

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR
HYDRAULICS



المدرسة الوطنية العليا للري

"المجاهد عبد الله عرباوي"

"The MujahidAbdellah ARBAOUI"

ⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵏⵓⵔ ⵏ ⵙⵏⵓⵔ ⵏ ⵙⵏⵓⵔ ⵏ ⵙⵏⵓⵔ

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 secteur 1 (200ha) à
partir du barrage Draa Diss (W. Sétif)**

Présenté par :

HAMZA Yazid

Devant les membres du jury

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

Session septembre 2024

Remerciements

Avant tout, je tiens à exprimer ma plus profonde gratitude à mes parents, dont l'amour, le soutien inébranlable et les encouragements constants ont été une source de motivation essentielle tout au long de mes études. Leur confiance en moi m'a donné la force d'aller de l'avant et de mener à bien cette thèse.

Je tiens également à remercier mon encadrante Mme BELLABAS Charifi Salima, pour ses conseils avisés, son accompagnement bienveillant et sa disponibilité tout au long de ce travail. Son expertise a été un atout précieux pour l'avancement de ce projet.

Je souhaite exprimer mes sincères remerciements à toute l'équipe de l'ONID (Office National de l'Irrigation et du Drainage) pour les informations fournies, qui ont été indispensables à la réalisation de cette étude.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble des enseignants de l'École nationale Supérieure d'Hydraulique (ENSH), dont l'enseignement de qualité a grandement contribué à l'acquisition des connaissances nécessaires à ce projet.

Je remercie également les membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en évaluant ce travail. Leurs remarques et suggestions m'ont permis d'améliorer et de peaufiner cette recherche.

Je n'oublie pas mes amis et collègues pour leur soutien moral et les moments de partage tout au long de ce parcours.

Enfin, un immense merci à ma famille, pour leur patience et leur encouragement constant.

À toutes et à tous, merci infiniment.

Dédicace

À mes parents, Pour leur amour inconditionnel, leur soutien sans faille, et leurs encouragements constants tout au long de mon parcours. Sans vous, ce travail n'aurait jamais vu le jour.

À mes frères Sidali , Mohamed et Youcef et sœurs, Pour leur présence et leurs encouragements, toujours là pour me motiver dans les moments de doute.

À mes amis, Badis, Chouaib, Ilyes Pour leur soutien moral et les moments de partage qui ont rendu ce voyage académique plus léger.

Et enfin, À toutes mes proches et ma famille.

ملخص :

الهدف الرئيسي من هذا المذكرة هو تصميم مشروع ري لمنطقة العلما بولاية سطيف، بناءً على الخصائص المناخية والهيدرولوجية المحلية. يهدف هذا المشروع إلى تحسين استخدام المياه في الزراعة من خلال إنشاء شبكة توزيع فعالة تلبي احتياجات المحاصيل. تم دمج تقنيات حديثة مثل الري بالتنقيط والري بالرش لتعزيز أداء النظام. تأخذ الدراسة أيضًا في الاعتبار معدلات تدفق المياه اللازمة، مما يساهم في إدارة مستدامة للموارد المائية وزيادة الإنتاجية الزراعية في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: الري، الإنتاجية الزراعية، الزراعة، احتياجات المياه .

Résume :

L'objectif principal de ce mémoire est de concevoir un projet d'irrigation pour la région d'El Eulma, dans la wilaya de Sétif, en tenant compte des caractéristiques climatiques et hydrologiques locales. Ce projet vise à optimiser l'utilisation de l'eau pour l'agriculture en mettant en place un réseau de distribution efficace, capable de répondre aux besoins en eau des cultures tout en réduisant les pertes. Des technologies modernes telles que l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion ont été intégrées afin d'améliorer la performance du système. L'étude prend également en compte les débits d'eau nécessaires, contribuant ainsi à une gestion durable des ressources hydriques et à une augmentation de la productivité agricole dans la région.

Mot clé : Irrigation, productivité agricole, l'agriculture, besoins en eau.

Abstract:

The main objective of this dissertation is to design an irrigation project for the region of El Eulma, in Sétif, based on local climatic and hydrological characteristics. The project aims to optimize water use for agriculture by establishing an efficient distribution network that meets crop water requirements while minimizing waste. Modern technologies such as drip irrigation and sprinkler irrigation have been integrated to enhance system performance. The study also considers the required water flow rates, contributing to sustainable water resource management and increased agricultural productivity in the region.

Keywords: Irrigation; agricultural productivity; agriculture; water needs.

Table de matières

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Présentation de la zone D'étude.....3

I.1 Introduction.....	3
I.2 Situation géographiques.....	3
I.3 Infrastructures routières et ferroviaires.....	5
I.4 Réseau hydrographique	5
I.5 Géologie.....	5
I.5.1 Les formations quaternaires	5
I.5.2 Les formations mio-pliocène.....	6
I.6 Relief.....	6
I.7 Conditions climatiques	6
I.7.1 Précipitations	6
I.7.2 Température de l'air.....	7
I.7.3 Humidité relative	7
I.7.4 Vent.....	7
I.7.5 Le sirocco	8
I.7.6 Gelée blanche	8
I.7.7 Durée D'insolation	9
I.8 Classement du climat.....	9
I.8.1 Classification du climat selon l'indice de De Martone	9
I.8.2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	10
I.8.3 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen	11
I.9 Conclusion	12

Chapitre II : Ressource en sol et en eau14

I.10 Introduction	14
I.11 Partie 1 : Ressource en sol.....	14
I.11.1 Classification des sols.....	14
I.11.2 Caractéristiques physico-chimiques des sols	17
I.11.3 Caractéristiques physiques.....	17

I.11.4	Caractéristiques chimiques	17
I.12	Les zones homogènes	18
I.12.1	Zone I.....	18
I.12.2	Zone II	18
I.12.3	Zone III	18
I.12.4	Zone IV	18
I.13	Le statut foncier dans la zone d'étude	19
I.14	Partie 2: Ressource en eaux	21
I.15	Situation géographiques	21
I.15.1	Hydrographie	21
I.16	Les retenues	22
I.16.1	Draa Diss	22
I.16.2	Capacités utiles des retenues	23
I.17	Système de transfert est	23
I.18	Étude de la qualité de l'eau d'irrigation	23
I.18.1	Classification des eaux pour l'irrigation	24
I.18.2	Qualité de l'eau de souterraines :	26
I.19	Conclusion.....	27
Chapitre III : Calcul Hydrologique.....		29
I.20	Introduction	29
I.21	La Série des données pluviométrique.....	29
I.22	Test d'homogénéités.....	31
I.23	Ajustement de la série pluviométrique	33
I.23.1	Ajustement des pluies annuelles a la loi de Gauss	33
I.23.2	Ajustement à la loi Log-normale	36
I.24	Test de validité d'un ajustement de Khi-deux « χ^2 ».....	37
I.25	Détermination de l'année de calcul	37
I.26	Conclusion.....	38
Chapitre IV : calcul des Besoin en eau des cultures		41

I.27	Introduction	41
I.28	Besoin en eau du périmètre	41
I.28.1	Calcul des besoins en eau des cultures	41
I.28.2	Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET ₀)	41
I.28.3	L'évapotranspiration Maximale (ETM) ou Besoins en eau des cultures (ET _c) 43	
I.28.4	Calcul de la pluie efficace	44
I.28.5	Calcul de la réserve en eau du sol	44
I.29	Choix des Cultures pour la zone d'étude	45
I.30	Estimation des besoins en eau de chaque culture	46
I.31	Calcul des débits spécifique	52
I.32	Calcul du débit caractéristique	53
I.33	Estimation des volumes d'eau d'irrigation	53
I.34	Conclusion	54

Chapitre V : adduction et distribution.....56

I.35	Introduction	56
I.36	Alimentation en eau de périmètre	56
I.37	Le réseau d'adduction	57
I.37.1	Dimensionnement de réservoir de distribution	57
I.38	Structure et organisation de périmètre	58
I.38.1	Les ilots	58
I.38.2	Borne d'irrigation	58
I.38.3	Calcul des débits aux bornes	58
I.38.4	Choix du type et du diamètre de la borne	58
I.39	Matériau des constructions des canalisations	60
I.40	Dimensionnement de réseau de distribution	61
I.40.1	Vitesse admissible	61
I.40.2	Calcul des diamètres	61
I.40.3	Calcul des pressions	62
I.40.4	Estimation des pertes des charges	62
I.41	Conclusion	64

Chapitre VI : choix de la technique d'irrigation.66

I.42	Introduction	66
I.43	Classification des techniques d'irrigation	66
I.43.1	L'irrigation de surfaces (gravitaire)	66
I.43.2	Irrigation par aspersion	68
I.44	Le choix des méthodes d'irrigation	70
I.45	Conclusion.....	71

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle.....73

I.46	Introduction	73
I.47	Dimensionnement de réseau d'irrigation goutte à goutte.....	73
I.47.1	Donnes générales	73
I.47.2	Besoin d'irrigation des cultures en irrigation localisée	73
I.47.3	Calcule hydraulique	76
I.47.4	Calcul de la pression en tête de réseau :	77
I.48	Dimensionnement d'un réseau par asperseur	78
I.48.1	Choix de la culture et la parcelle	78
I.48.2	Calcul de la dose pratique RFU	78
I.48.3	Dimensionnement de l'asperseur.....	78
I.48.4	Calcule hydraulique	80
I.48.5	Calcule des pertes de charge :	82
I.48.6	Calcule de la pression en tête de réseaux.....	82
I.49	Conclusion.....	83

Chapitre VIII : calcul technico-économique.....85

I.50	Introduction	85
I.51	Déférentes type de travaux à entreprendre	85
I.51.1	Travaux concernant l'adduction et le réseau de distribution	85
I.51.2	Evaluation de cout des travaux de terrassement :	88
I.51.3	Evaluation de cout de pose des conduites.....	89
I.51.4	Estimation des couts des borne d'irrigation et pièce spéciale	89
I.51.5	Estimation de cout de réservoir de stockage.....	90

I.51.6	Devis estimatif totale de projet	90
I.52	Conclusion.....	91
	Conclusion générale	92

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Précipitations mensuelles de la station de Sétif.	6
Tableau I-2 : Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C.	7
Tableau I-3: Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en % (Sétif)	7
Tableau I-4: Vitesse du vent de la station de Sétif	8
Tableau I-5: Nombre de jours de sirocco durant l'année.	8
Tableau I-6 : Nombre moyen de jours de gelée blanche.	8
Tableau I-7 : Moyenne mensuelle de l'insolation.	9
Tableau I-8 : Classification du climat	9
Tableau II-1: Résultats analytiques des Analyses précédemment faites au niveau des différents sols.	16
Tableau II-2: Propriétés hydrodynamiques des sols	17
Tableau II-3 : Les aptitudes culturales associées à chaque zone.	19
Tableau II-4: Répartition des superficies selon le statut juridique.	20
Tableau II-5: Nombre des 'unités foncières selon le statut juridique	20
Tableau II-6: Les Caractéristique du barrage	22
Tableau II-7: Risque d'irrigation en fonction de la salinité	24
Tableau II-8: Le risque d'irrigation en fonction de la valeur du SAR	25
Tableau II-9: Composition chimique de l'eau du barrage.	25
Tableau III-1:Caractéristiques principales de la station pluviométrique	29
Tableau III-2: pluie moyennes mensuelles.	30
Tableau III-3: Caractéristiques de la série pluviométrique.	31
Tableau III-4: Calcul des paramètres du test de la médiane	32
Tableau III-5: Caractéristiques de la série pluviométriques.....	34
Tableau III-6: les fréquences Variable réduite de Gauss	34
Tableau III-7: Résultat de l'ajustement à la loi normal par HYFRAN	35
Tableau III-8: Résultat de l'ajustement à la loi Log-normale par HYFRAN.....	36
Tableau III-9: Test de validité de l'ajustement	37
Tableau III-10: la pluviométrie moyenne de 80%.	38
Tableau IV-1 : calcul de l'évapotranspiration	43
Tableau IV-2: Calcul de la pluie efficace	44
Tableau IV-3: Gamme de cultures proposées à la zone d'étude	45
Tableau IV-4:Calendrier d'occupation des sols	46

Tableau IV-5: Estimation des besoins en eau de blé.	47
Tableau IV-6: Estimation des besoins en eau de l'orge.	47
Tableau IV-7: Estimation des besoins en eau de l'oignon sec.	48
Tableau IV-8: Estimation des besoins en eau de pomme de terre saison.	48
Tableau IV-9: Estimation des besoins en eau de la tomate.	49
Tableau IV-10: volume d'eau d'irrigation.	54
Tableau V-1: choix de type et diamètre de borne.	59
Tableau V-2: calcul des débits des ilot et type de borne.	59
Tableau VII-1: caractéristique des rampes	77
Tableau VII-2: caractéristique des porte rampe	77
Tableau VII-3: résultat de calcul de système d'aspersion	82
Tableau VIII-1: calcule des déférentes volume	88
Tableau VIII-2: cout de travaux de terrassement	88
Tableau VIII-3: cout de pose des conduites	89
Tableau VIII-4: Estimation des couts des borne d'irrigation	89
Tableau VIII-5: Estimation de cout de réservoir de stockage	90

Liste des figures

Figure I-1 Carte de situation de la wilaya de Sétif.....	4
Figure I-2: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	11
Figure I-3 : Climogramme pluviométrique de Gaussen.	12
Figure II-1: Réseau hydrographique de la region de Sétif (BARKATH).....	21
Figure II-2: Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation.	26
Figure III-1 : Ajustement à la loi de Gauss.	36
Figure III-2: Ajustement à la loi de Log-normale.	37
Figure V-1: schéma de la variante de system d'alimentation (ONID).....	56
Figure V-2: présentation de périmètre d'EL Eulma	57
Figure VI-1: irrigation a la raie (irrigazette.com)	67
Figure VI-2: irrigation par submersion. (Rivulus .com)	67
Figure VI-3: irrigation par asperseurs	68
Figure VI-4: irrigation par pivot	69
Figure VI-5: irrigation localisée.....	70
Figure VIII-1: schéma d'un tranché.....	86

Liste des planches

- Planche 1: Plan de Situation de la zone d'étude .
- Planche 2: réseau d'adduction et de distribution .
- Planche 3:réseau d'irrigation par aspersion et goutte à goutte .
- Planche 4:Profile au long de la conduite d'adduction .

Introduction générale

Les ressources en eau jouent un rôle crucial dans le développement économique d'un pays, en particulier dans le secteur agricole où elles sont essentielles pour atteindre les objectifs de croissance et de durabilité.

