon) couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue.

III.6.2.3 Calcul l'évapotranspiration référence :

Il existe plusieurs méthodes pour calculer l'évapotranspiration de référence, lesquelles se classifient en deux catégories :

- Les méthodes directes et les méthodes indirectes.

- ❖ Les méthodes directes :
 - La cuve lysimétrique.
 - Le bac évaporant.

- ❖ Les méthodes indirectes :

Ces méthodes servent à estimer l'évapotranspiration de référence (ET₀) en utilisant des équations empiriques basées sur des paramètres climatiques. Parmi les principales méthodes, on trouve :

- Prinsley-Taylor.
- Makkink-Turc.
- Hargreaves.
- Blaney-Cridle.
- Thornthwaite.
- Penman-Monteith modifiée.

Dans notre cas, nous avons choisi la méthode la plus couramment employée, à savoir la méthode de Penman-Monteith modifiée, pour évaluer l'ET₀.

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

La détermination de l'évapotranspiration de référence (ET₀) est calculée en se basant sur la formule de Penman-Monteith modifiée :

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots\dots\dots(III.8)$$

Avec les variables suivantes :

- ✓ **Et₀** : représentant l'évapotranspiration de référence en millimètres par jour.
- ✓ **R_n** : dénotant le rayonnement net à la surface de la culture en mégajoules par mètre carré par jour.
- ✓ **G** : représentant la densité de flux de chaleur dans le sol en mégajoules par mètre carré par jour.
- ✓ **T** : faisant référence à la température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 mètres en degrés Celsius.
- ✓ **u₂** : indiquant la vitesse du vent à une hauteur de 2 mètres en mètres par seconde.
- ✓ **e_s** : signifiant la pression de vapeur saturante en kilopascals.
- ✓ **e_a** : représentant la pression de vapeur réelle en kilopascals.
- ✓ **e_s-e_a** : désignant le déficit de pression de vapeur saturante en kilopascals.
- ✓ **D** : représentant la pente de la courbe de pression de vapeur saturante en kilopascals par degré Celsius.
- ✓ **g** : dénotant la constante psychrométrique en kilopascals par degré Celsius.

Nous avons utilisé le logiciel CROPWAT (FAO, 2008) pour estimer l'évapotranspiration de référence en utilisant la méthode de Mr. Penman-Monteith. Dans cette estimation, nous avons inclus les données mensuelles suivantes :

- Les températures minimales et maximales mensuelles.
- L'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Les heures d'insolation par jour.
- La vitesse du vent, qui peut être saisie en mètres par seconde (m/s).

Les données de l'évapotranspiration de référence (ET₀), obtenues à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 en appliquant une version modifiée de la formule de Penman-Monteith, sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau III-11 : Calcul de l'évapotranspiration.

Mois	T _{min} °C	T _{max} °C	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (heures)	Radiation MJ/m ² /jour	ET ₀ 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

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

III.6.2.4 Calcul de la pluie efficace :

Il s'agit de la part des précipitations totales qui est réellement absorbée par la culture, et cette quantité varie en fonction de la localisation géographique, des caractéristiques des précipitations et du type de sol.

Pour évaluer cette absorption, plusieurs méthodes peuvent être employées. Dans notre analyse, nous avons choisi d'utiliser la méthode du pourcentage constant, que nous détaillerons ci-dessous.

$$\text{Pluies efficaces (mm/mois)} = A \cdot \text{Pluies totales (mm/mois)} \dots \dots \text{(III.9)}$$

Avec :

A : coefficient des pertes généralement égale à 0,8.

Le résultat de calcul par cette méthode est donné dans le Tableau n°20.

Lorsque la pluie efficace (*Peff*) est inférieure à 5 mm, *Peff* est réinitialisée à zéro.

Tableau III-12 : Calcul des pluies efficaces.

Mois	Sep	oct	Nov	Dec	Jan	fev	Mars	avril	Mai	juin	Juil	Aout
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
Peff (mm)	26,58	27,30	24,06	27,72	28,02	23,32	26,82	27,12	29,82	17,88	10,74	7.92

III.6.2.5 Calcul de la réserve en eau du sol :

La réserve facilement utilisable (RFU) est définie par la quantité d'eau présente dans la partie du sol accessible aux racines, entre le point de ressuyage et le point de flétrissement. Néanmoins, les plantes ont plus de difficulté à extraire l'eau lorsque l'humidité approche du point de flétrissement. La formule suivante permet de calculer la RFU.

$$\text{RFU} = (\text{hcc} - \text{hpf}) \cdot \text{Y} \cdot \text{Da} \cdot \text{Z} \dots \dots \text{(III.10)}$$

- ✓ **hcc** Humidité à la capacité au champ massique. On prend (26%).
- ✓ **hpf** Humidité au point de flétrissement massique. On prend (16%).
- ✓ **Z** : profondeur de sol considéré en mm.
- ✓ **Y** : est un coefficient qui varie en fonction de la nature du sol (nous prenons Y égal à 2/3).
- ✓ **Da** : densité apparente du sol (1,4).

Remarque : L'irrigation est faite lorsque B_h (bilan hydrique) > 0.

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

III.6.2.5.1 Cultures proposées pour la zone :

La liste des cultures envisagées dans notre scénario est présentée dans le tableau suivant :

Tableau III-13 : Gamme de cultures proposées à la zone d'étude.

Cultures		Surface en (%)	Surface en (ha)
Céréaliculture	Blé	35	70
	Orge en vert		
Cultures fourragères	Avoine	10	20
Maraichage	Pomme de terre saison	35	70
	Tomate		
	Oignon vert		
	Carotte		
	Choux		
Cultures arboricoles à noyaux	Pommier (pleine production)	20	40
	Olivier (pleine production)		
		100 %	200 ha

III.6.2.5.2 Rotation et assolements :

La pratique des assolements vise principalement à maximiser les revenus et à réduire les risques de variation de la fertilité du sol d'une année à l'autre. Elle permet de combiner et d'associer les principales catégories de cultures, telles que les cultures maraîchères, l'arboriculture, la céréaliculture et les cultures fourragères, en fonction de la taille des exploitations, des ressources financières, des capacités techniques et de la gestion des agriculteurs.

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau suivant :

Tableau III-14 : Les assolements proposés.

Assolement 1	Assolement 2
Blé – Avoine	Orge en vert
Blé	Oignon vert
Oignon vert	Tomate
Pomme de terre (S)	Choux
Tomate	Pomme de terre (S)
Choux	Carotte
Arboriculture : Olivier, pommier.	Arboriculture : Olivier, pommier.

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

III.6.2.5.3 Calendrier d'occupation des sols :

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles culturels retenus pour le projet, est tracée dans le calendrier ci-dessous :

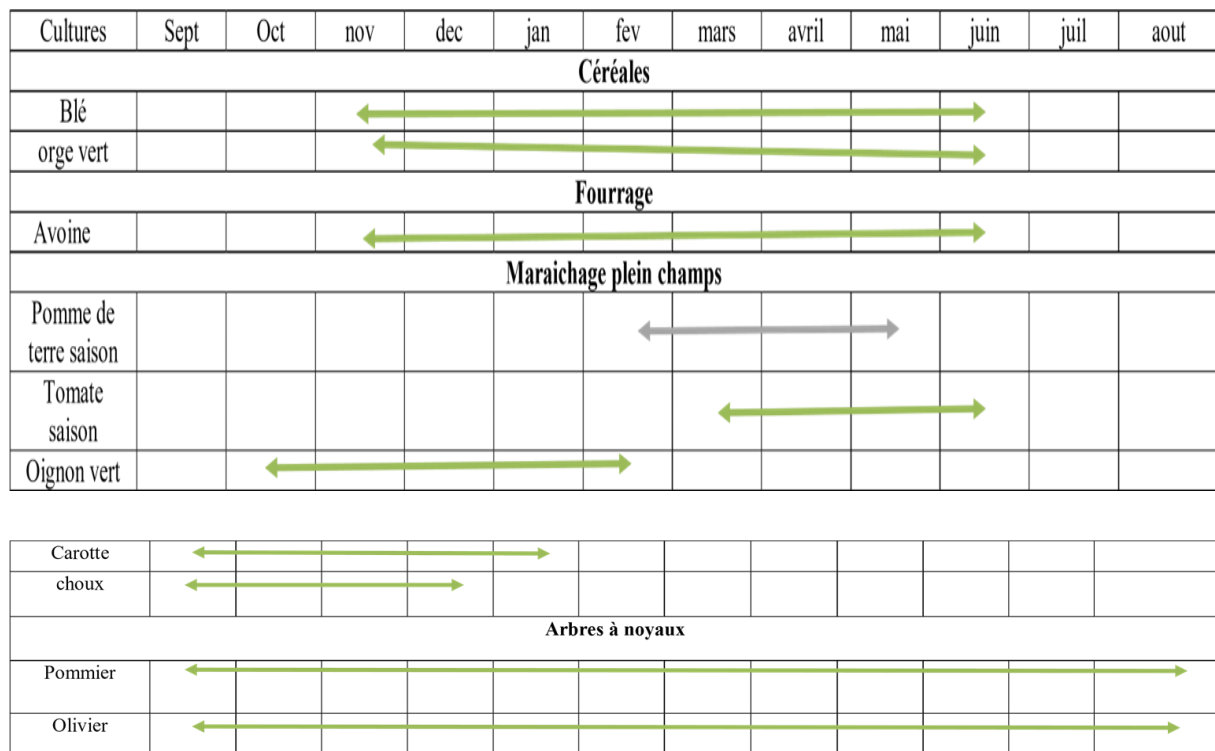


Figure III-3 : Calendrier d'occupation des sols.

III.6.2.6 Estimation des besoins en eau des cultures choisies :

Pour chaque culture, les besoins sont calculés en fonction de son stade de développement :

Tableau III-15 : Estimation des besoins en eau de l'orge en vert.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM	B(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	-	-	-	-	-	-
Octobre	34,13	27,30	76,89	-	-	-	-	-	-
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,30	28,00	14	0,30	11. 352	-
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,50	46,67	46,67	0,30	7.455	-
Janvier	35,03	28,02	28,66	0,50	46,67	46,67	0,50	14.33	-
Février	29,18	23,34	41,97	0,60	56,00	56,00	0,50	20.985	-
Mars	33,53	26,82	66,18	0,60	56,00	56	1,00	66.18	-
Avril	33,90	27,12	92,01	0,60	56,00	28	1,15	105.8155	50.69
Mai	37,28	29,82	129,85	0,70	65,33	21.77	1,00	129.85	78.26
Juin	22,35	17,88	168,37	-	-	-	-	-	-
Juillet	13,43	10,74	205,66	-	-	-	-	-	-
Août	9,90	7,92	188,9	-	-	-	-	-	-

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau III-16 : Estimation des besoins en eau de l'oignon.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM	B(mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	-	-	-	-	-	-
Octobre	34,13	27,30	76,89	0,40	37,33	0	0,50	38,445	11.14
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,40	37,33	18.66	0,75	28,38	0
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,40	37,33	37,33	0,95	23,6075	0
Janvier	35,03	28,02	28,66	0,40	37,33	37,33	0,95	27,227	0
Février	29,18	23,34	41,97	0,40	37,33	37,33	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	-	-	-	-	-	-

Tableau III-17 : Estimation des besoins en eau du blé et de l'avoine.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	-	-	-	-	-	-
Octobre	34,13	27,30	76,89	-	-	-	-	-	-
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,30	28,00	14	0,40	15.136	-
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,50	46,67	46.67	0,70	17.392	-
Janvier	35,03	28,02	28,66	0,50	46,67	46,67	0,85	24.361	-
Février	29,18	23,34	41,97	0,60	56,00	56,00	0,95	39.8715	-
Mars	33,53	26,82	66,18	0,60	56,00	56,00	1,05	69.489	-
Avril	33,90	27,12	92,01	0,60	56,00	28	1,05	96.489	13.37
Mai	37,28	29,82	129,85	0,60	56,00	28	0,80	103.88	46
Juin	22,35	17,88	168,37	0,60	56,00	0,00	0,75	126.2775	108.4
Juillet	13,43	10,74	205,66	-	-	-	-	-	-
Août	9,90	7,92	188,9	-	-	-	-	-	-

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau III-18 : Estimation des besoins en eau de la tomate.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	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	0,70	65,33	65,33	0,50	33,09	-
Avril	33,90	27,12	92,01	0,90	84,00	42	0,85	78,2085	9.08
Mai	37,28	29,82	129,85	1,20	112,00	37,34	1,15	149,3275	82.17
Juin	22,35	17,88	168,37	1,20	112,00	0,00	0,90	151,533	133.65
Juillet	13,43	10,74	205,66	-	0,00	-	-	-	-
Août	9,90	7,92	188,9	-	0,00	-	-	-	-

Tableau III-19 : Estimation des besoins en eau de la pomme de terre saison.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (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	0,40	37,33	37,33	0,50	20,985	-
Mars	33,53	26,82	66,18	0,60	56,00	37,33	0,75	49,635	-
Avril	33,90	27,12	92,01	0,60	56,00	28	1,05	96,6105	41.49
Mai	37,28	29,82	129,85	0,60	56,00	28	0,75	97,3875	39.56
Juin	22,35	17,88	168,37	-	-	-	-	-	-
Juillet	13,43	10,74	205,66	-	-	-	-	-	-
Août	9,90	7,92	188,9	-	-	-	-	-	-