En Algérie, l'eau est un facteur déterminant pour la réussite des projets agricoles, d'autant plus que l'irrigation est indispensable en raison des variations imprévisibles des précipitations. Les statistiques récentes soulignent la nécessité d'une gestion efficace de cette ressource, afin de faire face aux défis posés par la rareté de l'eau et l'irrégularité des pluies.

La gestion de l'eau agricole en Algérie requiert une approche intégrée qui prend en compte les dimensions économiques, sociales et écologiques. La diminution des précipitations, combinée à une disponibilité en eau de plus en plus aléatoire, complique la sécurisation des exploitations agricoles. Ce contexte exacerbe les enjeux liés à l'irrigation, faisant de la préservation et de l'expansion des surfaces irriguées des défis majeurs pour assurer la sécurité alimentaire.

Dans ce cadre, l'optimisation des réseaux d'irrigation devient essentielle pour améliorer la gestion des ressources en eau et répondre aux besoins croissants de l'agriculture. Notre étude se concentre sur le dimensionnement du périmètre d'El Eulma, dans la Wilaya de Sétif, couvrant 200 hectares et alimenté principalement par le barrage de Draa Diss. L'objectif de cette recherche est d'analyser et de proposer des solutions techniques et socio-économiques pour une gestion plus efficace de l'irrigation, en vue de garantir une meilleure utilisation des ressources hydriques disponibles et de soutenir le développement durable de l'agriculture dans cette région stratégique.

Chapitre I :
Présentation de la zone D'étude

Chapitre I : Présentation de la zone D'étude

I.1 Introduction

Lors de la conception d'un réseau d'irrigation, il est crucial de comprendre et d'analyser divers facteurs liés au développement de 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 fournissant une vue d'ensemble de la situation géographique et des conditions climatiques de la zone d'étude. Une compréhension approfondie de ces aspects est essentielle pour définir les besoins en irrigation et optimiser les ressources en eau. Cette analyse permettra de poser les bases nécessaires pour le développement d'un réseau d'irrigation adapté aux spécificités de la région.

Localisation de la zone d'étude

I.2 Situation géographiques

La wilaya de Sétif se situe à l'Est de l'Algérie à 300 km de la capitale Alger et a 100km des côtes méditerranéennes sur les hauts plateaux avec une altitude entre 800et 1000 mètres de hauteur. Les 60 communes de la wilaya de Sétif sont regroupées autour de 20 daïras. S'étendant sur 6504 km². La ville de Sétif bénéficie d'un climat continental avec un hiver extrêmement froid et un été extrêmement chaud. Les potentialités édaphiques de la région sont bien connues, notamment les hautes plaines sétifiennes. La superficie brute de ces plaines, qui couvre 28.228 hectares, se situe entre les wilayas de Sétif et de Bordj Bou Arreridj. La wilaya de Sétif est délimitée par :

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

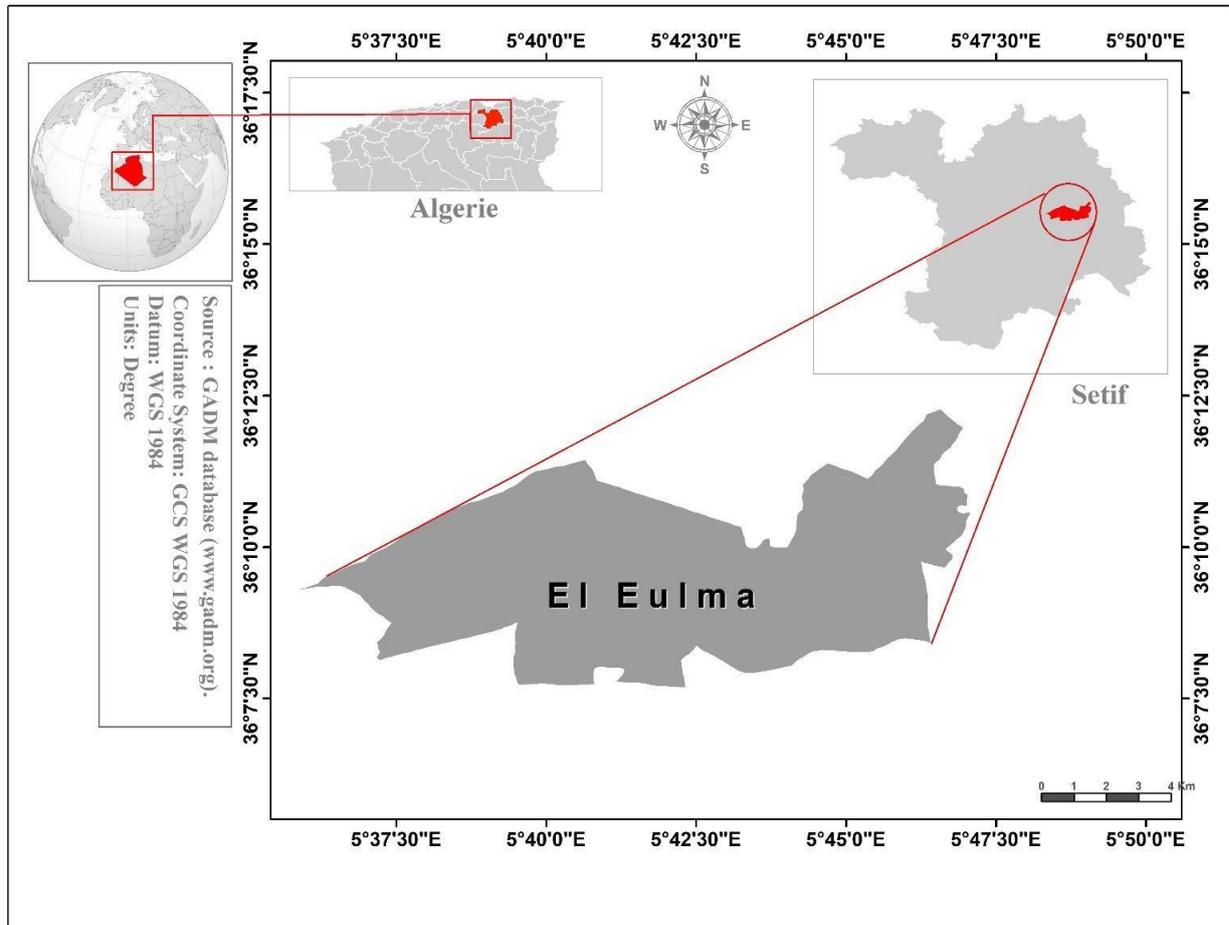


Figure 0-1 Carte de situation de la wilaya de Sétif.

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

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 exploitations du périmètre d'El Eulma ont pour limite supérieure la commune de Guelta Zerka et pour limite inférieure la commune de Bazer Sakra

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, Ouled Saber. Le périmètre d'El Eulma, dans la wilaya de Sétif, est étudié, avec les coordonnées DMS suivantes (latitude $36^{\circ} 8'44.56''N$ - longitude $5^{\circ}44'34.59''E$).

I.3 Infrastructures routières et ferroviaires

Le réseau routier dans la zone d'étude est généralement bien réparti. Tant dans le réseau primaire par 2 routes nationales (RN5 : Alger-Constantine ; RN77 : Batna-Jijel) que dans le réseau secondaire (3 chemins de wilaya : CW113, CW118, CW171) ainsi qu'un réseau dense de chemins communaux reliant toutes les agglomérations au réseau primaire et secondaire. Elle est également traversée par les lignes de chemins de fer Alger –Constantine.

I.4 Réseau hydrographique

La région d'étude est traversée par un réseau hydrologique dense, constitué de plusieurs oueds qui se jettent dans l'oued BouSalam. Voici les principaux oueds qui traversent chaque zone de l'étude :

- **Zone de Mezloug** : Oued Bou Sellam et Oued Ben Diab.
- **Zone intermédiaire** : Oued Bou Sellam et Oued Tixter
- **Zone d'Ain Taghrout** : Oued Ain Taghrout

I.5 Géologie

La carte géologique d'El Eulma comporte à la fois les contreforts méridionaux du tell et plus au Sud le domaine des hautes plaines sétifiennes. Le tell sétifien est représenté par la ligne des hauteurs septentrionales du Djebel Medjounes (1461 m), les monts de Djemila avec djebel chouf Aissa ben zir (1452 m) et le massif des kefs Tiours (1148 m) et du djebel Ayad (1069 m). A partir de ce massif montagneux le relief s'abaisse doucement vers le Sud et se stabilise vers une altitude de 950 m aux environs d'El-Eulma. Les plaines sétifiennes sont principalement des formations quaternaires et aussi des formations mio-pliocène .

I.5.1 Les formations quaternaires

- Alluvions récentes ou actuelles : ce sont surtout des limons et des graviers rencontrés le long des oueds et quelques galets gréseux provenant du mio-pliocène qui se caractérise par un mauvais drainage. Ce qui permet le développement d'une végétation herbacée et qui constitue d'excellents pâturages.
- Terres arables, formation de pente, alluvions anciennes et quaternaire indéterminé : ce sont des placages limoneux qui eux ne sont qu'exceptionnellement inondables et sur lesquels s'est installés des sols bruns calcaires.
- Villafranchien probable : calcaires lacustres, sols à croute, cailloutis fluviaux, ces niveaux sont ravinés par des argiles. Sur les croutes sont installés des sols peu profonds ou la partie la plus récente est une nouvelle croute dont l'épaisseur est comprise généralement entre 2 à 10 cm, alimentée en carbonate par la croute massive et que les labours doivent disloquer.

I.5.2 Les formations mio-pliocène

Les formations du Mio-Pliocène se manifestent sur une large étendue, principalement constituées de sable, de limons rougeâtres, de cailloutis et de conglomérats du Mio-pliocène continental. Il s'agit d'une accumulation importante de cailloutis et de limons rougeâtres argilo-sableux ou marno-calcaires, qui sont des épandages fluviaux dans un bassin dépendant. Le périmètre se situe dans la zone géologique Quaternaire.

I.6 Relief

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

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

I.7 Conditions climatiques

Le climat représente l'ensemble des conditions météorologiques qui définissent l'état moyen de l'atmosphère dans une région spécifique de la terre. Il englobe plusieurs éléments essentiels tels que les précipitations, la température de l'air, le vent, l'humidité atmosphérique, la pression de vapeur, la couverture nuageuse et l'évaporation. Ces facteurs sont tous déterminants pour le développement des végétaux. Ainsi, une connaissance approfondie de chacun de ces composants est cruciale pour adapter les pratiques agricoles au climat spécifique d'une région et garantir une production agricole optimale. Les données météorologiques utilisées dans cette étude ont été fournies par L'ANRH.

I.7.1 Précipitations

Les précipitations varient considérablement en quantité et en intensité dans cette région, avec un régime pluviométrique irrégulier. Les vents froids en provenance du nord et du nord-ouest pendant les saisons d'hiver et de printemps ont une influence significative sur la répartition des périodes de pluie.

Tableau 0-1 : Précipitations mensuelles de la station de Sétif.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Pluies (mm)	27.4	29.7	35.1	39.4	33.2	35.7	43.8	44.3	45.6	21.8	8.40	9.9	365.50

Source : A.N.R.H

I.7.2 Température de l'air

Pour l'étude du climat dans notre zone d'étude, nous nous sommes référées à la station météorologique de Sétif gérée par l'ONM.

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.

Tableau 0-2 : Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T min	1,8	2,2	4,5	6,1	11,4	15,8	19,2	19,4	15,3	11,1	5,9	2,6
Max	9,7	11,7	14,7	17,1	23,4	29,5	33,1	32,8	27,1	21,3	15,2	10,5
Moyenne	5,4	6,5	9,2	11,3	17,1	22,5	25,9	25,7	20,6	15,6	9,8	6,1

Source : O.N.M

I.7.3 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 0-3: Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en % (Sétif)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hr %	76,0	69,0	63,0	59,0	53,0	41,0	35,0	38,0	54,0	62,0	72,0	77,0

Source : A.N.R.H

I.7.4 Vent

Les vents exercent une influence significative sur l'évapotranspiration, jouant également un rôle crucial dans le contexte de l'irrigation par aspersion. Ainsi la détérioration des plantes végétative.

Tableau 0-4: Vitesse du vent de la station de Sétif

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
V (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 faibles 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.7.5 Le sirocco

Le sirocco est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral, Dans la zone d'étude, le sirocco est fréquent de mai à septembre, période pendant laquelle ce vent sec et chaud peut causer des dommages importants aux cultures en augmentant la température et en asséchant le sol.

Tableau 0-5: Nombre de jours de sirocco durant l'année.

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

Source : A.N.R.H

La mise en place des brise-vent reste nécessaire avant toute plantations arboricoles car la zone est soumise à des vents permanents (surtout le sirocco).

I.7.6 Gelée blanche

La gelée blanche se produit lorsque des cristaux de glace se forment sur une surface refroidie par le rayonnement nocturne. Ce phénomène est fréquent dans les plaines de Sétif.

Tableau 0-6 : Nombre moyen de jours de gelée blanche.

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

Source : O.N.I.D

Le phénomène est visible à partir de novembre et atteint son pic entre décembre et février, pour ensuite disparaître vers la fin de mars.

I.7.7 Durée D'insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol, est enregistré durant tout l'année avec des valeurs variables. La région bénéficie d'une quantité élevée d'ensoleillement, avec une moyenne quotidienne de 8.2 heures par jour sur l'année. Au total, l'ensoleillement annuel s'élève à 2 990 heures, réparties entre 1 169 heures en hiver et 1 821 heures en été.

Tableau 0-7 : Moyenne mensuelle de l'insolation.

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

Source : O.N.I.D

I.8 Classement du climat

I.8.1 Classification du climat selon l'indice de De Martone

L'indice d'aridité, ou indice de Marton, est un paramètre utilisé pour classer les climats et évaluer la disponibilité de l'irrigation en fonction des conditions climatiques.

$$I_a = P / (T + 10) \dots\dots\dots (I.1)$$

Avec :

I : indice d'aridité.

P : pluviométrie annuelle en mm

T : température moyenne annuelle de l'air en °C.

Les intervalles des climats d'après l'indice d'aridité de MARTONN sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 0-8 : Classification du climat

Valeur I_a	Type de Climate	Irrigation
$I_a < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_a < 10$	Très sec (aride)	Indispensable

10 < Ia < 20	Sec (semi-aride)	Souvent indispensable
20 < Ia < 30	Relativement humide	Parfois utile
Ia > 30	Humide	Inutile

Source : (FAO)

Ona :

$$P=365.50 \text{ mm}$$

$$T=14.64 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

$$Ia = 365.50 / (14.64 + 10) = 14.83$$

Selon la classification précédente, il est observé que la région est caractérisée par un régime climatique relativement sec, correspondant à un étage semi-aride, ce qui rend l'irrigation indispensable.

I.8.2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger

L'indice climatique d'Emberger, également connu sous le nom de quotient pluviométrique, est utilisé pour catégoriser les cinq types de climats méditerranéens, allant du plus aride à celui de haute montagne. Cet indice se calcule de la manière suivante :

$$Q = (2000 \times p) / (M^2 - m^2) \dots\dots\dots \text{(I.2)}$$

Avec :

Q : Coefficient pluviométrique d'Emberger. P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température maximale du mois le plus chaud (Kelvin).

m : Température minimale du mois le plus froid (Kelvin).

Ona :

- P= 365.5 mm

- M= 33.1 °C

- m= 1.8 °C

Donc

$$Q=40,20 \text{ mm}$$

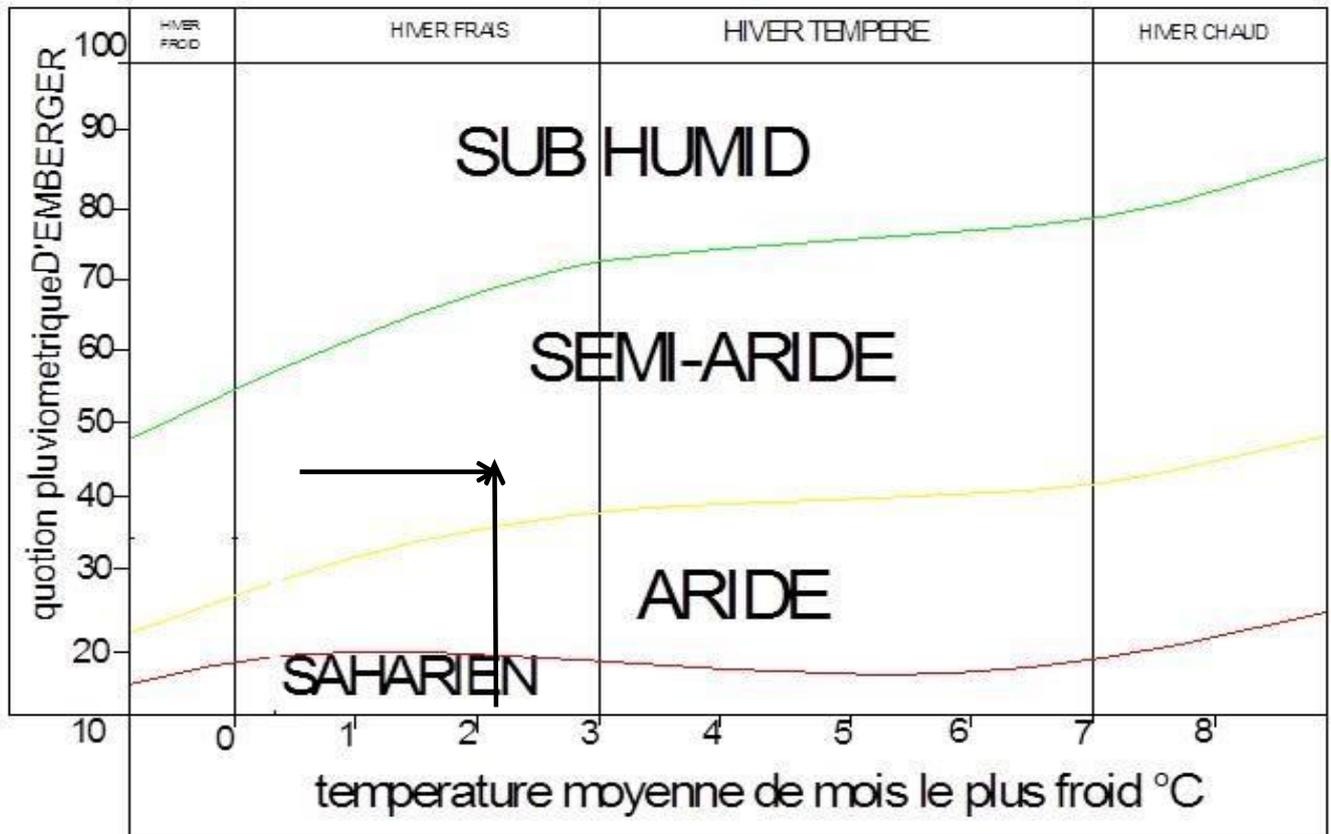


Figure 0-2: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

Selon le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut conclure que le climat de notre région est de type semi-aride.

1.8.3 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique de F. Bagnouls et H. Gaussen permet de mettre en évidence la période sèche au cours de l'année. Dans ce diagramme, un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations en millimètres (mm) est inférieur ou égal au double de la température en degrés Celsius (°C), soit $P \leq 2T$. Cela se produit lorsque la courbe des précipitations descend en dessous de celle des températures. La période sèche est déterminée par l'intervalle entre les points d'intersection des deux courbes sur l'axe des abscisses.

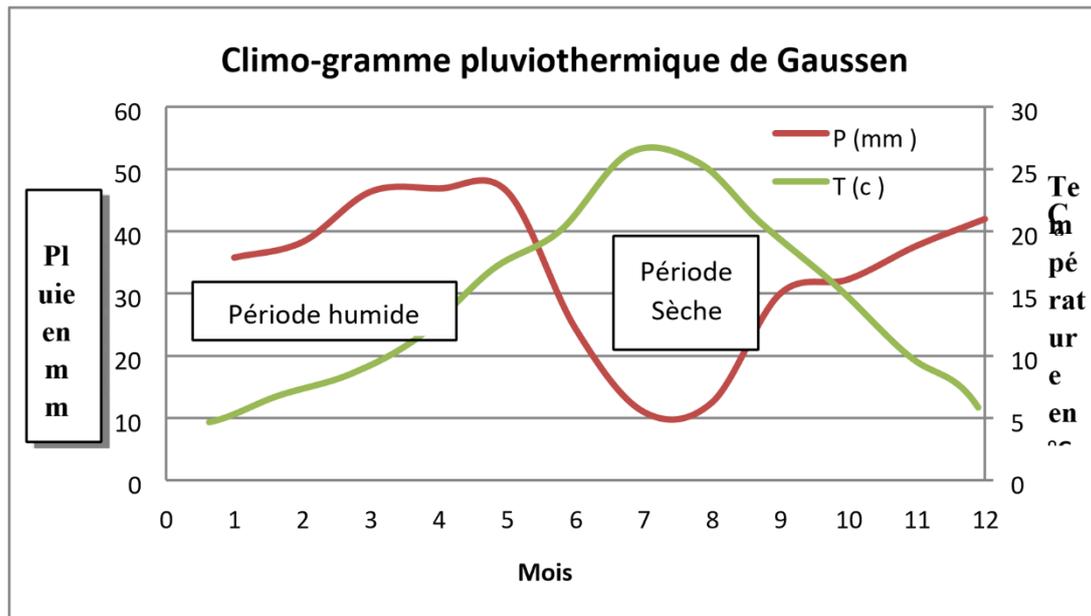


Figure 0-3 : Climogramme pluviométrique de Gausсен

D'après le climogramme, la période sèche s'étend sur plus de 5 mois de juin jusqu'au octobre ce qui confirme le caractère semi-aride de cette zone.

I.9 Conclusion

Ce chapitre, nous a permis de prendre une idée générale sur la situation actuelle du périmètre de EL Eulma situé dans la wilaya de Sétif. Nous avons détaillé les conditions naturelles de la zone d'étude, en se basant sur : Les paramètres agrométéorologiques indiquent que notre zone est soumise à un régime de climat semi-aride.

Le régime des précipitations est assez irrégulier au cours des années, Dans ce cas, l'introduction de l'irrigation s'avère utile pour l'intensification des cultures.

Chapitre II :
Resource en sol et en eau

Chapitre II : Resource en sol et en eau

I.10 Introduction

L'eau et le sol sont essentiels pour l'agriculture, surtout dans un contexte de croissance démographique rapide. En Algérie, le climat aride rend l'eau cruciale pour le développement socioéconomique et souligne l'importance de préserver les sols, qui ne sont pas renouvelables à l'échelle humaine.

Ce chapitre explore les interactions entre le sol et l'eau pour une gestion durable des terres agricoles. Nous examinerons les caractéristiques et la classification des sols, ainsi que la quantification et le classement de l'eau disponible pour l'irrigation. L'objectif est de distinguer les sols à irriguer de ceux à protéger, en optimisant l'utilisation de l'eau et en préservant la productivité des sols pour assurer la sécurité alimentaire et la résilience des écosystèmes agricoles.

I.11 Partie 1 : Ressource en sol

Dans un projet de valorisation des terres, plusieurs caractéristiques doivent être prises en compte, notamment : la profondeur du sol, qui détermine l'épaisseur des couches accessibles aux racines et donc la réserve en eau disponible. la texture du sol, incluant la granulométrie de la terre fine et la charge en cailloux, qui affecte la rétention de l'eau .et les caractéristiques chimiques (pH, CE,) qui influencent les possibilités de culture dans la zone à irriguer.

I.11.1 Classification des sols

La classification utilisée dans cette étude est celle établie par la Commission de pédologie et de cartographie des sols de France (C.P.C.S, 1967). Cette classification repose principalement sur la détermination des unités supérieures telles que la classe, la sous-classe, le groupe et le sous-groupe.

La prospection pédologique et l'analyse des différents échantillons prélevés ont révélés l'existence de trois (03) classes :

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

I.11.1.1 Les sols peu évolués

Ce sont des sols bien représentés dans la zone d'étude. Ils sont présents principalement dans la partie nord et accessoirement dans la partie sud aux environs de la sebkha. Ces sols s'étendent sur une superficie de 11800.3ha (49.9 % de la superficie). Ce sont des sols peu évolués,

d'origine non climatique, d'apport alluvial. Les sous-groupes rencontrés sont les sols modaux, les sols vertiques, les sols Hydromorphes et les sols halomorphes.

I.11.1.2 Les sols calcimagnésiques

Les sols calcimagnésiques occupent la plus grande superficie car on se trouve dans la voie calcimorphe. Ils occupent une superficie de 9788.25 ha soit 38 % de la superficie totale. Ils apparaissent d'une manière non continue dans la partie nord et se densifient dans la partie sud. La caractéristique principale de ces sols reste la présence de calcaire sous toutes ses formes avec l'absence des fortes teneurs en sels et une texture non argileuse. La présence ou l'absence d'un niveau limitant les différencient entre les sols modaux, les sols à encroûtement, les sols vertiques et les rendzines.

I.11.1.3 Les sols a sesquioxydes de fer

Ce type de sol est peu répandu dans cette région, où sa teinte rougeâtre constitue sa principale caractéristique. En raison de l'absence d'un horizon B bien structuré, la plupart des sols rouges de la région d'El-Eulma sont classés dans d'autres catégories. Dans la zone d'étude, ces sols couvrent seulement une petite surface au nord-est, d'environ 2900 hectares . Leur texture équilibrée en surface devient plus argileuse en profondeur, avec un faible taux de calcaire.

Tableau 0-1: Résultats analytiques des Analyses précédemment faites au niveau des différents sols.

N° profils	profondeur s	Granulométries %			texture	Matières organiques				Réserves minérales					PH	CE mmhos/cm	Classe des sols
		A	Lf+Lg	Sf+Sg		MO%	C%	N%	C/N	Caco3 Totale%	Actif%	P2o5 Totale	P2o5 ppm	Assité			
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 évolués	
	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 : Enhyd

I.11.2 Caractéristiques physico-chimiques des sols

L'analyse physico-chimique réalisée en laboratoire a permis d'approfondir notre compréhension des propriétés, notamment texturales et hydrodynamiques, de notre sol.

I.11.3 Caractéristiques physiques

- **Texture des sols** : limono-argileuse. Voir (annex02)
- **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 0-2: 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

I.11.4 Caractéristiques chimiques

- **Le PH** : Le pH est un indicateur qui mesure l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il influence l'ensemble des réactions chimiques dans le sol.

En surface, les valeurs de pH varient entre 7.7 et 8.1, indiquant un milieu légèrement à modérément alcalin. En profondeur, les valeurs les plus courantes se situent entre 7,8 et 8,3. Globalement, les valeurs de pH restent similaires en surface et en profondeur, ce qui s'explique par la présence significative de calcaire dans les sols.

- **La capacité d'échange cationique (CEC)** : Les résultats analytiques révèlent des valeurs comprises entre 21 et 28 meq/100g, indiquant que les sols sont moyennement riches en éléments nutritifs.

I.12 Les zones homogènes

Dans la zone d'étude il y a en gros, quatre classes de zones homogènes selon les caractéristiques du sol qui sont la profondeur, la texture, le taux de calcaire, l'halomorphie, l'hydromorphie et la charge en cailloux.

I.12.1 Zone I

Cette classe de sols, couvrant une superficie de 3804,27 hectares principalement située dans la zone nord du périmètre d'étude, se distingue par l'absence de contraintes pour la mise en valeur. Ces sols sont très profonds, avec des taux de calcaire modérés et des textures équilibrées. Leur profondeur, généralement supérieure à 80 cm, et leur structure favorable en font des sols prioritaires pour l'irrigation. Ils conviennent bien aux cultures industrielles, céréalières et fourragères, ainsi qu'aux cultures maraîchères et arbustives.

I.12.2 Zone II

Ces sols, bien que moyennement profonds à profonds, nécessitent des travaux préparatoires tels que des labours profonds ou du sous-solage avant toute irrigation. Leur structure est généralement favorable, offrant de bonnes à moyennes aptitudes pour les cultures industrielles et maraîchères, et des aptitudes moyennes pour les cultures céréalières et fourragères.

I.12.3 Zone III

Cette classe regroupe les sols présentant un encroûtement entre 50 et 80 cm, offrant au moins cette profondeur pour la zone racinaire. Le taux de calcaire y est généralement plus élevé, particulièrement au niveau de la zone racinaire.

I.12.4 Zone IV

Cette classe regroupe les sols les plus défavorables, caractérisés par leur nature squelettique et une profondeur de moins de 30 cm, ou par une salinité excessive.

L'étude d'actualisation a couvert une superficie d'environ 15 000 ha, dont 13 000 ha irrigable à savoir la classe I est irrigables sans aucune contrainte majeure, les classes II et III peuvent supportées moyennement quelque espèces fruitières et bonne pour les autres cultures de seulement la classe III support moins bien les cultures maraîchères et industrielles à cause du facteur limitant qui est la profondeur, et la présence de l'encroûtement calcaire entre 50et 80cm.

II.4 Aptitudes culturales en irriguée

L'étude de l'aptitude culturale des sols est essentielle pour évaluer leur valeur agronomique et orienter les choix des agriculteurs en matière de cultures. Elle repose principalement sur les caractéristiques morphologiques des sols, telles que leur profondeur et leur position topographique.