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau III-20 : Estimation des besoins en eau des carottes.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	0,30	28,00	0,00	0,42	42,0714	15.49
Octobre	34,13	27,30	76,89	0,40	37,33	18.66	0,70	53,823	7.86
Novembre	30,08	24,06	37,84	-	-	-	-	30,6504	-
Décembre	34,65	27,72	24,85	-	-	-	-	19,1345	-
Janvier	35,03	28,02	28,66	-	-	-	-	16,3362	-
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	-	-	-	-	-	-

Tableau III-21 : Estimation des besoins en eau des choux.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	0,30	28,00	0,00	0,50	50,085	23.5
Octobre	34,13	27,30	76,89	0,40	37,33	18.66	0,70	53,823	7.86
Novembre	30,08	24,06	37,84	0,50	46,67	18.66	0,95	35,948	-
Décembre	34,65	27,72	24,85	0,60	56,00	15,56	0,80	19,88	-
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	-	-	-	-	-	-

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau III-22 : Estimation des besoins en eau de l'olivier.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	1,50	140,00	0,00	0,85	85,14	58.56
Octobre	34,13	27,30	76,89	1,50	140,00	70	0,85	65,35	-
Novembre	30,08	24,06	37,84	1,50	140,00	70	0,75	28,38	-
Décembre	34,65	27,72	24,85	1,50	140,00	140	0,65	16,15	-
Janvier	35,03	28,02	28,66	1,50	140,00	140	0,65	18,62	-
Février	29,18	23,34	41,97	1,50	140,00	140	0,65	27,28	-
Mars	33,53	26,82	66,18	1,50	140,00	140	0,65	43,02	-
Avril	33,90	27,12	92,01	1,50	140,00	70	0,65	59,81	-
Mai	37,28	29,82	129,85	1,50	140,00	70	0,65	84,40	-
Juin	22,35	17,88	168,37	1,50	140,00	0,00	0,80	134,69	116.81
Juillet	13,43	10,74	205,66	1,50	140,00	0,00	0,90	185,09	174.35
Août	9,90	7,92	188,9	1,50	140,00	0,00	0,90	170,01	162.09

Tableau III-23 : Estimation des besoins en eau du pommier.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	33,23	26,58	100,17	1,50	140,00	0,00	0,70	70,119	43.54
Octobre	34,13	27,30	76,89	1,50	140,00	70	0,70	53,823	-
Novembre	30,08	24,06	37,84	1,50	140,00	70	0,70	26,488	-
Décembre	34,65	27,72	24,85	1,50	140,00	140	0,70	17,395	-
Janvier	35,03	28,02	28,66	1,50	140,00	140	0,70	20,062	-
Février	29,18	23,34	41,97	1,50	140,00	140	0,70	29,37	-
Mars	33,53	26,82	66,18	1,50	140,00	140	0,80	52.94	-
Avril	33,90	27,12	92,01	1,50	140,00	70	0,85	78.20	-
Mai	37,28	29,82	129,85	1,50	140,00	70	0,85	110.37	22.49
Juin	22,35	17,88	168,37	1,50	140,00	0,00	0,70	117.85	99.97
Juillet	13,43	10,74	205,66	1,50	140,00	0,00	0,70	143,962	133.22
Août	9,90	7,92	188,9	1,50	140,00	0,00	0,70	132,23	124.31

III.6.2.7 Calcul des besoins en eau des assolements :

Le calcul des besoins en eau des cultures pour les deux assolements est présenté dans les tableaux ci-dessous. Cela permet d'identifier le mois de pointe, c'est-à-dire le mois où la demande en eau atteint son maximum.

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau III-24 : Besoin en eau de l'assolement 1.

Mois	Blé	Avoine	Oignon	Tomate	Pomme de terre (S)	Choux	Pommier	Olivier	Total
Sep	-	-	-	-	-	-	43.54	58.56	125.6
Oct	-	-	-	-	-	-	-	-	19
Nov	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fév	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avr	13.37	13.37	-	9.08	41.49	-	-	-	77.31
Mai	46	46	-	63.5	39.56	-	22.49	-	217.55
Juin	108.4	108.4	-	133.65	-	-	99.97	116.81	567.23
Juil	-	-	-	-	-	-	133.22	174.35	307.57
Aout	-	-	-	-	-	-	124.31	162.09	286.4

Tableau III-25 : Besoin en eau de l'assolement 2.

Mois	Orge en vert	Tomate	Oignon	Carotte	Pomme de terre (S)	Pommier	Choux	Olivier	Total
Sep	-	-	-	15.49	-	43.54	23.5	58.56	141.09
Oct	-	-	-	7.86	-	-	7.86	-	26.86
Nov	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fév	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avr	50.69	9.08	-	-	-	-	-	-	101.26
Mai	78.26	82.17	-	-	-	22.49	-	-	192.91
Juin	-	133.65	-	-	-	99.97	-	116.81	350.43
Juil	-	-	-	-	-	133.22	-	174.35	307.57
Aout	-	-	-	-	-	124.31	-	162.09	286.4

III.6.2.8 Calcul des débits spécifiques :

Les débits spécifiques sont calculés en fonction des besoins en eau de chaque culture, évalués au préalable à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage pour la consommation maximale est exprimée en débit constant, fourni en continu 24 heures sur 24, pour couvrir les besoins mensuels. Les débits spécifiques sont déterminés à l'aide de la formule suivante :

$$q = \frac{Bm \times 10 \times 1000}{T \times t \times 3600 \times K} = (l/s/ha) \quad \dots\dots(III.11)$$

- ✓ **Bm** : 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'efficacité globale du système d'irrigation ≈ 0.75 .

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET BESOINS EN EAU DES CULTURES

$$q = \frac{567.33 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = 2.91 \left(\frac{l}{s \cdot ha} \right)$$

Les besoins en eau sont calculés en se basant sur la culture la plus exigeante, qui est l'Assolement 1. C'est pourquoi les besoins en pointe correspondent au mois de juin :

$$B_{net} = 567,23 \text{ mm.}$$

$$Q_s = 2,91 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$$

Si le débit spécifique obtenu dépasse 1,5, il existe un risque de dimensionner excessivement les conduites de refoulement ou gravitaires.

Afin de résoudre ce problème, nous avons trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Calculer la moyenne des débits spécifiques de toutes les cultures.
- Tenir compte de la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes.
- Opter pour le débit spécifique de la culture la plus exigeante pendant le mois de pointe.

Dans notre cas, nous choisissons le débit spécifique de la culture la plus exigeante, qui est celle des oliviers au mois de Juillet.

$B_{net} = 174,35 \text{ mm}$, donc le débit spécifique corrigé et de $q_s = 0.896 \text{ l/s/ha}$.

III.6.2.9 Calcul du débit caractéristique :

C'est le débit maximum en rapport à la pression de service dans le réseau d'irrigation. Il est égal à :

$$Q \text{ caractéristique} = Q_{sp} \times \text{surface} \dots \dots (III.12)$$

La surface totale est égale à : **200 ha**

D'où : $Q \text{ caractéristique} = 0.896 \times 200 = 179.2 \text{ l/s}$

III.6.2.10 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 :

Tableau III-26 : Les besoins totaux du périmètre.

Les cultures	La surface de la Culture (ha)	Besoins nets (mm)	Efficiencie	Besoins bruts de la culture m ³ /ha	Les volumes des besoins en eau en m ³
Blé	70	167.77	0.75	2236.94	156585,8
Avoine	20	167.77	0.75	2236.94	44738,8
Oignon	20	11.4	0.75	152	3040
Choux	20	31.36	0.75	418.13	8362,6
Tomate	15	224.9	0.75	2998.67	44980
Pomme de terre (S)	15	81.05	0.75	1080.66	16209,9
Olivier	20	511.81	0.75	6824.13	136482,6
Pommier	20	423.53	0.75	5647.06	112941,2

On remarque que le volume total des besoins en eau de notre périmètre est : 523340,9 m³, ce volume peut être déduit du barrage de Draa Diss.

III.7 Conclusion :

Le volume d'eau nécessaire pour irriguer la surface d'étude est de 523340,9 m³, prélevé à partir du barrage Draa Diss, qui a une capacité totale de 151 M de m³.

Ces résultats montrent que la capacité du barrage est largement suffisante pour couvrir les besoins d'irrigation de la surface d'étude.



CHAPITRE IV : ADDUCTION

IV.1 Introduction :

Le développement de ces réseaux de distribution, via des conduites sous pression, est principalement motivé par la nécessité de rationaliser l'utilisation de l'eau et, en particulier, de généraliser les méthodes d'irrigation modernes à la demande. C'est dans ce cadre que ce chapitre se concentre sur l'élaboration de la méthodologie pour optimiser le réseau de distribution d'irrigation sous pression, présentée ci-après.

IV.2 Shéma d'aménagement retenu :

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 (43 m entre 1138m et 1090m).

Le premier, nommé étage bas, dessert la zone située entre 900 et 940 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 1034 m, il sera donc placé sur la colline en rive gauche de l'oued Medjez, au dessus de la route.

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 et considérée pour les régimes transitoires), le niveau du régulateur est donc de 1071 m, c'est-à-dire qu'il sera au pied du barrage de Draa Diss à la sortie de la conduite IRR du barrage.

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 PN 16 (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 :

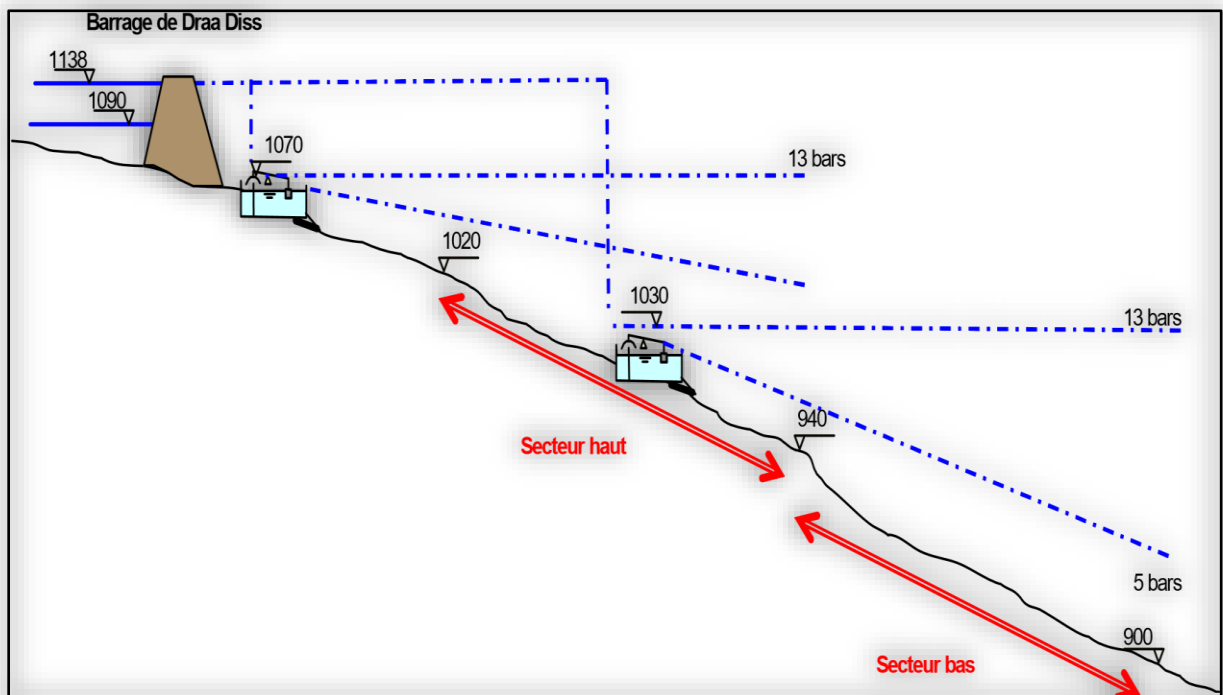


Figure IV-1 : Shéma d'aménagement retenu.

Au niveau du périmètre on cherche à garantir une pression aval borne de 4 bars sur la totalité de la surface pour permettre une irrigation par aspersion des îlots. La pression requise à l'amont

CHAPITRE IV : ADDUCTION

des bornes en tenant compte des pertes de charge (vanne, compteur, limiteur de débit, réducteur de pression) est alors de 5 bars, Seules quelques bornes hautes et très éloignées ont une pression légèrement inférieure. L'utilisation d'enrouleurs est ainsi possible seulement dans certaines zones.

Par ailleurs, l'agglomération d'El Eulma constitue une frontière entre l'Est et l'Ouest, son contournement sera concrétisé par la construction de branches Est et Ouest distinctes.