Tableau 0-3 : Les aptitudes culturales associées à chaque zone.

Zones		Zone I	Zone II	Zone III
Propriétés		Sont des sols profonds, à Dominance limoneux-argileuse Perméables, bien aérés	Sont des sols moyennement Profonds, Structure généralement favorable	Les sols Présentant un encroûtement entre 50 et 80 cm
Aptitudes	Les cultures maraîchères	Tomate, oignon, Ail, pomme de terre, haricot, carotte Petits pois, Chou, concombre.	Tomate, oignon, ail, pomme de Terre, haricot, carotte, concombre.	Radis
	Les cultures industrielles	Betterave à sucre	Coton	Soja
	Les cultures céréalières	Blé orge mais	Blé Orge mais	Mais Orge
	Les cultures fourragères	Avoine, Luzerne	Avoine, Luzerne	Sorgho fourrager
	l'arboriculture	-Pêcher -Pommier - Olivier -Cerisier	- Olivier	Grenadier

I.13 Le statut foncier dans la zone d'étude

La surface enquêtée dans le cadre du projet d'Etude d'Aménagement Hydro-agricole du périmètre d'El Eulma est de 23 733,1 ha. Cette surface représente les superficies des exploitations publiques et des propriétés privées de la zone d'étude. Elle est répartie selon le tableau suivant :

Tableau 0-4: Répartition des superficies selon le statut juridique.

Communes	Exploitations				TOTAUX	
	Public		Privé			
	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	9 893,68	41,76	13 822,22	58,24	23 733,10	100

Source : ONID Alger

Cette répartition nous indique que la superficie totale cultivable du périmètre est dominée par le secteur privé avec **13 822,22 ha**, soit **58,24 %** de la superficie totale.

Le tableau suivant expose la répartition des exploitations (en nombre) selon les résultats de L'enquête foncière réalisée dans le cadre de cette étude.

Tableau 0-5: Nombre des 'unités foncières selon le statut juridique

Communes	Exploitations					Totaux
	EAC	EAI	Ferme Pilote	Privé	Autres	
Guelta Zerka	55	8	5	298	29	395
El Eulma	40	9	29	429	34	541
Bir El Arch	93	21	2	1077	138	1331
El Ouldja		2	1	190	5	198
Bazer Sakra	54	26	9	1197	91	1377
Ouled Sabor	9			38	2	49
Total	251	66	46	3229	299	3891

Source : ONID Alger

- **EAC** : Exploitation Agricole Collective.

- **EAI** : Exploitation Agricole industriel

- En termes de taille des parcelles, les plus grandes se trouvent dans les EAC, avec une moyenne de 19,79 hectares par parcelle, tandis que les plus petites sont dans le secteur privé, avec une moyenne de 4,04 hectares par parcelle.

Les exploitations publiques possèdent une taille moyenne de 14,27 hectares par parcelle, et les EAI affichent une moyenne de 9,49 hectares par parcelle. Par unité foncière, les EAC et les propriétaires privés possèdent en moyenne 2 parcelles, bien que la taille de celles-ci diffère. Les EAI ont en moyenne 1,5 parcelle, tandis que les terrains publics sont composés de 7 parcelles.

I.14 Partie 2: Resource en eaux

I.15 Situation géographiques

Le transfert Est permis d'alimenter la zone d'el Eulma située dans les Hautes Plaines grâce aux eaux recueillies dans la zone montagneuse. Le transfert comprend deux bassins versants aux caractéristiques très différentes :

- ▶ Le premier est formé par l'oued Djendjen avec les retenues d'Erraguene et de Tabbelout.
- ▶ Le deuxième est formé par l'oued Medjez où se trouve la retenue de Draa Diss.

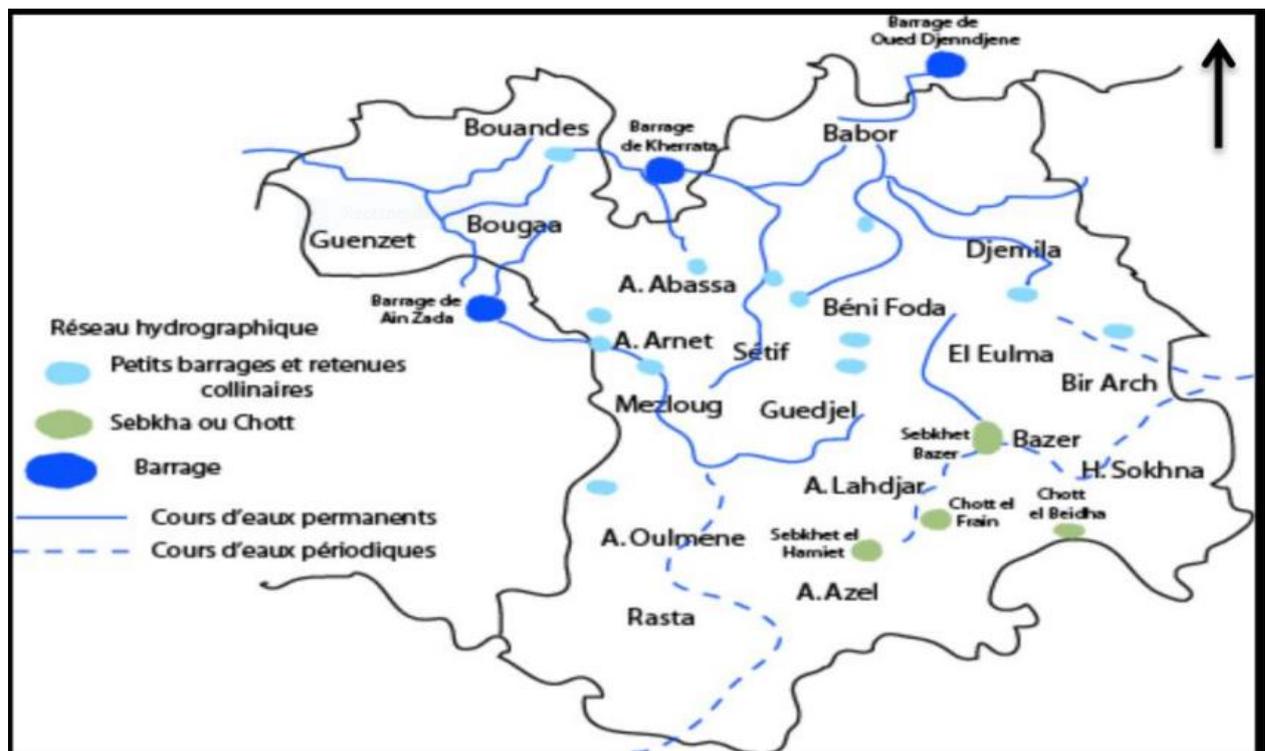


Figure 0-1: Réseau hydrographique de la région de Sétif (BARKAT.H)

I.15.1 Hydrographie

Le bassin hydrographique de la zone des ressources s'étend sur 402 km², englobant une région montagneuse caractérisée par des pentes moyennement fortes.

L'oued Djendjen, le principal cours d'eau, se jette dans la mer à l'Est de Jijel. Ce bassin versant se divise en deux sous-bassins :

- le bassin amont d'Erraguene (133km²)
- le bassin du barrage de Tabbelout (269 km²).

-Le bassin de Draa Diss : situé sur l'oued Medjez, est très petit avec une superficie de 22,4 km², en raison de la proximité du barrage à la ligne de partage des eaux, ce qui limite naturellement sa contribution aux ressources hydriques.

Le passage de l'eau entre Erraguene et Tabbelout peut être rapide et surtout concerner un volume important. Entre Tabbelout et Draa Diss les choses sont très différentes car il y a un pompage avec une capacité limitée. Ce pompage a été dimensionné pour fournir 189 hm³ par an, il ne peut donc pas reconstituer rapidement la réserve à Draa Diss même lorsqu'elle est disponible à Tabbelout.

I.16 Les retenues

I.16.1 Draa Diss

Le barrage de Draa Diss se trouve à 11,5 km au nord-est d'El Eulma, sur l'oued Medjez, à l'est de l'agglomération de Tachouda. Il est positionné dans un rétrécissement topographique de la vallée, marqué par un éperon calcaire sur la rive gauche. L'axe du barrage, orienté NO-SE, est principalement rectiligne, avec une légère courbure au niveau de l'éperon situé en hauteur sur la rive droite, afin d'assurer une meilleure stabilité structurelle.

I.16.1.1 Caractéristique du barrage

Tableau 0-6: Les Caractéristique du barrage

Type	Barrage en remblais à noyau argileux
Hauteur maximale de la digue	70 m
Côte en crête	1140,20 NGA
Cote des Plus Hautes Eaux (PME)	1 138,55 NGA
Côte de retenue normale	1138,20 NGA
Cote de Limite Utile (LU)	1 090,95 NGA
Capacité totale	137,30 hm³
Capacité Utile d'Exploitation	137hm³
Capacité Utile de Régulation	135,80hm³
Longueur en crête	970 m
Largeur en crête	7m
Côte de retenue normale	1138,20 NGA
Evacuateur de crue	Sans

Source : ONID Alger

- En rive gauche de l'ouvrage, on trouve une prise pour le réseau d'irrigation, située à la côte 1084NGA.
- Le réseau d'AEP dispose de trois prises : 1120 NGA, 1102 NGA et 1084,40 NGA.

- Toutes les conduites de prise sont munies de deux vannes papillon (pour la protection et le réglage).
- Il y a deux vannes wagon sous carter de 2,40 X 1,95 m qui assurent la vidange de fond, avec (une vanne de garde et une vanne de réglage).
- La galerie de dérivation est située dans l'éperon calcaire de la rive gauche et mesure 406 mètres.

I.16.2 Capacités utiles des retenues

- Erraguène : 165 hm³
- Tabellout : 215 hm³
- DraaDiss : 137 hm³

I.17 Système de transfert est

Ce système vise le transfert des eaux du barrage existant d'Erraguène et de la future retenue de

Tabellout vers la future retenue de Draa Diss pour le renforcement de l'AEP et l'irrigation du périmètre d'El Eulma. Ce système comporte :

- Le barrage Erraguène existant
- Le barrage de Tabellout
- Un tunnel de 13 km
- Le réservoir tampon de Ouled El Halib
- 5 stations de pompage
- Une adduction de 60 km
- Le barrage de Draa Diss.

De par sa position, en aval, Tabellout reçoit les eaux lâchées d'Erraguène et intercepte les eaux du bassin intermédiaire. Ces eaux seront transférées par gravité vers le réservoir tampon au moyen d'un tunnel puis vers Draa Diss par pompage sur 63 km d'adduction pour une dénivelée de 470m, le débit d'équipement du pompage étant de 7,2 m³/s.

I.18 Étude de la qualité de l'eau d'irrigation

La qualité chimique de l'eau des barrages a été analysée à partir d'échantillons collectés sur plusieurs années, provenant spécifiquement des barrages de Draa Diss et d'Erraguène.

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

I.18.1 Classification des eaux pour l'irrigation

Les facteurs qu'on doit vérifier pour étudier la qualité de l'eau sont : -

Risque de Salinité.

-Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR).

I.18.1.1 Classification américaine

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

- **La Conductivité électrique (CE) :** la conductivité électrique, qui est liée à la mobilité des ions, est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

Tableau 0-7: Risque d'irrigation en fonction de la salinité

Conductivité électrique (mmhos/cm)		Risque	Remarque
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible	Convient pour toutes les cultures
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen	Convient pour les plantes moyennement tolérantes
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé	Ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé	Eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

- **Le coefficient d'absorption du sodium (S.A.R) :** on exprime le Danger d'alcalinité d'une eau d'irrigation par le SAR (Sodium Absorption Ratio), Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le SAR est défini par l'équation suivante :

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

Avec :

- Na^+ : Sodium en meq. /L
- Ca^{++} : Calcium en meq. /L
- Mg^{++} : Magnésium en meq. /L

Tableau 0-8: Le risque d'irrigation en fonction de la valeur du SAR

Classe	SAR	Risque d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

I.18.1.2 Composition chimique de l'eau d'irrigation

La qualité chimique de l'eau relevée du barrage d'Erraguene a été étudiée sur des échantillons prélevés au niveau de ce dernier. Les analyses effectuées au niveau du barrage sont données par le tableau suivant :

Tableau 0-9: Composition chimique de l'eau du barrage.

Paramètre	Unité	Echantillons				Moyenne
		1	2	3	4	
PH		7,4	7,7	8,2	7,9	7.9
Conductivité	Mhos/cm	75	76	77	77	76
Alcalinité totale	mg/l (CaCO ₃)	104	102	110	102	105
Dureté totale	mg/l (CaCO ₃)	240	210	220	310	245
Calcium	mg/l	74	63	65	61	70
Magnésium	mg/l	19	13	16	30	26
Sodium	mg/l	14	14	19	16	17
Potassium	mg/l	1	1,3	1,3	1,2	1.2
Chlorure	mg/l	13	18	16	14	15
Nitrate	mg N /l	1,4	0,3	0,3	0,1	0.3
Sulfate	mg/l	78	111	113	127	107
Plomb	mg/l	nul	nul	0,28	nul	0
Bore	mg/l	0,07	0,03			0.12

Source : ONID Alger

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

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

Alors, selon le diagramme Riverside

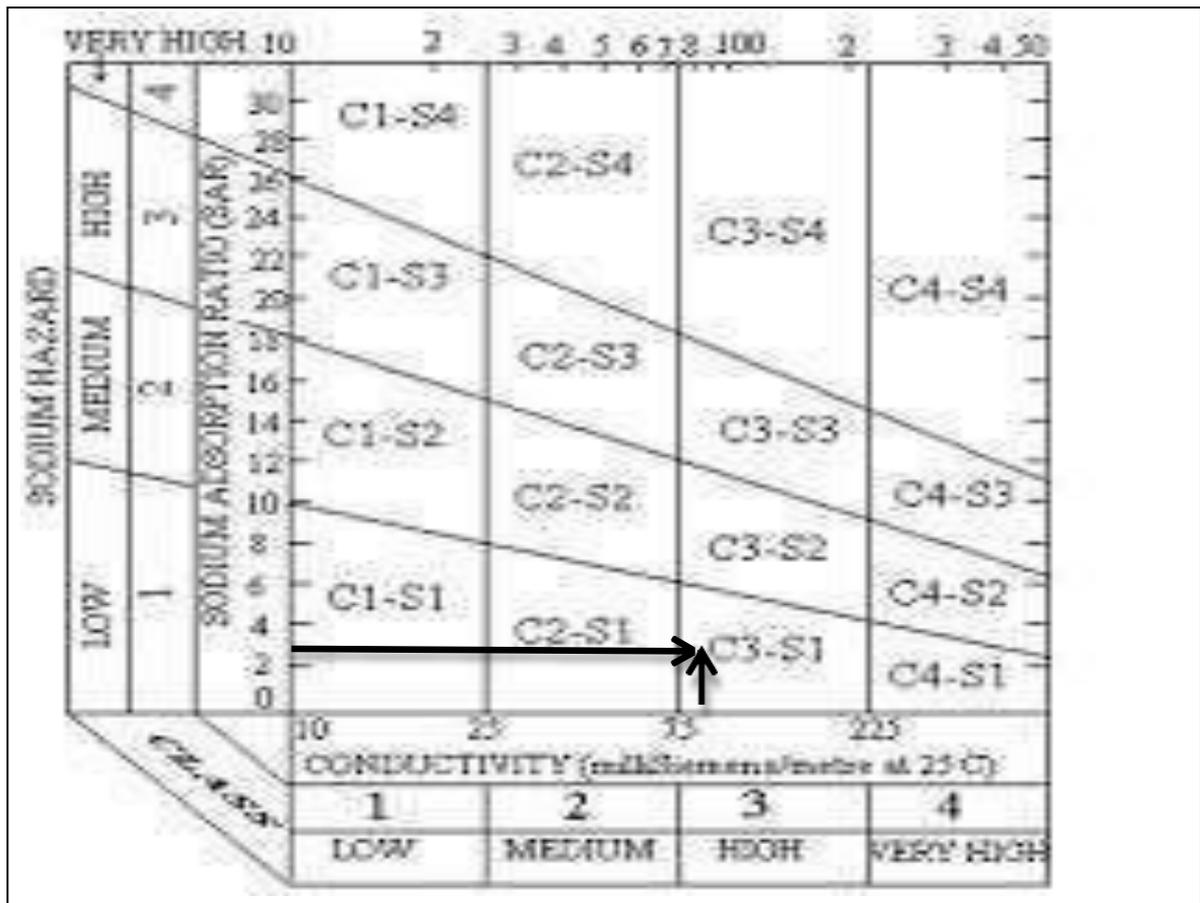


Figure 0-2: Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation.

D'après ces résultats, il ressort que :

- La conductivité électrique est de 76 mhos/cm.
- Le SAR est égal à 2.45 meq/l, l'eau du barrage est classée en C3 S1, avec une salinité qui fluctue entre moyenne et relativement forte.

I.18.2 Qualité de l'eau de souterraines :

Dans la région d'El Eulma les puits seraient limités à des profondeurs inférieures à 50 m à cause d'eau salée peu profonde.

Actuellement des observations sur terrain ont permis d'avancer que le rabattement de la nappe est très important au Nord-Ouest. Il se situe généralement entre 20 et 52 m (zone Smara), et plus au Sud elle dépasserait les 100 m (**stuky-Enhyd et Brli.2008**)

I.19 Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'étude des ressources en sol et en eau qui sont essentielles pour la réalisation d'un projet d'irrigation.

L'analyse agro-pédologique de la zone d'étude et les analyses physico-chimiques des sols ont mis en évidence des propriétés adéquates pour toute mise en valeur de ce périmètre.

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

Les eaux du barrage de Draa Diss qui alimentent notre périmètre appartiennent à la classe C3 S1, présentent un pH normal, adapté à l'irrigation, avec une faible teneur en sodium, une alcalinité modérée, et une salinité appropriée. L'irrigation du périmètre à partir de ce barrage ne présente aucune contrainte sauf éventuellement aux arbres fruitiers.

Chapitre III :
Calcul Hydrologique

Chapitre III : Calcul Hydrologique

I.20 Introduction

L'étude hydrologique est une étape essentielle dans les projets d'irrigation. Son objectif principal est de déterminer les caractéristiques des pluies, notamment leur fréquence et quantité, afin d'évaluer les eaux pluviales reçues par un bassin versant. Cette analyse est cruciale pour le dimensionnement et la planification des aménagements hydro-agricoles.

I.21 La Série des données pluviométrique

L'agence nationale des ressources en eau (ANRH), gère plusieurs stations pluviométriques. Pour notre région nous avons choisi la station de HAMMAM codée 100110 par l'ANRH, dont les coordonnées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 0-1:Caractéristiques principales de la station pluviométrique

La station pluviométrique	Code	Coordonnées UTM			Période d'observation	Nombre d'années d'observation
		X(Km)	Y(Km)	Z(Km)		
HAMMAM	100110	763.3	338.8	710	1992/2021	30

Source : ANRH Alger

La station a fourni une série pluviométrique comprenant les précipitations moyennes mensuelles sur une période de 30 ans, de 1992 à 2021. Les données collectées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 0-2: pluie moyennes mensuelles.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Tot
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

Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes :

Tableau 0-3: Caractéristiques de la série pluviométrique.

Moyenne	285,83(mm)
Écart type	94,93
cv	0,332
Pmin	227,4(mm)
Pmax	696,8(mm)

I.22 Test d'homogénéités

Le test de Mood permet de vérifier l'homogénéité d'une série de données pluviométriques.

Voici comment cela fonctionne :

- **Échantillon** : On prend un échantillon de données x_1, x_2, \dots, x_n et on le classe par ordre croissant pour déterminer sa médiane M . La médiane est une valeur qui divise l'échantillon en deux parties égales, avec 50% des valeurs inférieures à M et 50% des valeurs supérieures.
- **Remplacement par des signes** : On remplace chaque valeur x_i par un signe +++ si $x_i > M$ et par un signe -- si $x_i < M$.

- **Calculs** :

- N_s : nombre total de séries consécutives de +++ ou de --.
- T_s : taille de la plus grande série consécutive de +++ ou de --.

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

$$T_s < 3.3 (\log 10N + 1) \dots\dots\dots \text{III.2}$$

Tableau 0-4: Calcul des paramètres du test de la médiane

Série triée par ordre croissant		Série non triée	
Ordre m	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

Alors on a :

- $M=393.4$.
- $N_s=15$

Avec :

$$1/2 (N + 1 - 1.96\sqrt{N - 1}) = 10.22$$

$$1/2(N + 1 + 1.96\sqrt{N - 1}) = 20.78$$

Donc :

$$10.22 < N_s = 15 < 20.78$$

Et d'autre part :

$$3.3 (\log_{10} N + 1) = 8.17$$

Et

$$T_s = 5 < 3.3 (\log_{10} N + 1) = 8.17$$

D'après le résultat Le test d'homogénéité de Mood est vérifié

I.23 Ajustement de la série pluviométrique

Les séries pluviométriques peuvent être modélisées à l'aide de différentes lois statistiques, en choisissant celles qui offrent le meilleur ajustement pour le projet en question. Parmi les lois les plus couramment utilisées, on trouve :

- Loi de Gauss ou loi normale
- loi de Log-normale

I.23.1 Ajustement des pluies annuelles a 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. $F(x) = (n-0.5) / N \dots\dots \text{III-3}$

Avec : n : Numéro d'ordre et 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 :

$$X_p\% = \bar{X} + \delta * U_p\% \quad \dots\dots\dots \text{III-4}$$

Avec :

- X_p : Précipitation de probabilité P%
- U_p : Variable réduite de Gauss
- \bar{X} : Moyenne arithmétique
- δ : Ecart type

Pour le calcul on a utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau 0-5: Caractéristiques de la série pluviométriques

Moyenne	285,83(mm)
Mu	397.567
Sigma	112.904
Cv	0.284

Tableau 0-6: les fréquences Variable réduite de Gauss

Ordre m	Pmoy (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

Les résultats de l'ajustement par HYFRAN sont :

Tableau 0-7: Résultat de l'ajustement à la loi normal par HYFRAN

t	Fréquence au non dépassement (q)	Xt (mm)	Ecart type	Intevale 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

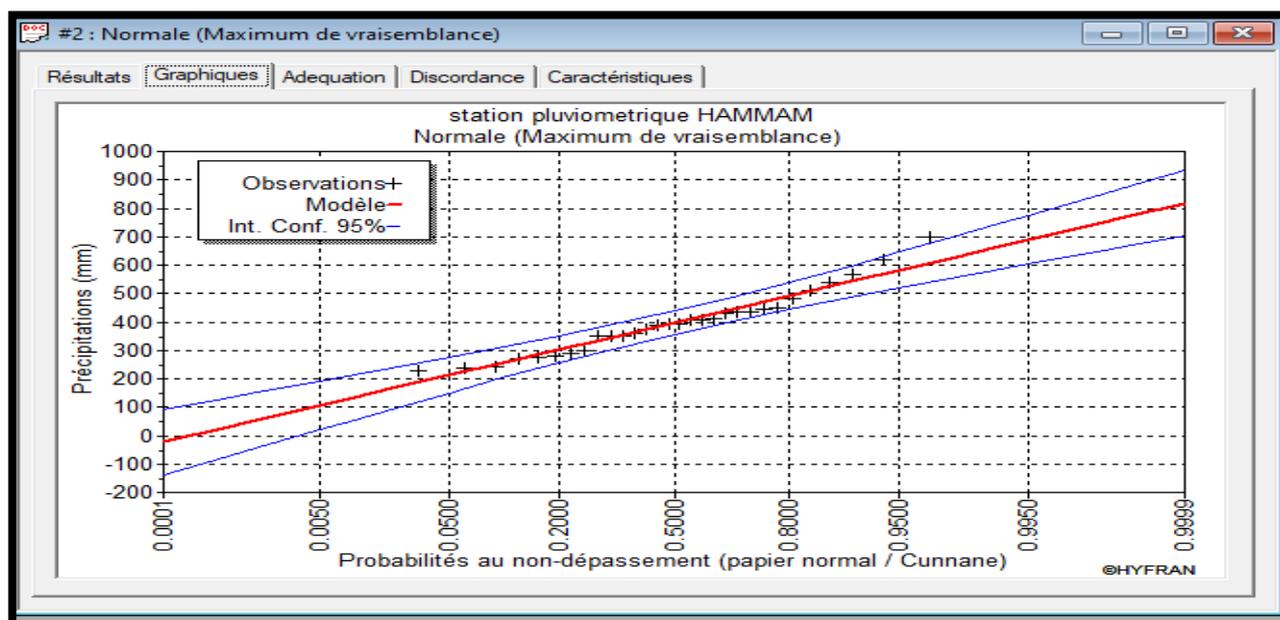


Figure 0-1: Ajustement à la loi de Gauss.

1.23.2 Ajustement à la loi Log-normale

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

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

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

Les résultats de l'ajustement par HYFRAN sont :

Tableau 0-8: Résultat de l'ajustement à la loi Log-normale par HYFRAN

t	Fréquence au non dépassement (q)	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

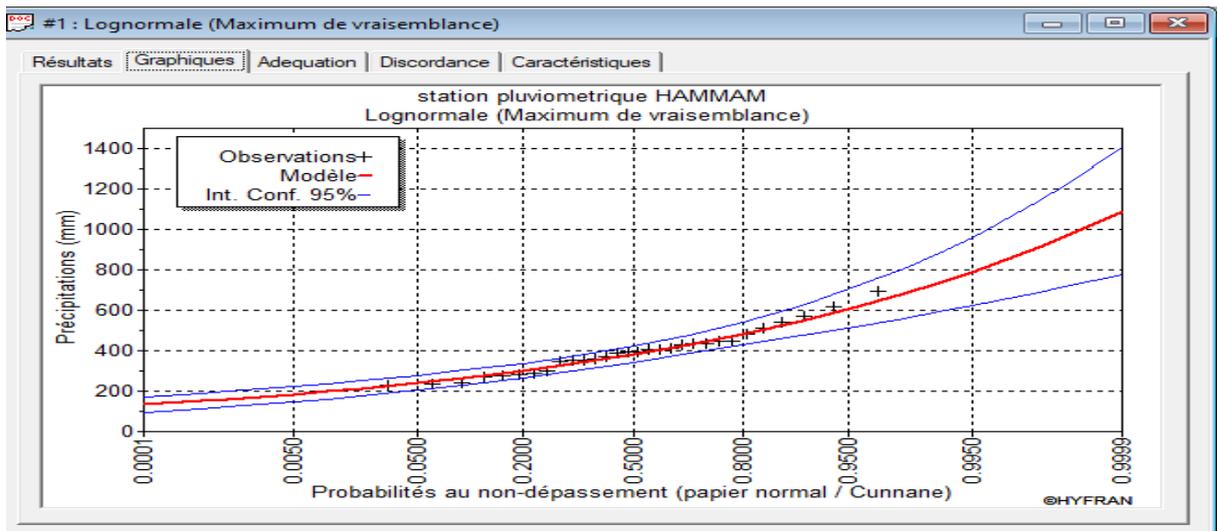


Figure 0-2: Ajustement à la loi de Log-normale.

I.24 Test de validité d'un ajustement de Khi-deux « χ^2 »

Ce test évalue la qualité de l'ajustement d'une distribution théorique par rapport à une distribution expérimentale.

En utilisant logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants :

Tableau 0-9: Test de validité de l'ajustement

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

On est tiré la valeur de χ^2 théorique, tel que : χ^2 théorique = f (γ , α) à partir de la table de Pearson khi deux avec : $\alpha = 0.05$ et $\gamma = 4$

Donc : χ^2 calculé < χ^2 théorique= 9.48

Après avoir analysé les ajustements obtenus, il apparaît que la loi de Log-normal fournit le meilleur ajustement pour la série des précipitations annuelles à la station de HAMMAM.

I.25 Détermination de l'année de calcul

L'objectif principal de la détermination de l'année de calcul est d'estimer la quantité de pluie exploitable par la plante, correspondant à une fraction de la pluie efficace(pluie de probabilité 80 %). Pour obtenir la pluviométrie moyenne mensuelle avec une probabilité de 80 %, on utilise la loi suivante :

$$P_i \text{ 80\% de chaque moi} = P_{i\text{moy}} \text{ de chaque moi}^* \frac{p_{\text{théorique 80\% annuels}}}{p_{\text{théorique 50\% annuels}}} \dots \text{III-5}$$

On obtient :

- $P_{80\%}=383$ et $P_{50\%}=485$

D'où :

$$\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 0.76 < 1$$

Donc $P_{80\%}$ de chaque moi et donner dans le tableau suivant :

Tableau 0-10: la pluviométrie moyenne de 80%.

Mois	sep	oct	nov	Dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
<i>P</i> moy (mm)	31.22	27.72	33.24	55.77	57.71	46.36	41.60	40.5	36,4	13.36	5.38	9.65
<i>P</i> 80% (mm)	23.73	21.07	25.26	42.39	43.1	35.23	31.62	30.78	27.7	10.16	4.09	7,33

I.26 Conclusion

L'étude hydrologique a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle avec une probabilité de 80 %, afin d'estimer la quantité de précipitations pouvant être utilisée par la plante pour répondre à ses besoins.