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 4017,50 ha, il se développe au nord de la voie ferrée à l'ouest d'El Eulma.
- **Secteur 2** : sa superficie est de 3693,93 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** : il domine par sa superficie 8533,84 ha et englobe les terres situées au dessous de la courbe 940. Ce secteur est divisé en un secteur Est de 5350,5 ha et un secteur Ouest de 3183,34 ha.
- **Secteur 4** : il se développe au nord du secteur 3, à l'Est de la ville d'El Eulma sur une superficie de 3981,1 ha.

La surface totale équipée est donc de 20233,66 ha, pour 2000 ha irrigués.

La figure suivante montre le découpage en secteurs obtenu.

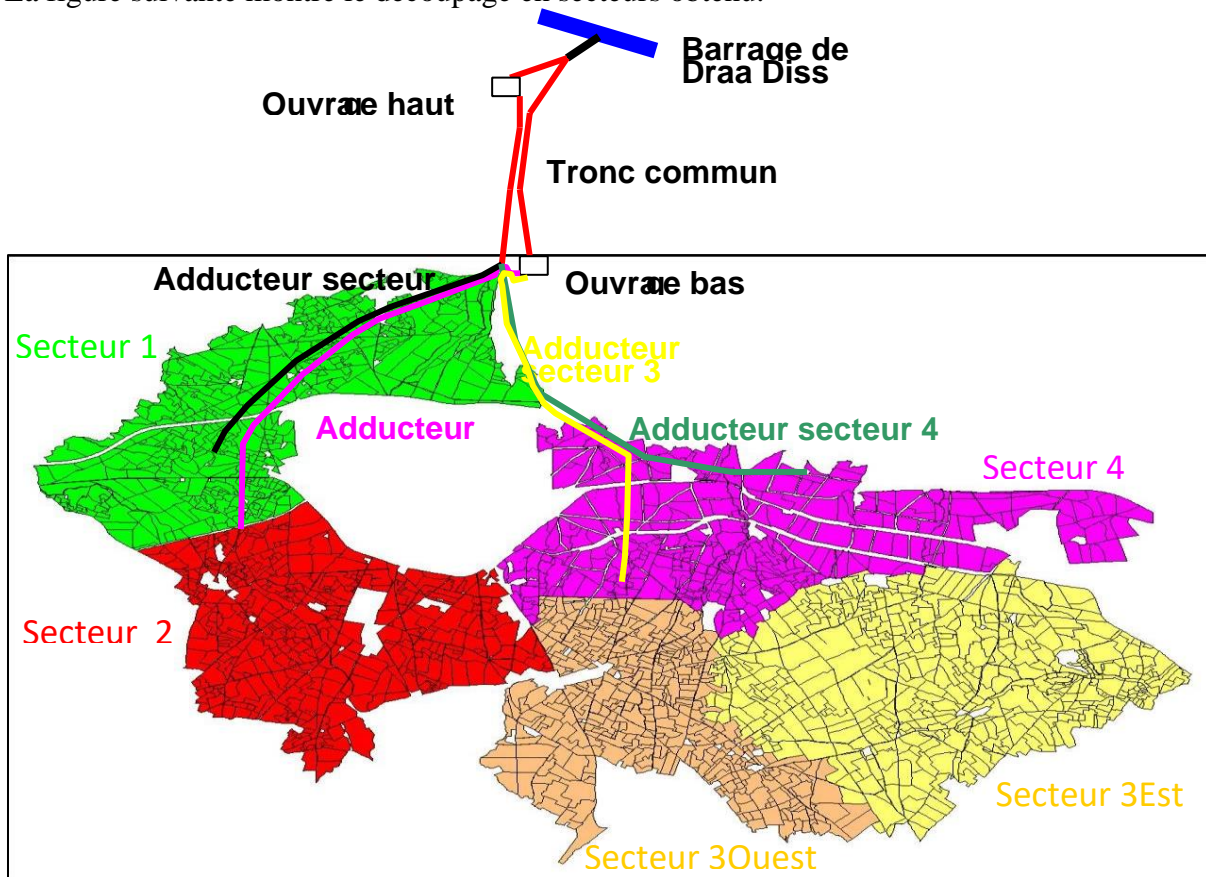


Figure IV-2 : Schéma de la variante retenue.

CHAPITRE IV : ADDUCTION

IV.2.1 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 et la surface totale est de 200 ha.

IV.3 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.

IV.3.1 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.

La borne assure quatre fonctions :

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

IV.3.2 Calcul hydraulique aux bornes :

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

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

Avec :

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

IV.3.3 Choix du diamètre et du type des bornes :

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

- Pour les ilots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 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 IV-1 : Type de bornes en fonction de superficies 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 $\Phi 150$

Onid alger

Tableau IV-2 : Les diamètres des bornes en fonction des débits.

N° De borne	Ilots	Surface (ha)	Qsp (l/s/ha)	Q(l/s) de borne	Type de la borne	Diamètre mm
1	1	17,06	0.896	15,28	A4	100
2	2	15,12		13,54	A4	100
3	3	16,10		14,42	A4	100
4	4	15,2		13,61	A4	100
5	5	19,19		17,19	A4	100
6	6	15,4		13,79	A4	100
7	7	5,11		4,57	A2	65
8	8	7,27		6,51	A2	65
9	9	24,01		21,51	A4	100
10	10	15,51		13,89	A4	100
11	11	19,64		17,59	A4	100
12	12	12,3		11,02	A2	65
13	13	18,09		16,2	A2	65

IV.4 Description de l'aménagement du périmètre :

IV.4.1 Schéma d'adduction :

L'eau du système d'irrigation d'el Eulma sera fournie par le barrage de draa diss situé à 11 km au nord du côté du périmètre. Ce barrage a une capacité utile d'exploitation de 137 Mm^3 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 de 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).

IV.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.

CHAPITRE IV : ADDUCTION

IV.4.3 Dimensionnement du réservoir de distribution :

Le volume du réservoir est calculé comme suit :

$$V = Q \cdot T_f \dots\dots\dots(\text{IV.2})$$

Q : est le besoin maximum journalier = 179.2 l/s = 645.12 m³/h

T_f: 2h

$$V = 645.12 \times 2 = 1290.4 \text{ m}^3$$

Le bassin ou réservoir projeté est prévu rectangulaire en béton armé situé à une cote de 1030 m.

Les dimensions du réservoir sont comme suit :

- Hauteur et 4m.
- Longueur et 20 m.
- Largeur et 17 m.

IV.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 calcule la charge disponible de dimensionnement entre le réservoir et le point d'entrée du réseau et on calcule le diamètre ensuite on normalise.

- **La vitesse admissible :**

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s et 2.5 m/s. Dans notre étude, on prend la vitesse admissible dans la conduite égale à 1.25 m/s.

- **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 " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise :

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

Avec :

- ✓ **Q** : débit, exprimé en m³/s.
- ✓ **D**: diamètre exprimé en mm.
- ✓ **V** : vitesse économique de l'ordre de 1.25 m/s.

- **Calcul des pertes de charges :**

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

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

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

CHAPITRE IV : ADDUCTION

• Calcul des Pression :

Par l'équation de Bernoulli :

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \Delta H \quad \dots\dots\dots(\text{IV.5})$$

- ✓ **Z** : La côte.
- ✓ $\frac{P_1}{\rho g}$: La hauteur représentative de la pression .
- ✓ $\frac{v_1^2}{2g}$: La hauteur représentative de la vitesse .
- ✓ **ΔH** : Les pertes de charges.

IV.5.1 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.

IV.5.2 Caractéristiques des canalisations :

a) Conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- ✓ coût relativement important.

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.

Leur inconvénient est :

- ✓ le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

c) Choix du matériau :

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

- ✓ Fonte pour les conduites de 400 à 1800 mm.
- ✓ PEHD pour les conduites de diamètre inférieurs à 400 mm.

d) 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.

CHAPITRE IV : ADDUCTION

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 :

CHAPITRE IV : ADDUCTION

Tableau IV-3 : Résultats de calcul de dimensionnement du réseau de distribution (vitesse, perte de charge et pressions).

N° du tronçon	longueur (m)	Superficie (ha)	Débit (l/s)	Diamètre calculé (mm)	Dnormalisé (mm)	Matériau PN10	Vitesse (m/s)	P.d.c total(m)	cote terrain aval	cote piézomé aval	Pression en bars
R-N1	3001,4	200,00	179,2	390,0182	500	PEHD	0,913	5,192475058	1030,01	1120	9,001
N1-B1	60,62	17,06	15,28576	113,9093	125	PEHD	1,608	1,750594755	939,04	990,17	5,113
N1-N2	145,20	182,94	163,91424	373,0132	400	PEHD	1,304	0,550365245	936,36	984,70	4,834
N2-B2	56,32	15,12	13,54752	107,2373	110	PEHD	1,426	1,13378593	932,52	976,65	4,413
N2-N3	310,16	167,82	150,36672	357,266	400	PEHD	1,197	1,002040027	930,10	974,86	4,476
N3-B3	69,59	16,10	14,4256	110,658	125	PEHD	1,176	0,84441798	928,13	968,01	3,988
N3-N4	146,77	151,72	135,94112	339,6966	350	PEHD	1,413	0,753768741	926,41	967,87	4,146
N4-B4	84,12	15,2	13,6192	107,5206	110	PEHD	1,433	1,710062914	924,88	965,41	4,053
N4-N5	141,64	136,52	122,32192	322,2315	350	PEHD	1,271	0,598244794	922,19	963,86	4,167
N5-B5	156,09	19,19	17,19424	120,8112	125	PEHD	1,401	2,621796908	919,66	962,15	4,249
N5-N6	353,15	117,33	105,12768	298,7269	350	PEHD	1,093	1,126715606	917,74	956,98	3,924
N6-B6	70,27	15,4	13,7984	108,2256	110	PEHD	1,452	1,463513821	915,91	955,07	3,916
N6-N7	126,10	101,93	91,32928	278,4331	280	PEHD	1,483	0,919076579	914,43	957,46	4,303
N7-B7	85,61	5,11	4,57856	62,34194	63	PEHD	1,469	3,488609866	912,25	952,66	4,041
N7-N8	179,07	96,82	86,75072	271,3641	280	PEHD	1,409	1,186564696	910,20	948,22	3,802
N8-B8	61,39	7,27	6,51392	74,3596	75	PEHD	1,474	2,056041545	909,30	947,84	3,854
N8-N9	73,37	89,55	80,2368	260,9772	280	PEHD	1,303	0,42073172	907,12	946,10	3,898
N9-B9	50,14	24,01	21,51296	135,1344	140	PEHD	1,398	0,734425847	906,51	944,54	3,803
N9-N10	168,91	65,54	58,72384	223,2662	250	PEHD	1,196	0,94357911	904,31	943,63	3,932
N10-B10	166,60	15,51	13,89696	108,6115	110	PEHD	1,462	4,033040469	903,36	941,56	3,820
N10-N11	115,06	50,03	44,82688	195,0676	200	PEHD	1,427	1,325592665	901,69	939,29	3,760
N11-B11	83,43	19,64	17,59744	122,2195	125	PEHD	1,434	1,678013373	898,13	930,54	3,241

CHAPITRE IV : ADDUCTION

N11-N12	201,39	30,39	27,22944	152,0321	160	PEHD	1,354	2,732233129	896,07	924,78	2,871
N12-B12	69,01	12,3	11,0208	96,72136	110	PEHD	1,160	0,947883129	894,04	924,20	3,016
N12-N13	199,93	18,09	16,20864	117,2976	125	PEHD	1,321	3,010393759	891,01	917,93	2,692
N13-B13	68,14	18,09	16,20864	117,2976	125	PEHD	1,321	1,026000254	890,31	917,23	2,692

IV.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons analysé le système d'adduction pour les plaines de l'eulma . Le périmètre étudié est divisé en treize ilots, chacun équipé d'une borne. Le réseau d'adduction prévu comprend une conduite gravitaire acheminant l'eau vers un réservoir, qui alimentera ensuite les parcelles. Cette phase de calcul a permis de :

- Concevoir le réseau de distribution reliant le réservoir aux bornes d'irrigation, à travers des canalisations en PEHD PN10. Vérifier les pressions aux bornes, ce qui est crucial pour la conception d'un réseau d'irrigation. Cela garantit la possibilité d'utiliser divers systèmes d'irrigation, même les plus exigeants en pression, comme le goutte-à-goutte, et de diversifier les cultures pour optimiser les rendements.



CHAPITRE V : SYSTEME D'IRRIGATION

V.1 Introduction :

Peu importe la source d'eau ou son mode de transport (canal ou pipeline), le défi principal réside dans le choix d'une méthode efficace pour distribuer l'eau dans le sol, de manière à ce que les plantes en bénéficient pleinement.

V.2 Différents systèmes d'irrigation :

Les différentes techniques d'irrigation rencontrées dans le monde peuvent être simplifiées pour(3) Principaux types :

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

V.2.1 L'irrigation gravitaire :

La technologie requiert une grande quantité d'eau par unité de surface. Le processus consiste en une distribution d'eau qui utilise la pente du terrain. Cette méthode est ensuite subdivisée en :

V.2.1.1 Irrigation par ruissellement :

La méthode consiste à faire couler de l'eau à la surface du sol pour qu'elle s'infiltré en profondeur. Il est important de laisser l'eau s'écouler suffisamment longtemps pour humidifier le sol jusqu'à la profondeur de la couche active.