Chapitre IV :
Calcul des Besoin en eau des cultures

Chapitre IV : calcul des Besoin en eau des cultures

I.27 Introduction

L'objectif de ce chapitre est de quantifier les besoins en eau des cultures pour compenser le déficit hydrique de la couche de sol active, en s'appuyant sur les calculs précédemment définis. L'eau fournie aux plantes est en partie libérée par la transpiration des feuilles, tandis que le reste s'évapore du sol. La combinaison de ces deux processus, appelée évapotranspiration, permet de déterminer les besoins en eau des cultures, ce qui constitue une étape essentielle pour la gestion efficace de l'eau dans tout projet d'aménagement hydro-agricole.

I.28 Besoin en eau du périmètre

Les besoins en eau des cultures se définissent comme la quantité d'eau à fournir à la plante aux moments opportuns, afin de garantir des conditions d'humidité optimales nécessaires pour atteindre son rendement maximal.

I.28.1 Calcul des besoins en eau des cultures

$$B_i = ETM - (P_{eff} + RFU) \dots\dots IV.1$$

- **ETM** : est la valeur de l'évapotranspiration maximale en mm, elle est égale à : $ET_0 * K_c$
- **K_c** : le coefficient culturel de la culture considérée.
- **P_{eff}** : est la pluie efficace.
- **RFU** : La réserve facilement utilisable

I.28.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET₀)

L'évapotranspiration de référence (ET₀) représente la perte en eau d'une surface végétale dense et bien irriguée, où l'évaporation est uniquement limitée par l'énergie disponible dans l'atmosphère. Elle correspond à l'évapotranspiration maximale d'une culture (souvent du gazon) lorsque le sol est à sa capacité de rétention, définissant ainsi la limite supérieure de l'évapotranspiration. Il existe plusieurs méthodes pour le calcul de l'évapotranspiration de référence :

- **Les méthodes directes** : telles que La cuve lysimétrique et L'évapotranspiromètre.
- **Les méthodes indirectes** : Il existe plusieurs formules empiriques pour calcul de (ET₀).

Formule de Thornthwaite (1948).

Formule de Penman.

Formule de Blaney- Criddle (1959).

Formule de Turc (1960).

Formule de Bouchet (1960)

Dans notre cas, nous avons estimé l'évapotranspiration de référence ET₀ par la méthode de Penman-Monteith.

I.28.2.1 la formule PenmanMonteith

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

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{Cste}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\mu_2)} \dots\dots\dots IV.2$$

Avec :

- ET₀ : évapotranspiration de référence [mm jour-1]
- R_n : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour-1]
- G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour-1]
- T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]
- u₂: vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹]
- e_s: Pression de vapeur saturante [kPa]
- e_a: Pression de vapeur réelle [kPa]
- e_s - e_a: Déficit de pression de vapeur saturante [kPa]
- γ : Constante psychrométrique [kPa °C⁻¹]
- Δ : Pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹]

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET₀ calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 selon la formule de Penman&Monteith modifiée sont donner dans le tableau suivant :

Tableau 0-1: calcul de l'évapotranspiration

Evapotranspiration de référence ET ₀ de Penman et Monteith							
Pays : Algérie		station : Sétif			Altitude : 1033m		
Latitude : 36.18°N		Longitude : 5.42 °E					
Mois	T _{min} °C	T _{max} °C	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (heures)	Radiation MJ/m ² /jour	ET ₀ panman Mm/mois
Septembre	1.8	9.7	76	2.7	6.32	10.1	109.88
Octobre	2.2	11.7	69	2.8	7.86	13.9	79.43
Novembre	4,5	14.7	63	3.1	7.55	16.6	39.34
Décembre	6.1	17.1	59	3.6	8.63	20.8	25.77
Janvier	11.4	23.4	53	3.1	8.52	22.2	27.91
Février	15.8	29.5	41	3.1	11.13	26.7	45.38
Mars	19.2	33.1	35	2.9	11.9	27.2	69.52
Avril	19.4	32.8	38	2.9	10.16	23.4	98.65
Mai	15.3	27.1	54	2.9	9.33	23.0	135.4
Juin	11.9	21.3	62	2.7	7.16	14.0	172.3
Juillet	5.9	15.2	72	3.1	5.73	7.5	210.39
Aout	2.6	10.5	77	3.0	4.03	7.4	191.96

I.28.3L'évapotranspiration Maximale (ETM) ou Besoins en eau des cultures (ETc)

Lorsque l'eau n'est plus un facteur limitant pour l'absorption racinaire, c'est-à-dire dans des conditions hydriques optimales, la régulation stomatique devient minimale, ce qui permet à l'évapotranspiration de la culture d'atteindre son maximum pendant un stade végétatif.

Les besoins en eau des cultures se calculent comme suit :

$$ETM = K_c \times ET_0 \dots\dots\dots IV.3$$

Avec :

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

- ET_0 : Evapotranspiration de référence.

I.28.4 Calcul de la pluie efficace

La pluie efficace est la portion des précipitations qui répond réellement aux besoins en eau des cultures, après déduction des pertes dues au ruissellement de surface et à la percolation en profondeur.

Dans notre étude nous avons utilisé la méthode de pourcentage fixe.

$$P_{\text{efficace}} = A * \text{Pluies totales}$$

On prendre $A = 0.7$ (Coefficient de perte)

Tableau 0-2: Calcul de la pluie efficace

Moi	P moy	P efficace
sep	23.73	16.61
oct	21.07	14.75
nov	25.26	17.68
dec	42.39	29.67
jan	43.1	30.17
fev	35.23	24.66
mars	31.62	22.13
avr	30.78	21.55
mai	27.7	19.39
juin	10.16	7.11
juill	4.09	2.86
aout	7,33	5.13

I.28.5 Calcul de la réserve en eau du sol

La quantité d'eau disponible pour les plantes dépend de la capacité du sol à retenir l'eau et de la profondeur des racines. Cette quantité d'eau égale (1/3) ou (2/3) de la réserve utile (RU). Donc la réserve en eau du sol i-a est égal à :

$$R_s = K * RFU (i-1) \dots\dots\dots \text{IV.4}$$

Le calcul de la RFU est :

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

Avec :

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

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

I.29 Choix des Cultures pour la zone d'étude

Plusieurs paramètres entrent dans la décision de choix des cultures, comme le climat et le type de sol et les contraintes pédologique>

Tableau 0-3: Gamme de cultures proposées à la zone d'étude

cultures		Surface en (%)	Surface en (ha)
Céréaliculture	blé	30	60
	Orge en vert		
Cultures fourragères	Avoine	10	20
Maraichage	Pomme de terre Saison	40	80
	Tomate		
	Oignon		
	Carotte		
	Choux		
Cultures arboricoles	Olivier	20	40
	Pécher		
		100%	200 ha

Calendrier d'occupation des sols :

Tableau 0-5: Estimation des besoins en eau de blé.

mois	P80%	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88		0.00			0.00	0.00
Octobre	21.07	14.75	79.43		0.00			0.00	0.00
Novembre	25.26	17.68	39.34	0.3	28.00	0.00	0.4	15.74	0.00
Décembre	42.39	29.67	25.77	0.5	46.67	9.33	0.7	18.04	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91	0.5	46.67	15.56	0.85	23.72	0.00
Février	35.23	24.66	45.38	0.6	56.00	15.56	0.95	43.11	2.90
Mars	31.62	22.13	69.52	0.6	56.00	0.00	1	69.52	47.39
Avril	30.78	21.55	98.65	0.6	56.00	0.00	1.05	103.58	82.03
Mai	27.7	19.39	135.4	0.6	56.00	0.00	0.9	121.86	102.47
Juin	10.16	7.11	172.3	0.6	56.00	0.00	0.5	86.15	79.04
Juillet	4.09	2.86	210.39		0.00			0.00	0.00
Août	7.33	5.13	191.96		0.00	0.00		0.00	0.00

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

Tableau 0-6: Estimation des besoins en eau de l'orge.

mois	P80%	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88		0.00			0.00	0.00
Octobre	21.07	14.75	79.43		0.00			0.00	0.00
Novembre	25.26	17.68	39.34	0.30	28.00	0.00	0.40	15.74	0.00
Décembre	42.39	29.67	25.77	0.50	46.67	9.33	0.50	12.89	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91	0.50	46.67	15.56	0.70	19.54	0.00
Février	35.23	24.66	45.38	0.60	56.00	15.56	0.90	40.84	0.63
Mars	31.62	22.13	69.52	0.60	56.00	0.00	1.05	73.00	50.87
Avril	30.78	21.55	98.65	0.60	56.00	0.00	1.05	103.58	82.03
Mai	27.7	19.39	135.4	0.60	56.00	0.00	1.00	135.40	116.01
Juin	10.16	7.11	172.3		0.00	0.00		0.00	0.00
Juillet	4.09	2.86	210.39						0.00
Août	7.33	5.13	191.96						0.00

On a résumé le calcul des besoins en eaux de l'oignon sec :

Tableau 0-7: Estimation des besoins en eau de l'oignon sec.

mois	P80%	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88	0.20	18.67	0.00	1.10	120.87	104.26
Octobre	21.07	14.75	79.43	0.30	28.00	0.00	1.10	87.37	72.62
Novembre	25.26	17.68	39.34	0.40	37.33	0.00	0.95	37.37	19.69
Décembre	42.39	29.67	25.77	0.40	37.33	12.44	0.80	20.62	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91					0.00	0.00
Février	35.23	24.66	45.38					0.00	0.00
Mars	31.62	22.13	69.52					0.00	0.00
Avril	30.78	21.55	98.65					0.00	0.00
Mai	27.7	19.39	135.4					0.00	0.00
Juin	10.16	7.11	172.3					0.00	0.00
Juillet	4.09	2.86	210.39					0.00	0.00
Août	7.33	5.13	191.96					0.00	0.00

On a résumé le calcul des besoins en eaux de pomme de terre saison :

Tableau 0-8: Estimation des besoins en eau de pomme de terre saison.

mois	P80%	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88	0.20	18.67	0.00	0.50	54.94	38.33
Octobre	21.07	14.75	79.43	0.40	37.33	0.00	0.70	55.60	40.85
Novembre	25.26	17.68	39.34	0.50	46.67	0.00	1.00	39.34	21.66
Décembre	42.39	29.67	25.77	0.50	46.67	23.33	0.75	19.33	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91					0.00	0.00
Février	35.23	24.66	45.38					0.00	0.00
Mars	31.62	22.13	69.52					0.00	0.00
Avril	30.78	21.55	98.65					0.00	0.00
Mai	27.7	19.39	135.4					0.00	0.00
Juin	10.16	7.11	172.3					0.00	0.00
Juillet	4.09	2.86	210.39					0.00	0.00
Août	7.33	5.13	191.96					0.00	0.00

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

Tableau 0-9: Estimation des besoins en eau de la tomate.

mois	P80%	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88		0.00			0.00	0.00
Octobre	21.07	14.75	79.43		0.00			0.00	0.00
Novembre	25.26	17.68	39.34		0.00			0.00	0.00
Décembre	42.39	29.67	25.77		0.00			0.00	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91		0.00			0.00	0.00
Février	35.23	24.66	45.38	0.00	0.00			0.00	0.00
Mars	31.62	22.13	69.52	0.50	46.67	15.56	0.50	34.76	0.00
Avril	30.78	21.55	98.65	0.80	74.67	15.56	0.85	83.85	46.75
Mai	27.7	19.39	135.4	1.20	112.00	0.00	1.15	155.71	136.32
Juin	10.16	7.11	172.3	1.20	112.00	0.00	0.85	146.46	139.35
Juillet	4.09	2.86	210.39					0.00	0.00
Août	7.33	5.13	191.96					0.00	0.00

On a résumé le calcul des besoins en eaux des choux :

Tableau IV. 10 : Estimation des besoins en eau des choux.

mois	P80%	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88	0.20	24.27	0.00	0.4	43.95	27.34
Octobre	21.07	14.75	79.43	0.30	36.40	0.00	0.5	39.72	24.97
Novembre	25.26	17.68	39.34	0.40	48.53	0.00	0.8	31.47	13.79
Décembre	42.39	29.67	25.77	0.60	72.80	16.18	0.95	24.48	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91		0.00	0.00		0.00	0.00
Février	35.23	24.66	45.38		0.00	0.00		0.00	0.00
Mars	31.62	22.13	69.52		0.00	0.00		0.00	0.00
Avril	30.78	21.55	98.65		0.00	0.00		0.00	0.00
Mai	27.7	19.39	135.4		0.00	0.00		0.00	0.00
Juin	10.16	7.11	172.3		0.00	0.00		0.00	0.00
Juillet	4.09	2.86	210.39		0.00	0.00		0.00	0.00
Août	7.33	5.13	191.96		0.00	0.00		0.00	0.00

On a résumé le calcul des besoins en eaux des carottes :

Tableau IV. 11 : Estimation des besoins en eau des carottes.

mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88	0.3	28.00	0.00	0.45	49.45	32.84
Octobre	21.07	14.75	79.43	0.4	37.33	9.24	0.7	55.60	31.61
Novembre	25.26	17.68	39.34	0.5	46.67	12.43	0.81	31.87	1.75
Décembre	42.39	29.67	25.77	0.6	56.00	15.54	0.77	19.84	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91	0.7	65.33	18.65	0.55	15.35	0.00
Février	35.23	24.66	45.38					0.00	0.00
Mars	31.62	22.13	69.52					0.00	0.00
Avril	30.78	21.55	98.65					0.00	0.00
Mai	27.7	19.39	135.4					0.00	0.00
Juin	10.16	7.11	172.3					0.00	0.00
Juillet	4.09	2.86	210.39					0.00	0.00
Août	7.33	5.13	191.96					0.00	0.00

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

Tableau IV. 12 : Estimation des besoins en eau de Avoine`.

mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88	0.4	37.33	0.00	0.5	54.94	38.33
Octobre	21.07	14.75	79.43	0.4	37.33	18.67	0.65	51.63	18.21
Novembre	25.26	17.68	39.34	0.7	65.33	22.40	0.7	27.54	0.00
Décembre	42.39	29.67	25.77	0.9	84.00	65.33	0.8	20.62	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91	1	93.33	31.08	0.9	25.12	0.00
Février	35.23	24.66	45.38	1.2	112.00	37.33	0.95	43.11	6.35
Mars	31.62	22.13	69.52	1.2	112.00	36.96	1.05	73.00	34.54
Avril	30.78	21.55	98.65	1.2	112.00	37.33	1.05	103.58	67.00
Mai	27.7	19.39	135.4	1.2	112.00	0.00	1.15	155.71	72.32
Juin	10.16	7.11	172.3	1.2	112.00	0.00	1.2	206.76	123.65
Juillet	4.09	2.86	210.39	1.2	112.00	0.00	1.05	220.91	135.05
Août	7.33	5.13	191.96	1.2	112.00	0.00	1.05	201.56	129.43

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

Tableau IV. 13 : Estimation des besoins en eau de l'Olivier.

mois	P80%	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88	1.50	140.00	0.00	0.75	82.41	65.80
Octobre	21.07	14.75	79.43	1.50	140.00	0.00	0.65	51.63	36.88
Novembre	25.26	17.68	39.34	1.50	140.00	0.00	0.60	23.60	5.92
Décembre	42.39	29.67	25.77	1.50	140.00	46.67	0.60	15.46	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91	1.50	140.00	70.00	0.60	16.75	0.00
Février	35.23	24.66	45.38	1.50	140.00	70.00	0.60	27.23	0.00
Mars	31.62	22.13	69.52	1.50	140.00	70.00	0.65	45.19	0.00
Avril	30.78	21.55	98.65	1.50	140.00	46.67	0.70	69.06	0.00
Mai	27.7	19.39	135.4	1.50	140.00	0.00	0.75	101.55	82.16
Juin	10.16	7.11	172.3	1.50	140.00	0.00	0.80	137.84	130.73
Juillet	4.09	2.86	210.39	1.50	140.00	0.00	0.80	168.31	195.45
Août	7.33	5.13	191.96	1.50	140.00	0.00	0.80	153.57	148.44

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

Tableau IV. 14 : Estimation des besoins en eau de pécher.

mois	P80%	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23.73	16.61	109.88	1.50	140.00	0.00	0.7	76.92	60.31
Octobre	21.07	14.75	79.43	1.50	140.00	0.00	0.9	71.49	56.74
Novembre	25.26	17.68	39.34	1.50	140.00	0.00	0.9	35.41	17.73
Décembre	42.39	29.67	25.77	1.50	140.00	46.67	0.9	23.19	0.00
Janvier	43.1	30.17	27.91	1.50	140.00	70.00	0.7	19.54	0.00
Février	35.23	24.66	45.38	1.50	140.00	70.00	0.65	29.50	0.00
Mars	31.62	22.13	69.52	1.50	140.00	70.00	0.55	38.24	0.00
Avril	30.78	21.55	98.65	1.50	140.00	46.67	0.55	54.26	0.00
Mai	27.7	19.39	135.4	1.50	140.00	0.00	0.55	74.47	55.08
Juin	10.16	7.11	172.3	1.50	140.00	0.00	0.55	94.77	87.66
Juillet	4.09	2.86	210.39	1.50	140.00	0.00	0.55	115.71	112.85
Août	7.33	5.13	191.96	1.50	140.00	0.00	0.55	105.58	100.45

En résumé les besoins en eau des cultures dans le tableau suivant :

Tableau IV. 15 : Récapitulatif des besoins en eau des cultures.

mois	Blé	Orge	L'oignon	Pomme de terre	Tomate	Choux	Carottes	Lavoine	L'Olivier	Pécher	Totale (mm)
Septembre	0	0	104.26	38.33	0	27.34	32.84	38.33	65.8	60.31	367.21
Octobre	0	0	72.62	40.85	0	24.97	31.61	18.21	36.88	56.74	281.88
Novembre	0	0	19.69	21.66	0	13.79	1.75	0.00	5.92	17.73	80.54
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0
Février	2.9	0.63	0	0	0	0	0	6.35	0	0	3.53
Mars	47.39	50.87	0	0	0	0	0	34.54	0	0	98.26
Avril	82.03	82.03	0	0	46.75	0	0	67.00	0	0	210.81
Mai	102.47	116.01	0	0	136.32	0	0	72.32	82.16	55.08	628.36
Juin	79.04	0	0	0	139.35	0	0	123.65	130.73	87.66	636.43
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	135.05	195.45	112.85	496.35
Août	0	0	0	0	0	0	0	129.43	148.44	100.45	445.32

I.31 Calcul des débits spécifique

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

$$Q_s = \frac{B_{net} \times 10 \times 1000}{N_j \times N \times 3600 \times E_i} \dots \dots \dots \text{IV.6}$$

Avec :

- Q_s : le débit spécifique en l/s/ha.

- Bnet : besoin net de moi de pointe en mm/moi.
- Ni : Nombre des heures d'irrigation = 22h.
- Nj : Nombre des jours de moins de pointe =30jours.
- Ei : Efficience irrigation =75%.

On prend Bnet=636.43 mm moi de pointe (juin)

Application numérique :

$$Q_s = \frac{636.43 \times 10 \times 1000}{30 \times 22 \times 3600 \times 0.75} = 3.57 \text{ l/s/ha}$$

Le débit spécifique calculer supérieur à 1.5, Donc Il y'as un risque de surdimensionnement.

On prendre le débit spécifique de la culture la plus exigent pour le moi de pointe culture (L'Olivier).

Tableau IV. 16 : calcul de débit spécifique.

Culture	Blé	Orge	L'oignon	Pomme de terre Saisonne	Tomate	Choux	Carottes	Lavoine	L'Olivier	Pécher
Qpointe (mm)	102.47	116.01	104.26	40.85	139.35	27.34	32.84	135.05	195.45	112.85
Qs (l/s/ha)	0.5832	0.6514	0.5850	0.2292	0.7828	0.153	0.1842	0.8546	1.2236	0.6332

Donc le débit spécifique de notre périmètre est :

$$Q_s = 1.2236 \text{ l/s/ha} < 1.5$$

Alors : le choix est valable.

I.32 Calcul du débit caractéristique

C'est le débit maximum par rapport à la pression de service dans le réseau d'irrigation. Ce débit est calculé en multipliant le débit de pointe par la superficie irriguer de périmètre.

$$Q_{car} = Q_s \times S \dots\dots\dots \text{IV.7}$$

- Qs : le débit spécifique en l/s/ha
- S : la superficie en ha

$$Q_{car} = 1.2236 \times 200 = 244.72 \text{ l/s} = 0.24 \text{ m}^3 / \text{s}$$

I.33 Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Le volume d'eau d'irrigation permet de connaître le volume de réservoir de stockage pour garantir un meilleur calandriez d'arrosage.

Les résultats donner dans le tableau suivant :

Tableau 0-10: volume d'eau d'irrigation.

Culture	Surface (ha)	Besoin net (mm)	Besoin en eau net (m ³ /ha)	Efficience	Besoin en eau brut (m ³ /ha)	Besoin brut m ³
blé	30	313.83	3138.3	0.75	4184.4	125532
Orge	30	249.53	2495.3	0.75	3327.0667	99812
Lavoine	20	443.99	4043.9	0.75	10759.867	215197.33
Pomme de Terre S	14.8	110.84	1108.4	0.75	1477.8667	21872.427
Tomate	19	322.41	3224.1	0.75	4298.8	81677.2
Oignon	25.2	196.57	1965.7	0.75	2620.9333	66047.52
Carotte	11	66.20	662	0.75	882.66667	9709.3333
Choux	10	66.10	661	0.75	881.33333	8813.3333
Olivier	22	635.38	6353.8	0.75	8471.7333	186378.13
Pécher	18	490.82	4908.2	0.75	3681.15	66260.7
					Besoin total	881299.98

On remarque que le volume d'eau nécessaire de notre périmètre est 0.881 hm³, ce volume peut être assuré par le barrage Draa Diss .

I.34 Conclusion

Ce chapitre souligne l'importance essentielle de la détermination des besoins en eau pour une planification efficace des projets d'aménagement hydro-agricole. Il présente en détail la méthodologie employée pour estimer avec précision la demande en eau des cultures est le besoin en eau totale qui égale à 0.881 hm³ qui est assuré par le barrage Draa Diss d'une capacité total de 190.5 Mm³.

Chapitre V :
Adduction et distribution

Chapitre V : adduction et distribution

I.35 Introduction

L'étude du réseau d'adduction et de distribution dans un périmètre d'irrigation requiert l'analyse de plusieurs éléments clés, tels que la source d'approvisionnement en eau, le réseau de canalisations, les bassins de stockage, ainsi que les mécanismes de régulation.

L'objectif principale de ce chapitre est de faire l'optimisation de réseau de distribution de l'eau de périmètre de EL 'Eulma.

I.36 Alimentation en eau de périmètre

L'eau du système d'irrigation d'El Eulma sera fournie par le barrage de Draa Diss situé à 8.5 km au périmètre. Ce barrage a une capacité utile d'exploitation de 137 Mm³.

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

-Le premier nommer étage bas qui correspond au secteur 3 et secteur 2.

-le deuxième nommer étage haut qui correspond à notre périmètre (secteur 1) et secteur 4, 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), La charge d'eau disponible au niveau du barrage de Draa Diss est importante pour la desserte directe de la totalité du périmètre d'El Eulma. En effet l'altitude du périmètre varie entre 900 et 1020m. On a donc une pression de $1138 - 900 = 23,8$ bars en statique aux points les plus bas. La pression admissible pour les bornes étant de 20 bars, il est nécessaire de casser la charge par un régulateur.

Le niveau du régulateur est donc de 1070 m, c'est-à-dire qu'il sera au pied du barrage de Draa Diss.

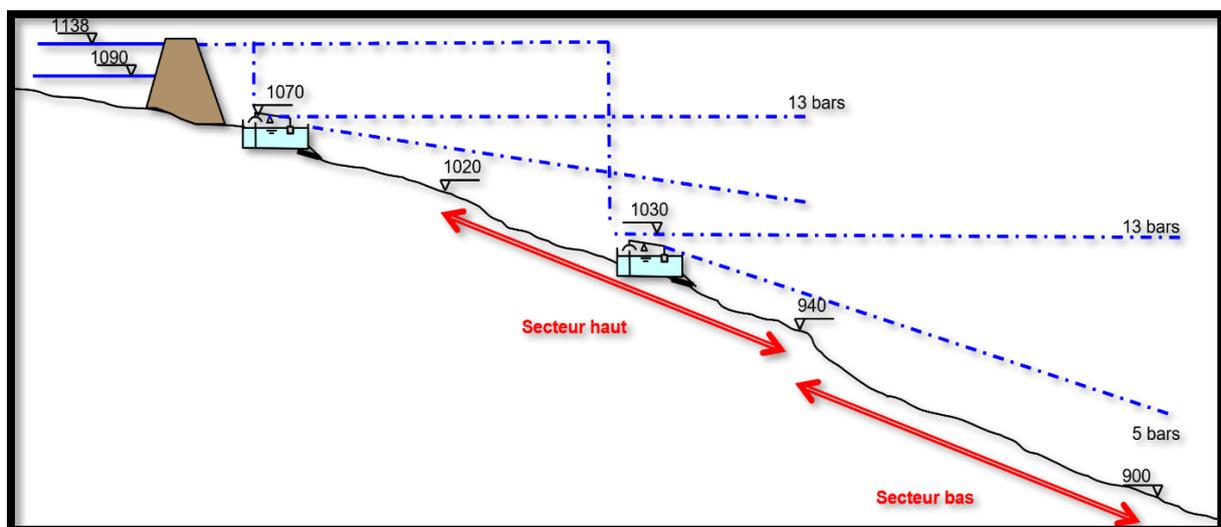


Figure 0-1: schéma de la variante de system d'alimentation (ONID)

Périmètre de EL Eulma divisé par 4 secteurs comme suite :

- 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 8483,14 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.

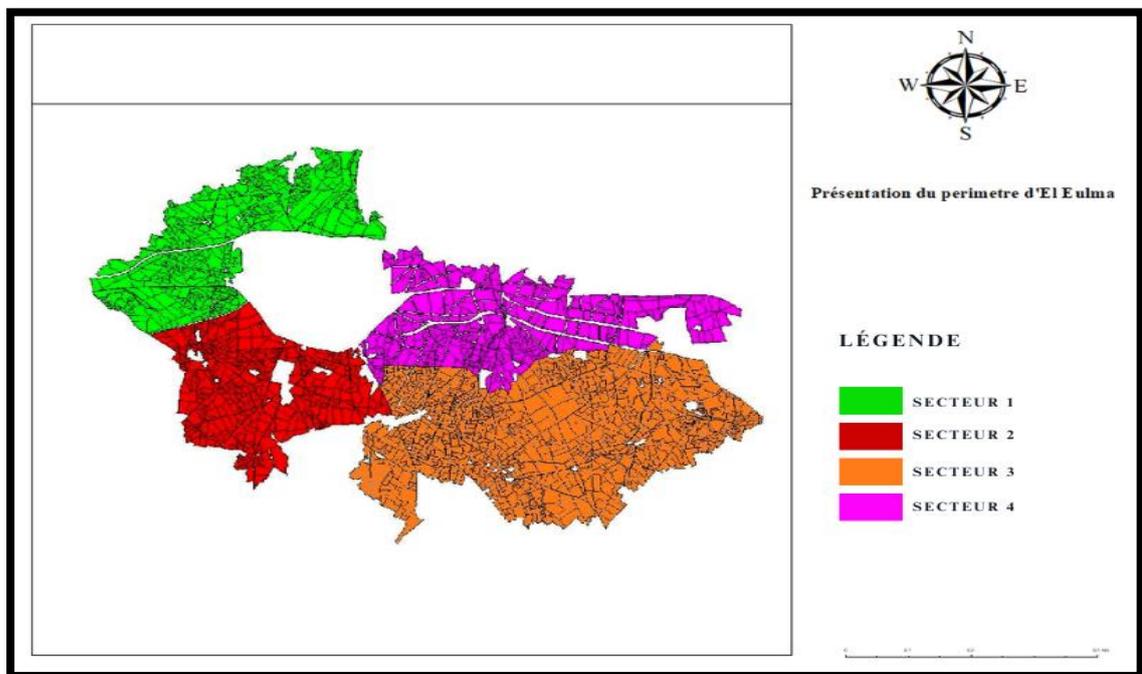


Figure 0-2: présentation de périmètre d'EL Eulma

I.37 Le réseau d'adduction

I.37.1 Dimensionnement de réservoir de distribution

- Le volume de réservoir et calculer comme suite :

$$V=Q*Tf.....V.1$$

Avec :

- Q : le besoin maximal journalier.

$$Q = 244 \text{ l/s} = 878.4 \text{ m}^3/\text{h}$$

- T_f : le temps de non fonctionnement égale à 2h

$$V=878.4*2=1756.8 \text{ m}^3$$

Donc on prendre un réservoir de 2000m³

Le bassin projeté est rectangulaire à côte de 1050m.

Avec

- Hauteur de 4m
- Longueur de 25m de
- Largeur de 20 m

I.38 Structure et organisation de périmètre

I.38.1 Les ilots

Le terme décrit l'unité hydro-agricole constituée d'un groupe des parcelles et alimenter par une borne d'irrigation en prendre plusieurs facteurs dans le découpage des ilots :

- Topographique
- Foncier
- Technico-économique : système d'irrigation.
- Organisationnel : taille des ilots ou parcelles.