V.2.1.1.1 Avantages de l'irrigation par ruissellement :

- ✓ Investissement en équipement faible.
- ✓ Pas de frais liés à l'eau sous pression.
- ✓ Possibilité de lessivage sans risque d'érosion.
- ✓ Matériel d'irrigation relativement simple.

V.2.1.1.2 Inconvénients de l'irrigation par ruissellement :

- ✓ Durée d'arrosage prolongée.
- ✓ Nécessité de nivellement et d'entretien régulier.
- ✓ Perte d'eau significative.



Figure V-1 : Irrigation par planche de ruissellement.

CHAPITRE V : SYSTEME D'IRRIGATION

V.2.1.2 L'irrigation par submersion :

L'irrigation par submersion consiste à recouvrir le sol d'une épaisse couche d'eau pendant un certain temps, permettant ainsi son infiltration jusqu'à la profondeur requise pour satisfaire les besoins en croissance des plantes. Cette méthode est particulièrement adaptée aux terrains perméables et avec une pente inférieure à 2 %.

V.2.1.2.1 Avantages de l'irrigation par submersion :

- ✓ Élimination des mauvaises herbes (adventices).
- ✓ Protection contre le gel.

V.2.1.2.2 Inconvénients de l'irrigation par submersion :

- ✓ Tassement du sol.
- ✓ Réduction de la porosité, ce qui diminue la perméabilité du sol.
- ✓ Besoin de mesures d'assainissement pour gérer l'eau stagnante.
- ✓ Insuffisance d'aération du sol.



Figure V-2 : Irrigation par submersion.

V.2.1.3 L'irrigation par infiltration :

L'irrigation par infiltration consiste à diriger l'eau vers des fossés, des rigoles ou des raies, où elle s'infiltre latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

V.2.1.3.1 Avantages de l'irrigation par infiltration :

- ✓ Pas de risque d'érosion ni de formation de croûtes à la surface du sol.
- ✓ Accès facile au terrain pour les opérations d'irrigation.

V.2.1.3.2 Inconvénients de l'irrigation par infiltration :

- ✓ Perte d'eau significative en raison de l'infiltration profonde.
- ✓ Nécessité d'une main-d'œuvre importante pour diriger l'eau vers les rigoles et éviter les excès d'infiltration.

CHAPITRE V : SYSTEME D'IRRIGATION

V.2.2 L'irrigation goutte à goutte :

L'irrigation goutte-à-goutte consiste à distribuer l'eau à la surface du sol à l'aide de goutteurs, qui délivrent un faible débit sur une longue durée.

V.2.2.1 Avantages de l'irrigation goutte à goutte :

- ✓ Économie d'eau considérable.
- ✓ Réduction de la main-d'œuvre nécessaire grâce à un système fixe.
- ✓ Moins sensible aux vents forts.
- ✓ -Permet une fertilisation régulière.
- ✓ Maintient une humidité élevée autour des racines.
- ✓ Convient à l'irrigation de terrains accidentés.

V.2.2.2 Inconvénients de l'irrigation goutte à goutte :

- ✓ Risque d'obstruction des goutteurs.
- ✓ Possibilité de salinisation du sol.
- ✓ Nécessite du personnel qualifié.
- ✓ Coût initial élevé.
- ✓ -Difficulté à contrôler les goutteurs.
- ✓ Limitation du développement racinaire des cultures.



Figure V-3 : Irrigation goutte à goutte.

V.2.3 L'irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion consiste à fournir de l'eau aux cultures sous forme de pluies artificielles, générées par des appareils appelés asperseurs, qui sont alimentés en eau sous pression.

V.2.3.1 Avantages de l'irrigation par aspersion :

- ✓ Aucune préparation préalable de la surface à irriguer n'est nécessaire.
- ✓ Offre des conditions d'arrosage simples pour les exploitants.

CHAPITRE V : SYSTEME D'IRRIGATION

- ✓ Requier moins de main-d'œuvre.
- ✓ Peut-être automatisée.

V.2.3.2 Inconvénients de l'irrigation par aspersion :

- ✓ Coût élevé des investissements initiaux.
- ✓ Favorise l'évapotranspiration durant les périodes sèches.
- ✓ L'uniformité de l'arrosage peut se détériorer en cas de vents supérieurs à 4 à 5 m/s.



Figure V-3 : Irrigation par aspersion.

V.3 Choix de la technique d'irrigation appropriée :

Le choix de la technique d'irrigation appropriée repose sur l'analyse de divers critères et contraintes, notamment :

- ✓ La topographie du terrain (pente, relief, géométrie de la parcelle, etc.)
- ✓ Les ressources en eau disponibles (quantité, qualité, débit et pression).
- ✓ Le type de cultures à irriguer.
- ✓ La nature du sol (perméabilité).
- ✓ Les facteurs socioculturels.
- ✓ Les considérations économiques.

V.4 Description d'un réseau d'irrigation goutte à goutte :

Dans notre étude, nous nous focalisons sur la technique d'irrigation localisée, également connue sous les noms de micro-irrigation ou goutte-à-goutte. À l'échelle internationale, cette technique est désignée par différents termes.

- ❖ **Micro-irrigation** : Ce terme a été adopté lors de la Conférence Internationale sur l'Irrigation et le Drainage (CIID) à Téhéran en 1976. Il a été choisi pour décrire cette technique en raison de l'utilisation de débits très faibles, contrairement aux méthodes traditionnelles d'irrigation telles que l'aspersion et l'irrigation de surface.
- ❖ **Irrigation goutte à goutte** : Certains auteurs préfèrent utiliser ce terme pour souligner l'emploi spécifique d'un dispositif appelé goutteur dans cette technique.

CHAPITRE V : SYSTEME D'IRRIGATION

- ❖ **Irrigation localisée** : Ce terme a été adopté par des organisations comme la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) en 1976. Il souligne que l'eau est délivrée directement à proximité immédiate des plantes. Nous utiliserons ce terme tout au long de notre discussion.

V.4.1 Critères de choix de la méthode de micro-irrigation :

Les conditions favorables à l'utilisation de la micro-irrigation peuvent être résumées comme suit (Vermeiren, 1983) :

- ✓ Coût élevé de l'eau ou rareté des ressources en eau.
- ✓ Terrain avec une forte pente ou accidenté.
- ✓ Pénurie de main-d'œuvre et coût élevé de celle-ci.
- ✓ Mauvaise qualité de l'eau, comme une salinité élevée ou la présence d'autres impuretés.

V.4.2 Champs d'application de la micro-irrigation :

La micro-irrigation est couramment employée dans les domaines suivants :

- ✓ Cultures fruitières : européennes, méditerranéennes et tropicales, sans restriction particulière.
- ✓ Cultures maraîchères et florales en plein champ : qu'elles soient en plein champ ou sous tunnels en plastique.
- ✓ Cultures arbustives en pots.
- ✓ Grandes cultures : coton, canne à sucre, maïs, betteraves sucrières, tabac, bananiers, etc.

V.4.3 Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte :

Pour installer un système d'irrigation goutte-à-goutte, chaque parcelle doit être dotée d'un réseau comprenant une unité de tête, qui est l'élément central du système d'irrigation localisée. L'unité de tête assure la fourniture d'eau propre, éventuellement traitée chimiquement, sous une pression régulée, et sa distribution à tous les secteurs à irriguer. Reliée au point d'approvisionnement en eau, cette unité de tête comprend généralement les éléments suivants :

- ✓ Groupe de pompage.
- ✓ Vanne.
- ✓ Filtre à sable.
- ✓ Débitmètre : pour contrôler et ajuster le débit en fonction des besoins.
- ✓ Régulateur de pression : pour maintenir une pression constante.
- ✓ Porte-rampes d'arrosage.
- ✓ Conduites principales enterrées.
- ✓ Rampes équipées de goutteurs espacés selon le schéma de plantation des cultures.

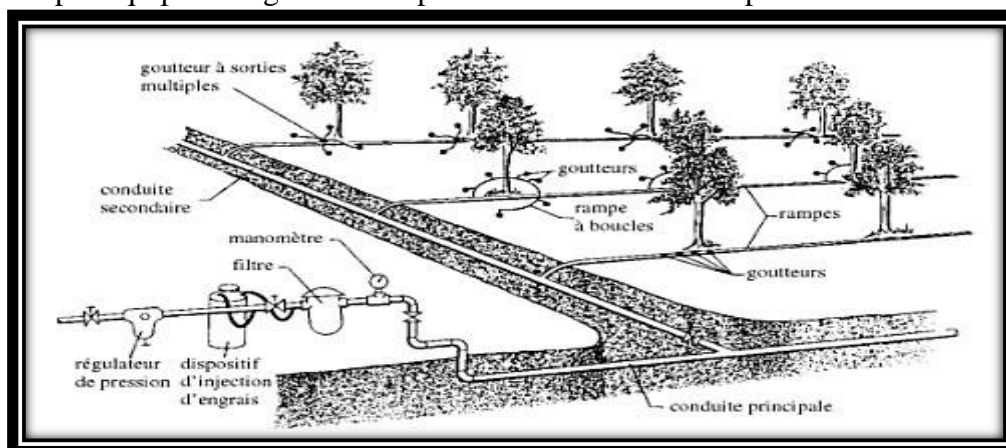


Figure V-4 : Partie essentielle d'un réseau de micro-irrigation (Vermeiren et al 1983).

CHAPITRE V : SYSTEME D'IRRIGATION

V.4.3.1 Groupe de pompage :

Le groupe de pompage est installé à la sortie du bassin d'accumulation. Il peut être de deux types :

V.4.3.2 Filtre à sable :

Le filtre à sable est un réservoir sous pression rempli d'une épaisse couche de sable calibré. Il a pour fonction d'éliminer les particules solides en suspension dans l'eau, y compris les éléments organiques. Le sable peut être soit roulé, soit concassé. L'utilisation de sable roulé avec une granulométrie uniforme permet une filtration plus homogène. Pour assurer un fonctionnement optimal, le filtre doit être capable de retenir les particules dont la taille est supérieure à 1/7 de la plus petite dimension du passage de l'eau dans le distributeur.

V.4.3.3 Filtre à tamis :

Le filtre à tamis est un réservoir sous pression équipé d'un tamis en plastique ou en acier inoxydable. Les mailles de ce tamis ont généralement une taille comprise entre 80 et 150 μ . Les particules dont les dimensions excèdent celles des mailles sont retenues par le tamis.

V.4.3.4 Régulateur de pression :

Le régulateur de pression est utilisé pour maintenir une pression constante à la tête du réseau et dans la conduite principale.

V.4.3.5 Les goutteurs :

Les goutteurs sont des dispositifs qui délivrent l'eau directement à la surface du sol de manière ciblée. Leur fonction est de fournir un débit faible, généralement de quelques litres par heure. L'eau, sous pression, entre dans les goutteurs, où la pression est réduite, et est évacuée à l'extérieur à pression nulle. En règle générale, chaque arbre est équipé de deux goutteurs, chacun ayant un débit de 4 l/h.

V.4.3.6 Les distributeurs :

En irrigation localisée, l'eau est acheminée le long des rangées de cultures et distribuée à proximité des plantes. On utilise différents types de distributeurs :

- ✓ Distributeurs ponctuels : Ce sont les goutteurs qui délivrent l'eau directement au sol de manière localisée.
- ✓ Distributeurs en diffusion : Également appelés mini-diffuseurs, ces dispositifs répartissent l'eau sous forme de fines gouttelettes sur une petite zone.
- ✓ Distributeurs linéaires : Ce sont des gaines perforées qui libèrent l'eau le long de la ligne d'irrigation.

V.4.3.7 Les rampes et les porte-rampes :

Les rampes et les porte-rampes sont des composants essentiels pour la distribution de l'eau dans les systèmes d'irrigation localisée. Les conduites en plastique utilisées pour l'irrigation peuvent être fabriquées à partir de divers matériaux, tels que :

- ✓ Chlorure de polyvinyle (PVC).
- ✓ Polyéthylène (PE), en basse densité (PEBD) ou en haute densité (PEHD).
- ✓ Polypropylène (PP).
- ✓ Acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS).

Parmi ces matériaux, le PEBD et le PEHD sont les plus couramment employés en irrigation localisée en raison de leur résistance à la pression. Le PVC est une option économique pour les gros diamètres, tandis que le PE, bien que moins résistant, est utilisé pour les petits diamètres, notamment pour les rampes et parfois les porte-rampes.

a. Les rampes :

Les rampes sont généralement fabriquées en tuyaux de polyéthylène (PE) de basse densité (PEBD). Ce matériau est sélectionné pour sa flexibilité et sa résistance relativement bonne aux rayons du soleil, ce qui est crucial car les rampes sont installées à la surface du sol.

Les diamètres intérieurs des tuyaux de rampe varient de 5 à 25 mm, les dimensions les plus courantes étant de 10, 12, 15 et 16 mm. L'épaisseur des parois des tuyaux est généralement de 3 à 4 mm, en fonction de la pression de l'eau (une pression plus élevée nécessite des parois plus épaisses pour réduire le risque de fissuration). Il est important de manipuler et de déployer les tuyaux avec soin, car ils sont facilement endommagés.

Les fissures longitudinales dans les tuyaux en PE peuvent poser des problèmes, notamment lorsqu'ils sont utilisés avec des raccords cannelés externes. Par exemple, si le diamètre extérieur de la cannelure d'un distributeur en ligne est trop grand par rapport au diamètre du tuyau, cela peut provoquer des fuites et une distribution d'eau inefficace.

b. Les porte-rampes :

Les porte-rampes sont fabriqués en polyéthylène (PE) ou en chlorure de polyvinyle (PVC), avec des diamètres variant de 20 à 80 mm. La majorité d'entre eux ont un diamètre intérieur compris entre 20 et 50 mm. Le choix du diamètre dépend en partie du calcul hydraulique et en partie du type de raccordement aux rampes. Parfois, le diamètre du porte-rampe peut être plus grand que ce qui est strictement nécessaire d'un point de vue hydraulique, notamment si la rampe est simplement insérée dans un trou percé dans la paroi du porte-rampe.

Ce choix peut également être influencé par des considérations pratiques et la facilité d'installation.

V.4.3.8 Les conduites principales :

Les conduites principales en irrigation localisée sont semblables à celles utilisées en irrigation par aspersion traditionnelle, mais elles peuvent être de plus petite taille et fonctionner à des pressions plus faibles en raison des débits et pressions réduits. Dans les petits réseaux, des tuyaux en polyéthylène (PE) peuvent être utilisés, bien que le PVC soit plus couramment employé. Ces conduites relient le bassin d'irrigation au reste du système via des vannes et alimentent les porte-rampes tout au long de leur parcours.

V.5 Conclusion :

En tenant compte des conditions climatiques de la région, de la nature du sol, des exigences des cultures et des ressources en eau disponibles, le choix des techniques d'irrigation par aspersion et par goutte-à-goutte est justifié. Ces deux méthodes présentent plusieurs avantages par rapport à l'irrigation de surface. Ainsi, pour les cultures en rotation, l'irrigation par aspersion est préférable, tandis que pour les agrumes, l'irrigation par goutte-à-goutte constitue la meilleure option.



**CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA
PARCELLE**

VI.1 Introduction :

Le présent chapitre concerne le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion et par réseau goutte à goutte, en considérant les différents paramètres pour atteindre des rendements optimaux en économisant de l'eau, dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment.

Pour ce projet, nous avons choisi l'Olivier comme culture pour dimensionner le réseau goutte à goutte et la Pomme de terre pour le dimensionnement de l'aspersion.

VI.2 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :

VI.2.1 Données générales :

Nous sélectionnons une parcelle de 2 ha appartenant à la zone étudiée parmi la parcelle de 19,19 hectares fournie par la station B°5 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4,24 bars., ce qui est largement suffisant pour alimenter la parcelle.

Culture: Olivier.

Besoin de pointe : 174.35 mm (Juillet).

Organisation du réseau : La forme de la parcelle est presque rectangulaire avec les dimensions suivantes :

- Surface : 2 ha.
- Longueur : 160 m.
- Largeur : 120 m.

Caractéristique du goutteur :

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

VI.2.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

VI.2.2.1 Influence du taux de couverture du sol :

On applique à L'ETM un coefficient de réduction : K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) pour les plantes adultes. K_r peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots\dots (VI.1)$$

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

$$K_r = 0.80$$

$$B_{jl} = B_j \times K_r \dots\dots\dots (VI.2)$$

$$B_{jl} = \left(\frac{174.35}{30}\right) \times 0.8 = 4.65 \text{ mm/j}$$

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

VI.2.2.2 Dose nette pratique :

Détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification (P) du bulbe humide dans la zone racinaire.

La dose (RFU) étant définie par le paramètre (P) :

- ✓ $Dp = (Hcc - Hpf) \cdot Y \cdot Z \cdot da$. $P\% = RFU * P\% \dots\dots (VI.3)$
- ✓ Hcc : (25%), Hpf : (15%) ; Y : (2/3) ; Z : P. racines (1500 mm), da=1.4

P : Pourcentage du sol humidifié.

❖ Calcul du pourcentage d'humidification :

$$P\% = \frac{n \times Spd \times Sh}{Sa \times Sr} \dots\dots\dots(VI.4)$$

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

$$P\% = \frac{2 \times 2 \times 1}{4 \times 4}$$

$$Dp = (0.25 - 0.15) \times 1500 \times 2/3 \times 1.4 \times 0.25 = 35$$

VI.2.2.3 Fréquence et intervalle des arrosages (Fr) :

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

$$Fr = \frac{\text{Dose pratique}}{Bjl} \dots\dots\dots(VI.5)$$

$$Fr = \frac{35}{4.65} = 7.35$$

Donc on prend une fréquence de 7 jour.

VI.2.2.4 Calcul de la dose (brute) :

On recalcule la nouvelle dose brute :

$$Dr = Fr \cdot Bjl \dots\dots\dots(VI.6)$$

$$Dr = 7 \times 4.65 = 32.55 \text{ mm.}$$

$$D_{brute} = \frac{32.55}{Eff \times Cu} \dots\dots\dots(VI.7)$$

Avec :

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

$$D_{brute} = \frac{32.55}{0.9 \times 0.9} = 40.19 \text{ mm.}$$

donc : $D_{brute} = 40.19 \text{ mm.}$

VI.2.2.5 Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\theta = Tf = \frac{D_{brute} \times Sd \times Sr}{n \times Qg} \dots\dots\dots (VI.8)$$

Avec :

- **Sr** Et **Sd** espacement entre rang et distributeur.
- **n** Et **Qg** nombre et débit du goutteur.

$$Tf = \frac{40.19 \times 2 \times 4}{2 \times 4} = 40.19 \text{ h/mois.}$$

- Soit on augmente le débit des goutteurs à 8 l/h donc $\theta = 20$ h/mois.
- Soit on augmente le nombre de goutteurs à 4 goutteurs par arbre.

VI.2.2.6 Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} \dots\dots\dots (VI.9)$$

N = 1 On prend 1 poste.

VI.2.2.7 Surface du poste :

$$S_p = \frac{\text{Surface total}}{\text{Nombre de post}} \dots\dots\dots (VI.10)$$

$$S_p = \frac{2}{1} = 2 \text{ ha.}$$

$$\text{Nombre de goutteurs} = \frac{\text{Surface total}}{Sd \times Sr} \dots\dots\dots (VI.11)$$

$$N_g = \frac{2 \times 10000}{2 \times 4} = 2500 \text{ goutteurs.}$$

VI.2.3 Calculs hydrauliques :

- ✓ S=2 ha.
- ✓ La longueur de la rampe : 120 m.
- ✓ La longueur de la porte rampe : 160m.
- ✓ La longueur de la conduite secondaire : 10m.
- ✓ S irriguée = 1.92 ha.

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10$$

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

VI.2.3.1 La variation maximale de la pression :

La variation maximale de la pression :

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

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = x \frac{\Delta H_{max}}{H(n)} \dots\dots\dots \text{(VI.12)}$$

Avec : $q(g)$: débit nominal du goutteur.

$$\Delta H_{max} = \frac{1}{0.5} = 2mce \dots\dots \text{(VI.13)}$$

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.2 m

Le reste 1.8 ΔH linéaire = 1.8 m.

Donc pour les rampes 2/3. 1.8 = 1.2 m.

Pour la porte rampe = 1/3. 1.8 = 0.6 m.

VI.2.3.2 Dimensionnement des canalisations du réseau :

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEBD ou PEHD.

a. Les rampes :

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

b. Les portes rampes :

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

$$\phi r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VI.14)}$$

$$\phi pr(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots \text{(VI.15)}$$

Avec :

✓ Pdc (r) : la perte de charge dans la rampe.

✓ Q(r) : le débit de la rampe en l/h.

✓ L(r) : la longueur de la rampe en m.

✓ $\phi r(cal)$: le diamètre de rampes.

✓ $\phi pr(cal)$: le diamètre de porte rampe.

a) Pour les rampes : L= 120 m :

1. Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{arbres} = Lr/Ea = 120/2 = 30 \text{ arbres} \dots\dots \text{(IV.16)}$$

2. Nombre des goutteurs par rampe :

$$N_g = N_{arbres} \times 2 = 30 \times 2 = 60 \text{ goutteurs.} \dots\dots\dots \text{(VI.17)}$$

3. Débit de la rampe :

$$Qr = Ng \times Qg = 60 * 4 = 240 \text{ l/h.(VI.18)}$$

4. Diamètre de la rampe :

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

D-rampe= 13.74 mm, Sur le marché on trouve des rampes de **DN = 16 mm.**

5. Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm.

$$P'dc = \frac{0.478 \times L \times D^{-4.75} \times Q^{1.75}}{2.75} = \frac{0.478 \times 120 \times 16^{-4.75} \times 240^{1.75}}{2.75} = 0.58$$

$$P'dc = 0.54 \text{ m} < 1.2 \text{ m} \Rightarrow \text{La condition est vérifiée}$$

b) Pour la porte rampe : L= 160 m :

1. Le nombre des rampes :

$$Nr = Lpr/Ea = 160/4 = 40 \text{ rampes.(VI.19)}$$

2. Débit de porte la rampe :

$$Qpr = Nr \times Qr = 40 * 240 = 9600 \text{ l/h.(VI.20)}$$

3. Diamètre de la porte rampe :

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

D-rampe= 65.75 mm, Sur le marché on trouve des rampes de **DN = 75 mm.**

4. Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm

$$P'dc = \frac{0.478 \times L \times D^{-4.75} \times Q^{1.75}}{2.75} = \frac{0.478 \times 160 \times 75^{-4.75} \times 9600^{1.75}}{2.75} = 0.32$$

$$P'dc = 0.32 \text{ m} < 0.6 \text{ m} \Rightarrow \text{La condition est vérifiée}$$

❖ Pour la conduite tertiaire :

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \text{ (VI.21)}$$

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

Avec :

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

Tableau VI-1 : Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.

Culture	Surface m^2	L(m)	Q (m^3/s)	V supposée (m/s)	D cal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	H cal (m)
Olivier	19200	10	2.67×10^{-3}	1.05	56.91	75	1.17×10^{-5}	0.02

VI.2.4 Calcul Récapitulatif et vérification des pressions à la borne de distribution :

Tableau VI-2 : Récapitulatif des calculs hydrauliques.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur (m)	120	160	10
Diamètre (mm)	16	75	75
Débit (m^3/s)	6.67×10^{-5}	2.67×10^{-3}	2.67×10^{-3}
Pertes de charge (m)	0.58	0.32	0.02

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

$$P(m) = 10 + 0.58 + 0.32 + 0.02 = 11.07 \text{ m} = 1.092 \text{ bar.}$$

Donc la pression requise est nettement inférieure à celle de la borne.

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

VI.3.1 Données générales :

Nous sélectionnons une parcelle de 2ha appartenant à la zone étudiée parmi la parcelle de 17,06 hectares fournie par la station B°1 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5,11 bars., ce qui est largement suffisant pour alimenter la parcelle.

Culture : Blé.

Choix du mode de couverture : couverture totale.

Temps de travail : 20 heures par jour, et 26 jours par mois.

Besoin de pointe : 108.4 mm/mois pour le mois de juin.

Perméabilité du sol : le sol est de type argileux- limoneux estimée de : $K = 7 \text{ mm/h}$.

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

VI.3.2 Dose pratique RFU :

Elle est calculée comme suit :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}). Da. Z = 56 \text{ mm. (VI.22)}$$

VI.3.3 Le diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $k = 7 \text{ mm/h}$. pluviométrie admissible.

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

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation :

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04}, p \text{ en mm. (VI.23)}$$

$$d = \frac{1.04 \times P}{1.5} \text{ d'où } d = \frac{1.04 \times 7}{1.5} = 4.85 \text{ mm.}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type Perrot (**Annexe03**), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

VI.3.4 Calcul de la portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \text{ (VI.24)}$$

Où :

d : diamètre de la buse (mm).

h : pression à la buse (m), dans notre cas d'après le catalogue (**annexe 03**), pour le diamètre de la buse de 4,8 mm à une pression de 2.5 bars, $h = 25 \text{ m}$.

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 25^{0.25} = 14.70 \text{ m}$$

La portée sera de 15.4m.

VI.3.5 Ecartements entre les rampes et arroseurs :

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

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

Notre zone d'étude présente des vitesses pour des vents faibles de l'ordre de 3.6 m/s, donc on prend les valeurs suivantes :

$$El = 1.25 \times 14.70 = 18.38 \text{ m}; \text{ d'après Perrot : } El = 1.25 \cdot 15.4 = 19.25 \text{ m.}$$

$$Ea = 0.8 \times 14.70 = 11.76 \text{ m}; \text{ Perrot } Ea = 0.8 \cdot 15.4 = 12.32 \text{ m.}$$

Le réseau d'irrigation par aspersion a un écartement final :

$$\mathbf{El=18m, Ea=12m.}$$

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

VI.3.6 Vérification de la pluviométrie ($P < K$) :

VI.3.6.1 Débit de l'asperseur :

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

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gh} = 0.95 \times \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (\text{VI.25})$$

Avec : Q débit de l'asperseur (m^3/s) = $0.00038 m^3/s = 1.37 m^3/h$.

VI.3.6.2 Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L , la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :

$$P = \frac{q}{El \times Ea} = \frac{1.37}{18 \times 12} \times 1000 = 6.34 \text{ mm/h.} \dots\dots\dots (\text{VI.26})$$

Avec : q en (m^3/h)

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie $P \leq K = 7.0 \text{ mm/h}$.

VI.3.7 Paramètres d'arrosage :

VI.3.7.1 Calcul du tour d'eau :

$$T_{eau} = \frac{Dose_{rfu} \times N_j}{Bmp} \dots\dots\dots (\text{VI.27})$$

- $Dose_{rfu} = 56 \text{ mm}$
- $N_j = 26$
- $Bmp = 108.4 \text{ mm}$

$$T_{eau} = \frac{56 \times 26}{108.4} = 13.43 \text{ jours.}$$

On prend $T_{eau} = 13 \text{ jours}$.

VI.3.7.2 Nombre d'irrigation par mois :

Donc on irrigue $30/13 = 2$ fois.

VI.3.7.3 Calcul de la dose réelle :

$$\text{Dose réelle} = T_{eau} \times \text{la dose journalière} = 13 \times 3.61 = 46.93 \text{ mm} \dots (\text{VI.28})$$

VI.3.7.4 Calcul de la dose brute :

$$\text{Dose brute} = \frac{\text{Dose réelle}}{0.75} = 62.57 \text{ mm.} \dots\dots\dots (\text{VI.29})$$

VI.3.7.5 Temps d'arrosage :

Temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul comme suit :

$$T = \frac{\text{Dose brute}}{K_{pluviométrie}} = \frac{62.57}{6.34} = 9.87 \approx 10 \text{ heures.} \dots\dots\dots (\text{VI.30})$$

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui équivaut à une durée de fonctionnement totale de 20 heures.

VI.3.7.6 Calcul du débit d'équipement :

Il se calcule comme suit :

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{S(ha) \times B(mm) \times 10}{Ta \times n \times Nj} = \frac{2.2 \times 108.4 \times 10}{10 \times 2 \times 26} = 4.59 \text{ m}^3/h. \dots\dots\dots (VI.31)$$

VI.3.7.7 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

$$V = Q_{asp} \times Np \times Ta \dots\dots\dots (VI.32)$$

$$V = 1.37 \times 2 \times 10 \times 26 = 712.4 \text{ m}^3.$$

VI.3.7.8 Calcul du volume à épandre en un mois sur toute la parcelle :

$$V_t = \frac{Bmp \times Lr \times Lar}{1000} = \frac{108.4 \times 120 \times 180}{1000} = 2341.44 \text{ m}^3.$$

VI.3.8 Calculs hydrauliques :

VI.3.8.1 Dimensionnement hydraulique des rampes :

- La longueur du terrain est de 180 m.
- La largeur du terrain est de 120 m.

VI.3.8.2 La longueur de la rampe :

La longueur de la rampe est donc :

$$Lr = \frac{\text{largeur de terrain}}{2} - \frac{Ea}{2} \dots\dots\dots (VI.33)$$

$$Lr = \frac{120}{2} - \frac{12}{2} = 54 \text{ m.}$$

VI.3.8.2.1 . Nombre d'asperseurs/rampe :

$$N_{asp}/R = \frac{Lr}{Ea} = \frac{54}{12} = 4.5 = 5 \text{ asperseurs.} \dots\dots\dots (VI.34)$$

VI.3.8.2.2 Nombre de rampes :

On travaille avec une rampe et 5 asperseurs.

VI.3.8.3 Dimensionnement de la rampe :

VI.3.8.3.1 Le débit de la rampe :

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur \times le nombre d'asperseur/ rampe

$$Qr = 1.37 \times 5 = 6.85 \text{ m}^3/h.$$

$$Qr = 1.90 \times 10^{-3} \text{ m}^3/s.$$

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

- L_r : longueur de la rampe (54) m.
- El : espacement entre les rampes (18m).

VI.3.8.3.2 Calcul du Diamètre de la rampe :

Diamètre de la rampe :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi V}} \dots \dots \dots \text{(VI.35)}$$

Avec :

V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe où $V \leq V_{adm}$, $V_{adm} \in [0.5 : 2.5]$ m/s.

On suppose que $V = 1.5$ m/s et on calcule D_r .

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 1.9 \times 10^{-3}}{\pi \times 1}} = 0.049 \text{ m} = 49.19 \text{ mm}$$

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

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

Donc le diamètre de la rampe normalisé $D_r = 50$ mm ce qui permet de calculer la nouvelle vitesse :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 1.9 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.05^2} = 0.968 \text{ m/s} \leq V_{adm}$$

VI.3.8.4 Dimensionnement de la porte rampe :

VI.3.8.4.1 Longueur de la porte Rampe :

La longueur de la porte rampe est calculée par :

$$L_{pr} = L - \frac{El}{2} = 180 - \frac{18}{2} = 171 \text{ m} \dots \dots \dots \text{(VI.36)}$$

VI.3.8.4.2 Débit de porte rampe :

$$Q_{p-r} = Q_{asp} \times N_{asp/rampe} \times N_{rampe} \dots \dots \dots \text{(VI.37)}$$

$$Q_{p-r} = 1.37 \times 5 \times 1 = 6.85 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q_{p-r} = 0.0019 \text{ m}^3/\text{s}.$$

VI.3.8.4.3 Calcul du Diamètre de la porte rampe :

Diamètre de la porte-rampe :

$$D_{p-r} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{p-r}}{\pi \times V}}$$

V : vitesse de l'écoulement à travers la porte-rampe où $V \leq V_{adm}$, $V_{adm} \in [0.5 : 2.5]$ m/s.

On suppose que $V = 1$ m/s et on calcule D_{p-r} .

$$D_{p-r} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{p-r}}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.0019}{\pi \times 1}} = 0.049 \text{ m} = 49.19 \text{ mm}.$$

On prend le diamètre normalisé ($D_{p-r} = 63$ mm).

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

Donc la nouvelle vitesse sera :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 0.0019}{\pi \times 0.063^2} = 0.861 \text{ m/s} \leq V_{adm.}$$

VI.3.8.5 Calcul du pertes de charge :

Les pertes de charges seront calculées selon la formule de Hazen-Williams :

$$J = \left(\frac{3.592}{C_h} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \dots \dots \dots \text{(VI.38)}$$

Avec :

- ✓ J = Perte de charges linéaire en m.
- ✓ CH : Coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD).
- ✓ D : Diamètre en m.
- ✓ L : longueur de la conduite en m.

VI.3.8.5.1 Les pertes de charge de la rampe :

On a $L_{rampe} = 54 \text{ m}$; $D_r = 50 \text{ mm}$; $Q_r = 1.9 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
Donc $\Delta H_{rampe} = 1.20 \text{ m}$.

VI.3.8.5.2 Les pertes de charge de la porte rampe :

On a $L_{pr} = 171 \text{ m}$; $D_{pr} = 63 \text{ mm}$; $Q_{pr} = 1.9 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
Donc $\Delta H_{pr} = 1.24 \text{ m}$.

Les calculs récapitulatifs des conduites sont présentés dans le tableau :

Tableau VI-3 : Résultat de calcul pratique d'aspersion.

Conduites	Rampe	Porte Rampe	C. tertiaire
Longueur (m)	54	171	15
Diamètre (mm)	50	63	63
Débit (m ³ /s)	0.0019	0.0019	0.0019
Vitesse (m/s)	0.968	0.861	1.89
Perte de charge totale (m)	1.2	1.24	0.108

$$\Delta H_t = 1.20 + 1.24 + 0.108 = 2.55 \text{ m.}$$

VI.3.8.6 Calcul de la pression en tête du réseau :

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

Avec :

- ✓ H : pression à la tête de la parcelle.
- ✓ H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (2.5bar).
- ✓ H2 : perte de charge totale.
- ✓ H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat).

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

$$H = 25 + 2.55 + 0 = 27.55 \text{ m.}$$

Donc la pression = 3 bars ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 4.94 bars.

VI.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, pour la culture l'olivier et un réseau d'aspersion pour la culture de Blé .

L'utilisation de ces systèmes a pour but d'économiser l'eau d'irrigation, et aussi d'améliorer les rendements des cultures, ce qui permettra d'intensifier les cultures dans la wilaya de setif.



**CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-
ECONOMIQUE**

VII.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous avons évalué les coûts liés à la mise en œuvre du projet d'irrigation proposé en examinant le bilan quantitatif et la liste estimative. Cette évaluation a permis de déterminer la quantité de matériaux nécessaire et de décrire les diverses opérations à réaliser sur le terrain.

Plus particulièrement, cela concerne les aspects suivants :

- ✓ Le système de distribution : Cela comprend tous les éléments nécessaires pour acheminer l'eau de manière efficace et précise vers les différentes zones de la parcelle.
- ✓ Le système d'irrigation (à dispersion et goutte à goutte) : Dans ce contexte, il s'agit d'installer un système d'irrigation par aspersion, comprenant les tuyaux, les dispositifs d'aspersion, les vannes et d'autres équipements essentiels pour distribuer l'eau de manière uniforme et contrôlée aux cultures.

VII.2 Différents travaux à entreprendre :

Tâches relatives au réseau de distribution.

Les activités à être accomplies par le réseau de distribution englobent les éléments ci-dessous Profondeur de la tranchée:

VII.2.1 Exécution des tranchées :

La réalisation des travaux d'excavation dépend des caractéristiques du terrain et est généralement effectuée mécaniquement à l'aide d'une pelle excavatrice. La profondeur minimale de la tranchée est de 1 mètre, tandis que sa largeur doit être suffisante pour permettre à un travailleur d'accomplir ses tâches sans difficulté. Cette largeur augmente en fonction du diamètre des conduites à installer. Les tranchées sont creusées par sections successives, permettant ainsi une progression graduelle le long du tracé.

VII.2.2 Installation du lit de sable :

Le lit de pose a pour principale fonction de répartir uniformément les charges sur la zone de support. Ainsi, il joue un rôle crucial lors de l'installation des tuyaux, afin d'éviter tout appui linéaire ou ponctuel.

Avant de procéder à la mise en place des conduites, plusieurs étapes préliminaires sont entreprises, à savoir :

- ✓ Éliminer les gros éléments rocheux présents sur les flancs de la tranchée.
- ✓ Assurer la conformité aux dimensions spécifiées dans le profil en long du projet.
- ✓ Effectuer un nivellement précis du fond de la tranchée pour obtenir une surface plane.
- ✓ Créer un lit de pose en utilisant du sable.

Dans notre situation, une épaisseur de 10 centimètres est prévue pour ce lit de pose.

Ces actions assurent une assise solide et homogène pour le placement des conduites, garantissant ainsi une répartition uniforme des charges sur l'ensemble du réseau. L'emploi du lit de pose en sable favorise la stabilisation des conduites et diminue les risques de déformation ou de dommage pendant leur utilisation.

CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

VII.2.3 Installation des canalisations :

Le processus d'installation des conduites comprend les étapes suivantes :

- ❖ Les éléments sont installés en commençant par l'extrémité aval, avec les emboîtures des tuyaux orientées vers l'amont.
- ❖ Chaque élément est soigneusement positionné dans la tranchée, en veillant à ce qu'il soit aligné avec le précédent.
- ❖ Un fond de fouille rectiligne est créé pour garantir que les tuyaux reposent uniformément sur toute leur surface, et les gros éléments rocheux sur les flancs de la tranchée sont enlevés.
- ❖ Une excavation est effectuée près des emboîtures pour éviter tout contact direct avec le sol.
- ❖ Si possible, un support est aménagé pour que le tuyau repose sur un arc couvrant au moins un quart de sa circonférence extérieure.

Ces étapes assurent une installation précise et stable des conduites, garantissant un alignement correct et un soutien adéquat. Le respect de ces procédures est essentiel pour le bon fonctionnement du réseau d'irrigation et pour prolonger la durabilité du système.

VII.2.4 Assemblage des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) :

Les conduites en PEHD peuvent être fournies sous forme de barres de 6 à 12 mètres ou en couronnes de longueurs allant de 50 à 100 mètres. Deux méthodes sont employées pour le raccordement de ces conduites :

- ❖ Raccordement mécanique par emboîtement : Pour les conduites de diamètre inférieur ou égal à 63 mm, le raccordement se fait mécaniquement par emboîtement. Cette méthode garantit une connexion robuste et fiable entre les conduites.
- ❖ Raccordement électro-soudable : Pour les conduites de plus grand diamètre, le raccordement est réalisé par soudage électro-soudable. Les raccords électro-soudables en PEHD, avec une connexion femelle, intègrent une résistance chauffante à l'intérieur. Les extrémités de cette résistance sont reliées à des bornes situées à l'entrée de chaque emboîtement.

Le processus de soudage dure environ une minute, suivi d'une période de refroidissement d'environ une heure. Pendant les phases de chauffage et de refroidissement, il est crucial de maintenir un serrage, un alignement et un soutien adéquats des tuyaux et des accessoires en polyéthylène à l'aide de dispositifs de positionnement appropriés.

Ces méthodes de raccordement garantissent une liaison étanche et durable entre les conduites en PEHD, préservant ainsi l'intégrité du réseau d'irrigation. Il est essentiel de suivre les procédures spécifiques de raccordement et d'utiliser l'équipement approprié pour assurer des raccords fiables et résistants aux fuites.

VII.2.5 Essai de l'étanchéité des joints et de la canalisation :

Pour garantir la sûreté et la fiabilité des conduites, il est essentiel de réaliser un test de pression avant de procéder au remblaiement des tuyaux et des raccords.

Ce test est effectué à l'aide d'une pompe d'essai, en remplissant la canalisation d'eau sous une pression équivalant à 1,8 fois la pression de service prévue pour son utilisation normale. La durée du test est d'environ 30 minutes, durant lesquelles la variation de pression ne doit pas dépasser 0,2 bar. Ce test vise à vérifier l'intégrité des conduites et des raccords, en s'assurant qu'ils peuvent résister à la pression de service sans fuites ni défaillances.

Cette étape est cruciale dans le processus d'installation, car elle permet d'identifier les éventuels problèmes avant la mise en service du système d'irrigation. En respectant ces normes de test,

CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

on garantit que les conduites sont prêtes à fonctionner de manière sécurisée et efficace, réduisant ainsi les risques de pertes d'eau ou de dégradations ultérieures.

VII.2.6 Nivellement et compactage :

Le processus de nivellement est crucial dans la construction d'un système d'irrigation, car il vise à obtenir une surface de terrain plane et uniforme. Une surface uniforme est indispensable pour garantir la stabilité du sol autour des conduites d'irrigation enterrées. Si le sol n'est pas correctement nivelé, des irrégularités peuvent se former, entraînant des poches d'air et des vides sous les conduites, ce qui pourrait compromettre la solidité et la durabilité du système d'irrigation.

Après avoir nivelé le terrain, il est nécessaire de procéder au compactage du sol. Le compactage consiste à comprimer le sol pour en augmenter la densité, ce qui est essentiel pour assurer sa stabilité. Un sol bien compacté est moins susceptible de s'affaisser ou de se déplacer avec le temps. Il aide également à éviter la formation de vides ou de poches d'air sous les conduites, ce qui contribue à maintenir l'intégrité du système.

En résumé, le nivellement et le compactage sont des étapes fondamentales dans la construction d'un système d'irrigation. Ils assurent une base solide et stable pour les conduites enterrées. Une surface plane et uniforme, combinée à un sol correctement compacté, aide à prévenir les problèmes potentiels tels que les fuites, les ruptures de conduites et les mouvements du sol, garantissant ainsi le bon fonctionnement et la durabilité du système d'irrigation.

VII.2.7 Choix des engins du chantier :

Lors de la planification des opérations, il est crucial de sélectionner soigneusement les engins et équipements adaptés à chaque tâche afin d'optimiser l'efficacité et la productivité. Dans notre contexte spécifique, nous avons pris en compte une gamme variée d'engins de chantier, détaillés comme suit :

- Un camion : Utilisé pour l'évacuation des déblais.
- Une pelle mécanique : Employée pour extraire les déblais, les charger directement dans le camion lorsque possible, poser le lit de sable, et effectuer le remblaiement.
- Un chargeur : Utilisé pour charger les déblais excédentaires dans les camions.
- Un compacteur à rouleau : Dedicacé au compactage de la couche de sable d'une épaisseur de 10 cm.
- Un appareil de soudure : Indispensable pour l'assemblage des conduites.
- Une sonde battue : Employée pour vérifier le compactage des tranchées.
- Une dame sauteuse : Utilisée pour compacter le remblai autour des conduites et assurer un soutien adéquat.

Ces équipements sont choisis pour garantir l'efficacité des opérations et la qualité du travail effectué.

VII.3 Volume de terrassement :

VII.3.1 Dimensions des tranchées :

VII.3.1.1 Largeur de fond de la tranchée:

La largeur de la tranchée dépendra du diamètre de la conduite, en appliquant la formule suivante :

La largeur de la tranchée (B) est calculée comme suit :

$$B = D + 0.6 \dots\dots\dots(VII.1)$$

Où :

- ✓ B : représente la largeur de la tranchée en mètres.
- ✓ D : représente le diamètre de la conduite en mètres.

VII.3.1.2 Profondeur de la tranchée:

La profondeur de la conduite doit être déterminée de manière à garantir une installation adéquate des raccordements spécifiques tout en évitant tout conflit avec d'autres conduits. La profondeur de la tranchée est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Htr = e + D + h \dots\dots\dots(VII.2)$$

Où :

- ✓ Htr : représente la profondeur de la tranchée en mètres.
- ✓ e : correspond à la hauteur du lit de pose en mètres.
- ✓ D : désigne le diamètre de la conduite en mètres.
- ✓ h : représente la hauteur du remblai au-dessus de la conduite en mètres.

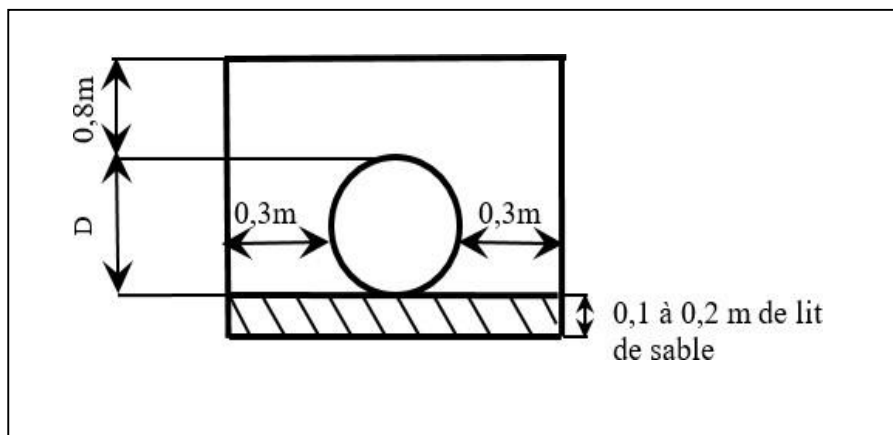


Figure VII-1 : Profil à travers d'une tranchée.

VII.3.1.3 Section de la tranchée :

Les dimensions des tranchées sont définies comme suit :

$$Str = Htr \times B \dots\dots\dots(VII.3)$$

Avec les paramètres suivants :

- ✓ Htr représente la profondeur totale de la tranchée en mètres.
- ✓ B désigne la largeur du fond de la tranchée en mètres.

VII.3.1.4 Volume de la tranchée:

Le calcul du volume d'une tranchée s'effectue en utilisant la relation suivante

$$Vtr = Str \times L \dots\dots\dots(VII.4)$$

Avec les éléments suivants :

- ✓ Vtr : représente le volume du déblai en mètres cubes.

CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

- ✓ Str : est la section de la tranchée en mètres carrés.
- ✓ L : correspond à la longueur de la tranchée en mètres.

Tableau VII-1 : Résultats de calcul des dimensions de différents diamètres.

Diamètre(mm)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Section (m ²)	Longueur (m)	V conduite (m ³)	S conduite (m ²)
63	0,66	0,96	0,6336	85,61	0,25683	0,003
75	0,67	0,97	0,6499	61,39	0,24556	0,004
110	0,71	1,01	0,7171	506,94	4,56246	0,009
125	0,72	1,025	0,738	577,18	6,92616	0,012
140	0,74	1,04	0,7696	50,14	0,7521	0,015
160	0,76	1,06	0,8056	201,39	4,0278	0,02
200	0,8	1,1	0,88	115,06	3,56686	0,031
250	0,85	1,15	0,9775	168,91	8,27659	0,049
280	0,88	1,18	1,0384	73,37	4,47557	0,061
350	0,95	1,25	1,1875	499,92	47,99232	0,096
400	1	1,3	1,3	455,36	56,92	0,125
500	1,1	1,4	1,54	3001,4	588,2744	0,196

VII.3.2 Calcul des volumes de terrassement :

VII.3.2.1 Volume de déblai :

Le déblai d'une tranchée correspond aux matériaux extraits du sol pour permettre l'installation des conduites, et son calcul s'effectue de la manière suivante :

$$V_{\text{déblai}} = V_{\text{tr}} = B \times H_{\text{tr}} \times L \dots\dots\dots(\text{VII.5})$$

Avec:

- ✓ B: est la largeur de tronçon (m).
- ✓ H_{tr}: profondeur de tronçon(m).
- ✓ L: longueur de tronçon (m).

VII.3.2.2 Volume de lit de sable :

Le lit de sable est une strate horizontale composée de sable qui sert à établir une base solide, et son calcul se réalise à travers la relation suivante :

$$V_{\text{ls}} = e \times B \times L \dots\dots\dots(\text{VII.6})$$

En utilisant les paramètres suivants :

- ✓ V_{ls} : le volume du lit de sable en mètres cubes.
- ✓ E : l'épaisseur de la couche du lit de sable en mètres.
- ✓ B : la largeur de la tranchée en mètres.
- ✓ L : la longueur de la tranchée en mètres.

VII.3.2.3 Volume occupée par la conduite :

On le détermine en utilisant la formule suivante :

$$V = S_{\text{con}} \times L = \frac{\pi \times d^2 \times L}{4} \dots\dots\dots(\text{VII.7})$$

CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

Où :

- ✓ Vcon : le volume occupé par la conduite (en mètres cubes).
- ✓ Scon : la section de la conduite (en mètres carrés).
- ✓ L : la longueur du tronçon (en mètres).
- ✓ D : le diamètre extérieur de la conduite (en mètres).

VII.3.2.4 Volume de remblai :

Le remblai correspond à la quantité de terre requise pour remplir une tranchée et la ramener à son niveau initial. On détermine ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V_{rem} = V_{déblai} - (V_{ls} + V_{con}) \dots\dots\dots(VII.1)$$

Où :

- ✓ Vrem : le volume de remblai en (m3).
- ✓ Vdéblai : le volume de déblai en (m3).
- ✓ Vls : le volume du lit de sable en (m3).
- ✓ Vcon : le volume occupé par la conduite en (m3).

Tableau VII-2 : Résultats de calcul des volumes de terrassement.

Diamètre(mm)	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	V déblai (m ³)	VI sable (m ³)	V conduit (m ³)	V rem (m ³)
63	85,61	0,66	0,96	54,242496	5,65026	0,25683	48,335406
75	61,39	0,67	0,97	39,897361	4,11313	0,24556	35,538671
110	506,94	0,71	1,01	363,526674	35,99274	4,56246	322,971474
125	577,18	0,72	1,025	425,95884	41,55696	6,92616	377,47572
140	50,14	0,74	1,04	38,587744	3,71036	0,7521	34,125284
160	201,39	0,76	1,06	162,239784	15,30564	4,0278	142,906344
200	115,06	0,8	1,1	101,2528	9,2048	3,56686	88,48114
250	168,91	0,85	1,15	165,109525	14,35735	8,27659	142,475585
280	73,37	0,88	1,18	76,187408	6,45656	4,47557	65,255278
350	499,92	0,95	1,25	593,655	47,4924	47,99232	498,17028
400	455,36	1	1,3	591,968	45,536	56,92	489,512
500	3001,4	1,1	1,4	4622,156	330,154	588,2744	3703,7276
Somme	5796,67	-	-	7234,78163	559,5302	726,2766	5948,974782

VII.4 Calcul de coût de projet :

- Le coût par mètre cube de déblai est de 450 DA.
- Le tarif par mètre cube de remblai est de 300 DA.
- Le prix par mètre cube de sable est de 1200 DA.

VII.4.1 Coût de réseau d'adduction :

Le réseau d'adduction de notre projet est composé d'une seule conduite de diamètre 500 mm en fonte avec une longueur de 3001.4m.

CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

Tableau VII-3 : Estimation du cout des travaux de terrassement.

Designation Des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
Déblai	m ³	7234,78163	450	3255651,73
Lit de sable	m ³	559,5302	1200	671436,24
Remblai	m ³	5948,974782	300	1784692,43
Total				5711780,408
TVA(19%)				1085238,278
Montant TTC				6797018,686

VII.4.2 Coût de réseau de distribution :

C'est l'ensemble des conduites en PEHD avec des diamètres varient entre 63 mm et 500 mm ,FONTE de 400 mm ainsi que les bornes de distribution des eaux d'irrigation.

Tableau VII-4 : Estimation du cout de pose des conduites.

Diamètre (mm)	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
63	ml	85,61	210	17978,1
75	ml	61,39	297	18232,83
110	ml	506,94	1000	506940
125	ml	577,18	1200	692616
140	ml	50,14	1100	55154
160	ml	201,39	1260	253751,4
200	ml	115,06	3600	414216
250	ml	168,91	4500	760095
280	ml	73,37	6500	476905
350	ml	499,92	7200	3599424
400	ml	455,36	8000	3642880
500	ml	3001,4	9900	29713860
Les asperseurs		70	600	4200
Vannes		07	12000	84000
Ventouse		1	13000	13000
Goutteur réglable		1536	6.13	9415.68
Total				40262668,01
TVA (19%)				7649906,922
Montant TTC				47912574,93

CHAPITRE VII : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

Tableau VII- 5 : Estimation du cout des bornes et pièces d'irrigation.

Les bornes	Prix unitaire da	Quantité	prix des Trav
A4	20000	9	180000
A2	13400	4	53600
Coudes 90	1280	2	2560
Coude 45°	1190	3	3570
Vanne sectionnement	21700	4	86800
Te	1190	6	7140
Bouchons	850	5	4250
		Total HT	337920
		TVA 19%	334477.5
		TOTAL3 TTC	672397.5

VII.4.3 Coût totale de projet :

C'est la somme de différents prix calculés précédemment.

Tableau VII-6 : Estimation de coût totale de projet.

Désignation de travaux	Montant TTC (DA)
Terrassement	6797018,686
Pose des conduites	47912574,93
Bornes et pièce d'irrigation	672397,5
Prix totale	55381991,12

VII.5 Conclusion :

L'analyse économique détaillée des extensions de périmètres d'irrigation met en évidence que des estimations précises et une gestion stricte des coûts sont essentielles pour garantir le succès du projet. Cela permet non seulement d'optimiser l'utilisation des ressources, mais également d'avoir un impact positif et durable sur le développement agricole et les conditions de vie des agriculteurs. Il est donc crucial d'intégrer ces considérations économiques dans la planification et l'exécution des projets d'irrigation afin d'en maximiser les avantages.

Le coût total du projet de dimensionnement du périmètre d'EL Eulma s'élève à cinquante-cinq millions trois cent quatre-vingt-un mille neuf cent quatre-vingt-onze dinars algériens.

Conclusion Générale

En conclusion, il est évident que le coût estimé pour le projet de réhabilitation du réseau d'irrigation du périmètre du El 'Eulma est considérablement élevé. Cela résulte de l'utilisation d'un grand nombre de conduites et de l'incorporation d'équipements de filtration coûteux. Ce projet nécessitera donc un investissement substantiel pour sa réalisation.

Il est important de noter que la gestion efficace des ressources en eau et des coûts associés à l'irrigation est essentielle pour garantir la viabilité économique de ce projet. Il pourrait être bénéfique d'explorer des options de financement, telles que des subventions gouvernementales ou des partenariats public-privé, pour aider à couvrir les coûts élevés.

De plus, des mesures d'efficacité de l'irrigation, telles que l'utilisation de technologies modernes de contrôle de l'eau et de la distribution, pourraient.

Contribuer à optimiser l'utilisation de l'eau et à réduire les coûts opérationnels à long terme.

En fin de compte, la réhabilitation du réseau d'irrigation est une étape importante pour soutenir l'agriculture dans la région, mais elle nécessite une planification minutieuse et une gestion prudente des ressources financières et en eau.

Références bibliographiques

AYERS, R.S., WESTEOT, D.W. (1983). Qualité des eaux d'irrigation. Bulletin de la FAO n°29. Rome, Italie.

BEKRALAS, K (2024). Etude du système d'irrigation du périmètre du moyen Cheliff secteur A (227 ha) irrigué à partir du barrage d'Oued el Fodda (Wilaya de Chlef). BLIDA : ENSH

DRIF, S (2023). Réhabilitation et Diagnostique du réseau d'irrigation du périmètre EL-Hamiz (200 ha), wilaya d'Alger. BLIDA : ENSH

D'IRRIGATION DE PLAINES SETIFIENNES (SECTEUR 05) 300 HA A PARTIR DU BARRAGE MAHOUANE (W- SETIF). BLIDA : ENSH

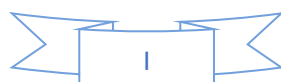
KAHLERRAS, D. Cours Protection et sécurité de travail.

LABRI, M (2022). ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE

MISSOUM,T (2021). ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE DE TOUFFANA,515 ha WILAYA DE BATNA). BLIDA : ENSH

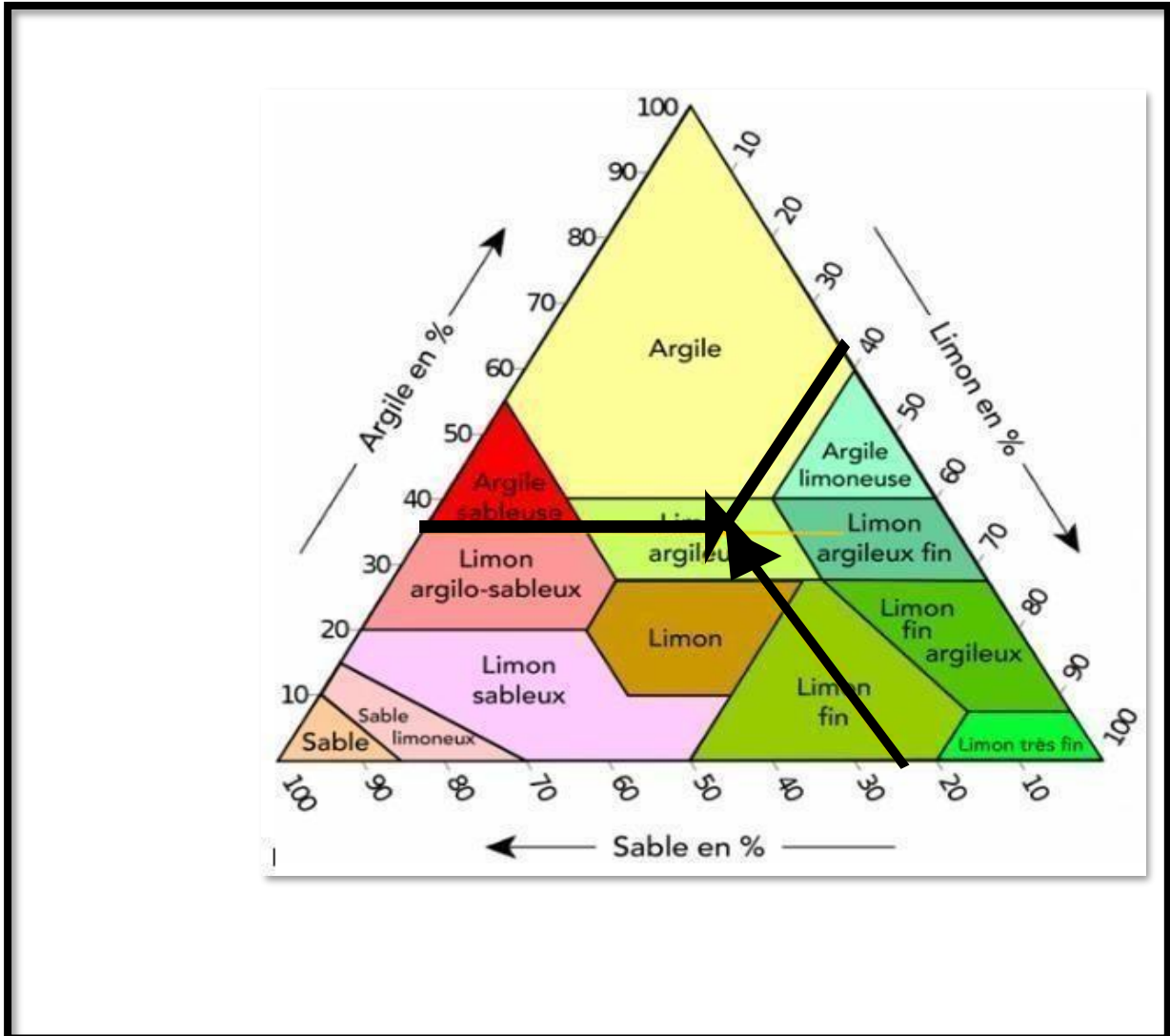
OUIR, F (2022). Aménagement hydroagricole du périmètre d'El Eulma (1160ha) secteur 4 à partir du Barrage Draa Diss avec (Sétif). ENSH : BLIDA

TAZI, A (2023). Etude de la projection d'un système d'irrigation agricole du périmètre du moyen Cheliff secteur 'c'« 120 ha» irrigué à partir du barrage d'Oum Droua (Wilaya de Chlef) BLIDA :ENSH



Annexes












Annexe 01 : triangle des textures.



Annexe 02 : Bulletin FAO d'irrigation et drainage n°33 tableau 18.

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

Annexe 03 : La fiche technique d'un arroseur ZB de type Perrot

Diamètres des buses	P (bar) 2,5	P (bar) 3,0	P (bar) 3,5	P (bar) 4,0	P (bar) 4,5	P (bar) 2,5	P (bar) 3,0	P (bar) 3,5	P (bar) 4,0	P (bar) 4,5	X								
																			
mm	Portée en m					Distances entre arroseurs													
4.2	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4.5	15,0	15,4	15,8	16,3	16,9	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4.8	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5.0	15,8	15,9	16,3	16,7	17,3	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5.2	16,0	16,4	16,6	16,8	17,4	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
6.0	16,4	16,5	16,7	17,2	17,6	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
7.0**	16,8	17,0	17,2	17,3	17,8	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
ZB 22/ZB 22W	Consommation d'eau					Précipitations													
	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
4.2	0,99	1,09	1,17	1,26	1,33	2,3	3,1	2,5	3,4	2,7	3,6	2,9	3,9	3,1	4,1	3,1	4,1	3,1	4,1
4.5	1,14	1,25	1,35	1,44	1,53	2,6	3,5	2,9	3,9	3,1	4,2	3,3	4,4	3,5	4,7	3,5	4,7	3,5	4,7
4.8	1,30	1,42	1,53	1,64	1,74	3,0	4,0	3,3	4,4	3,5	4,7	3,8	5,1	4,0	5,4	4,0	5,4	4,0	5,4
5.0	1,41	1,54	1,66	1,78	1,89	3,3	4,4	3,6	4,8	3,8	5,1	4,1	5,5	4,4	5,8	4,4	5,8	4,4	5,8
5.2	1,52	1,67	1,80	1,92	2,04	3,5	4,7	3,9	5,2	4,2	5,6	4,4	5,9	4,7	6,3	4,7	6,3	4,7	6,3
6.0	1,89	2,07	2,24	2,39	2,54	4,7	6,3	5,1	6,9	5,6	7,4	5,9	7,9	6,3	8,4	6,3	8,4	6,3	8,4
7.0**	2,53	2,77	2,99	3,19	3,39	6,4	8,5	7,0	9,3	7,5	10,1	8,1	10,8	8,6	11,4	8,6	11,4	8,6	11,4
ZB 22D	Consommation d'eau					Précipitations													
	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
4.2x2.4	1,32	1,44	1,56	1,66	1,77	3,1	4,1	3,3	4,4	3,6	4,8	3,8	5,1	4,1	5,5	4,1	5,5	4,1	5,5
4.5x2.4	1,46	1,60	1,73	1,85	1,96	3,4	4,5	3,7	4,9	4,0	5,3	4,3	5,7	4,5	6,0	4,5	6,0	4,5	6,0
4.8x2.4	1,62	1,77	1,92	2,05	2,17	3,8	5,0	4,1	5,5	4,4	5,9	4,7	6,3	5,0	6,7	5,0	6,7	5,0	6,7
5.0x2.4	1,73	1,90	2,05	2,19	2,32	4,0	5,3	4,4	5,9	4,7	6,3	5,1	6,8	5,4	7,2	5,4	7,2	5,4	7,2
5.2x2.4	1,85	2,02	2,18	2,33	2,48	4,3	5,7	4,7	6,2	5,0	6,7	5,4	7,2	5,7	7,7	5,7	7,7	5,7	7,7
6.0x2.4	2,22	2,43	2,62	2,80	2,97	5,4	7,3	5,9	7,9	6,4	8,6	6,9	9,2	7,3	9,7	7,3	9,7	7,3	9,7
7.0x2.4	2,85	3,12	3,37	3,60	3,82	7,1	9,5	7,8	10,4	8,4	11,2	9,0	12,0	9,6	12,7	9,6	12,7	9,6	12,7

Annexe 04 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES CONDUITES EN PEHD

GAMME DES PRODUITS

PRESSION DIAMETRES	PN6 SDR26	PN10 SDR17	PN16 SDR11	PN20 SDR9	PN25 SDR7,4
20	***	***	2.0	2.3	3.0
25	***	***	2.3	3.0	3.5
32	***	2.0	3.0	3.6	4.4
40	1.8	2.4	3.7	4.5	5.5
50	2.0	3.0	4.6	5.6	6.9
63	2.5	3.8	5.8	7.1	8.6
75	2.9	4.5	6.8	8.4	10.3
90	3.5	5.4	8.2	10.1	12.3
110	4.2	6.6	10.0	12.3	15.1
125	4.8	7.4	11.4	14.0	17.1
160	6.2	9.5	14.6	17.9	21.9
200	7.7	11.9	18.2	22.4	27.4
250	9.6	14.8	22.7	27.9	34.2
315	12.1	18.7	28.6	35.2	43.1
400	15.3	23.7	36.3	44.7	54.7
500	19.1	29.7	45.4	55.8	***
630	24.1	37.4	57.2	70.3	***
710	27.2	42.1	64.5	79.3	***
800	30.6	47.4	72.6	89.3	***