I.38.2 Borne d'irrigation

La borne d'irrigation est l'organe hydraulique destiné à assurer la livraison de l'eau sous pression à des irrigants, à partir d'un réseau collectif de distribution. La borne comporte une ou plusieurs sorties suivant le nombre d'arrosage qu'elle doit assurer. Chaque borne doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- régler le débit
- régler la pression
- assurer le copartage de l'eau livrée

I.38.3 Calcul des débits aux bornes

$$Q_b = q_s * S_i \dots\dots\dots V.2$$

- q_s : le débit spécifique (l/s/ha)
- S_i : superficie des ilots (ha)

I.38.4 Choix du type et du diamètre de la borne

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

Tableau 0-1: choix de type et diamètre de borne.

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < (11.11) \text{ l/s}$	1 Entrée $\Phi 80,65$	2 sorties $\Phi 65$
Type A4	$Q < (22,22) \text{ l/s}$	1 Entrée $\Phi 80,100,125$	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 $\Phi 150$ 1 sortie $\Phi 100$

Les débits des prises et des bornes donner dans le tableau suivant :

Tableau 0-2: calcul des débits des ilot et type de borne.

Ilots	Superficie(ha)	Débit(l/s)	Type de la borne	D de la borne (mm)
1	15.10	18.422	A4	65
2	15.9	19.398	A4	65
3	14.07	17.165	A4	65
4	15.93	19.434	A4	65
5	9.20	11.224	A2	65
6	11.56	14.1032	A2	65
7	18.02	22.0248	B	100
8	19.12	23.2484	B	100
9	12,9	15.738	A4	65
10	12.3	15.006	A4	65
11	10.9	13.4596	A2	65
12	10.1	12.236	A2	65
13	20.08	24.63	A4	65
14	14.8	12.7368	A4	65

I.39 Matériau des constructions des canalisations

Le choix du matériau pour les canalisations est crucial pour optimiser la rentabilité des investissements. Il vise à assurer un fonctionnement optimal des installations, garantissant ainsi une exploitation fiable et une disponibilité continue de l'eau. Ilya plusieurs facteur influencé dans le choix de type de matériaux tels que : la pression à supporter, la réactivité du sol, ainsi que des critères économiques, y compris le coût, la disponibilité sur le marché local, et la production nationale en Algérie.

✚ Les conduites en PEHD :

Les avantage :

- ❖ Bonne résistance à la corrosion
- ❖ Disponible dans le marché
- ❖ Pose facile et cout faible

Les inconvénients :

- ❖ Risque de rupture

✚ Les conduites en Fonte :

Les avantages :

- ❖ Bonne résistance au forces interne
- ❖ Bonne résistance à la corrosion
- ❖ Très rigide et solide

Les inconvénients :

- ❖ Le cout élevé

✚ Les conduites en Acier :

Les avantages :

- ❖ Plus légé que le Fonte
- ❖ Bonne résistance

Les inconvénients :

- ❖ Risque de la corrosion élevé

✚ Les conduites en PVC :

Les avantages :

- ❖ Disponible dans le marché
- ❖ Pose facilement

Les inconvénients :

- ❖ Le risque de rupture et élevé

✚ Les raccords :

Les raccords équipent tous les points singuliers de la canalisation :

Déviation, dérivation et piquage, sectionnement, liaison aux appareils de sectionnement et de protection des conduites. Ils s'assemblent aux tubes et entre eux par collage, bague de joint, bride ou autres systèmes mécaniques.

I.40 Dimensionnement de réseau de distribution

I.40.1 Vitesse admissible

La vitesse admissible dans le réseau d'irrigation est déterminée pour prévenir les problèmes liés à des vitesses trop élevées, comme l'érosion, ou trop faibles, pouvant entraîner l'accumulation de dépôts solides. En général, la vitesse autorisée se situe entre 0,5 m/s (minimum) et 2,5 m/s (maximum). Dans notre réseau, la vitesse admissible a été fixée à 1.5 m/s.

I.40.2 Calcul des diamètres

Le calcul de diamètre est en fonction des débits transportés par le tronçon de conduite et les vitesses.

La formule de Chezy permet d'obtenir un diamètre théorique

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_{adm} \times \pi}} \times 1000 \quad \dots\dots\dots V.3$$

Avec :

- Q : débit exprimé en m³/s
- D : diamètre en mm
- V_{adm} : vitesse admissible 1.5 m/s

I.40.3 Calcul des pressions

Par l'équation de Bernoulli :

$$Z_1 + (P_1 / \rho g) + (v_1^2 / 2g) = Z_2 + (P_2 / \rho g) + (v_2^2 / 2g) + \Delta H \dots\dots\dots V.4$$

- Z_1 et Z_2 : Côte terrain naturel (m) aux points 1 et 2 (en m)
- $P_1 / \rho g$ et $P_2 / \rho g$: La hauteur de la pression (m) aux points 1 et 2
- $v_1^2 / 2g$ et $v_2^2 / 2g$: La hauteur représentative de la vitesse d'écoulement (m) aux points 1 et 2
- ΔH : Les pertes de charges totales (m) entre les 2 point 1 et 2.

I.40.4 Estimation des pertes des charges

Les pertes de charge unitaires, ont été estimé par la formule de Hazan williams, elle est donnée par l'expression suivante

$$\Delta H_L = \left(\frac{3,592}{C}\right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \dots\dots\dots V.5$$

Avec :

- Q : Débit en m³/s.
- D : Diamètre de la conduite considérée.
- L : la longueur de la conduite en m.
- C : Le coefficient de Hazen williams $C=130$.
- ΔH_L : perte de charge linaire (m)

Les calculs hydrauliques de réseau de distribution de notre périmètre sont dans le tableau suivant :

Tableau V- 3 : Résultats de calcul de dimensionnement

N° trancon	L(m)	Débit Q (l/s)	D (mm)	DN (mm)	Matériau	Vitesse (m /s)	ΔH_t (m)	CoteT _{aval} (m)	CoteP (m)	Pression (Bar)
RV-N1	1427	244.72	451.3583	500	Fonte	1.222	4.24	1013	1049.33	3.63
N1-B1	102	18.422	125.05	160	PEHD	0.916	0.67	1018	1049.70	3.17
N1-N2	303.35	225.578	437.5868	500	Fonte	1.149	0.70	1021	1049.3	2.83
N2-B2	106	19.398	128.32	160	PEHD	0.965	0.67	1006.8	1047.4	4.06
N2-B3	212	17.165	120.7085	125	PEHD	1.399	3.55	1016	1041.72	2.572
N2-N3	290	189.0146	400.5562	500	Fonte	0.963	0.48	1005.7	1044.24	3.854
N3-B4	107	19.434	128.439	160	PEHD	0.967	0.68	1002.8	1045.37	4.257
N3-N4	320	169.58	379.4051	400	Fonte	1.349	1.29	1007.8	1043	3.52
N4-B5	85	11.224	97.60895	110	PEHD	1.181	1.21	1002.6	1047	4.44
N4- B6	123	14.1032	105.4144	110	PEHD	1.484	2.68	1003.5	1041.3	3.78
N4- N5	161	142.74	348.0877	400	Fonte	1.136	0.47	1003.9	1043	3.91
N5-B7	387	21.9844	105.2	110	PEHD	1.125	2.25	991.5	1040.2	4.87
B7-B8	375	23.3264	140.7148	160	PEHD	1.160	3.33	975.3	1031	5.57
N5-N6	125	106.6524	300.8854	315	PEHD	1.369	0.68	1010	1051.27	4.127
N6-B9	260	14.19	104.7506	110	PEHD	1.238	5.7	1002.5	1043.77	4.127
N1-N7	445	82.412	264.4911	315	PEHD	1.057	1.51	1011	1046.23	3.523
N7-B10	70.05	15.006	112.8621	125	PEHD	1.223	0.9	1005.2	1047.4	4.22
N7-N8	342	15.25	113.776	125	PEHD	1.243	4.59	1011.2	1047.8	3.66
N8-B13	191	25.376	162.3667	200	PEHD	1.262	1.98	999.8	1045.34	4.554
N8-B14	500	18.056	123.8017	125	PEHD	1.471	10.54	1004.8	1045.87	4.107
B14-B11	220	13.298	106.2451	110	PEHD	1.399	4.91	999	1043.26	4.426
B11-B12	117	12.322	102.2719	110	PEHD	1.297	2.27	989.7	1039.54	4.984

I.41 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système d'approvisionnement en eau du périmètre d'El Eulma, composé de 14 îlots, chacun disposant de bornes de distribution d'eau. Le projet prévoit l'installation d'une conduite principale gravitaire en fonte et PEHD, reliant le réservoir aux points de distribution répartis à travers les différentes parcelles.

La pression de système de distribution est favorable à l'utilisation de systèmes d'irrigation moderne qui nécessite une pression élevée, tels que l'irrigation par aspersion.

Chapitre VI :
Choix de la technique d'irrigation

Chapitre VI : choix de la technique d'irrigation.

I.42 Introduction

Le choix du système d'irrigation est un élément clé pour assurer une distribution efficace de l'eau et répondre de manière optimale aux besoins hydriques des cultures. En agriculture contemporaine, l'irrigation joue un rôle essentiel, notamment dans les régions où les précipitations sont insuffisantes pour subvenir aux besoins des plantes. Il est donc primordial de maîtriser les différentes techniques d'arrosage afin de sélectionner la méthode la plus adaptée aux caractéristiques spécifiques du périmètre d'étude. Dans ce chapitre, nous analyserons en détail les différentes structures et méthodes d'irrigation pour déterminer celle qui conviendra le mieux à notre région.

I.43 Classification des techniques d'irrigation

Les méthodes d'irrigation sont classées généralement en trois catégories :

- L'irrigation de surfaces
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisé (goutte à goutte)

I.43.1 L'irrigation de surfaces (gravitaire)

L'irrigation de surface englobe l'ensemble des techniques d'arrosage où l'eau est répartie à la parcelle de manière libre. Cette méthode implique de diriger l'eau depuis un point élevé pour la laisser s'écouler par gravité. Elle existe sous différents formes

I.43.1.1 L'irrigation par ruissellement

L'irrigation par ruissellement est une technique qui dirige l'eau à l'aide de rigoles depuis les fossés du champ, en subdivisant la surface à arroser en bandes rectangulaires suivant la pente naturelle du terrain. Cette méthode favorise une infiltration en profondeur en permettant à l'eau de circuler suffisamment longtemps pour saturer le sol jusqu'à la profondeur des racines des cultures

I.43.1.2 L'irrigation à la raie

L'irrigation par rigoles ou raies consiste à distribuer l'eau avec un débit relativement faible, ce qui permet d'arroser directement une partie du sol. Le reste du sol est humidifié par infiltration latérale, assurant ainsi une humidification générale du terrain. Cette méthode est plus douce comparée à d'autres techniques.



Figure 0-1: irrigation a la raie (irrigazette.com)

I.43.1.3 L'irrigation par submersion

L'irrigation par submersion consiste à appliquer une couche d'eau de densité variable sur le sol, la laissant s'infiltrer en profondeur pour créer une réserve d'eau essentielle au développement des cultures. Cette technique, qui peut également être utilisée pour contrôler les inondations.



Figure 0-2: irrigation par submersion. ([Rivulus .com](http://Rivulus.com))

Les avantages et inconvénient de l'irrigation de surface :

✚ Avantages :

- ❖ Cout d'investissement faible
- ❖ Pas d'exigence énergétique
- ❖ Opportunité de recharger la nappe

✚ Inconvénient :

- ❖ Perte d'eau important
- ❖ Besoin important de main d'ouvre
- ❖ Efficience faible

- ❖ Le cycle d'irrigation et de longue durée

I.43.2 Irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion consiste à apporter de l'eau aux cultures sous forme de pluie artificielle, en utilisant principalement des asperseurs rotatifs ou des canons d'arrosage. Ce système doit être conçu de manière à ce que l'apport d'eau soit inférieur à la capacité d'infiltration du sol, afin de minimiser les pertes par ruissellement.

I.43.2.1 Irrigation par asperseurs

L'eau est refoulée sous pression dans un réseau de conduites, puis diffusée par des asperseurs rotatifs sous forme de pluie artificielle. Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttelettes, assurant ainsi une répartition aussi uniforme que possible de la pluie sur la surface du sol.



Figure 0-3: irrigation par asperseurs

I.43.2.2 Irrigation par pivot

L'irrigation par pivot est un système d'irrigation mécanisé où l'eau est distribuée aux cultures par une structure pivotante, généralement montée sur des roues, qui tourne autour d'un point central. Ce système arrose les champs en décrivant un cercle, distribuant l'eau uniformément à l'aide de gicleurs montés le long de la structure. Il est couramment utilisé pour irriguer de vastes surfaces agricoles, optimisant ainsi l'utilisation de l'eau et réduisant les pertes par évaporation ou ruissellement.



Figure 0-4: irrigation par pivot

Les avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion :

✚ Les avantages :

- ❖ Adaptative pour tous les types de sol
- ❖ Assure une distribution homogène sur toute la surface de champ
- ❖ Réduit le risque d'érosion de sol
- ❖ Efficacité élevée entre 75% et 85%
- ❖ Pas besoin de main d'œuvre

✚ Les inconvénients :

- ❖ Coût initial élevé
- ❖ Besoin énergétique élevé
- ❖ Peut entraîner une perte d'eau par évaporation
- ❖ Exige un entretien régulier du système

I.43.2.3 Irrigation localisée

L'irrigation localisée, également connue sous le nom d'irrigation goutte-à-goutte, est une technique d'irrigation qui consiste à appliquer l'eau directement à la zone racinaire des plantes, de manière lente et continue. Ce système utilise des émetteurs ou des goutteurs pour délivrer l'eau en petites quantités, ciblant précisément chaque plante ou groupe de plantes. L'irrigation localisée est conçue pour minimiser les pertes d'eau par évaporation et ruissellement, optimisant ainsi l'efficacité de l'irrigation et réduisant la consommation d'eau. Ce système est particulièrement efficace pour les cultures en rangées, les jardins potagers, et les plantations d'arbres.



Figure 0-5: irrigation localisée

Les avantages et inconvénients de l'irrigation localisée :

✚ Les avantages :

- ❖ Utilisation de l'eau de manière très efficace
- ❖ Limite l'humidité dans les zones non cultivées
- ❖ Améliore la santé des plantes
- ❖ Améliore l'efficacité des nutriments.

✚ Les inconvénients :

- ❖ Coût initial élevé
- ❖ L'installation peut être complexe surtout dans les grands périmètres
- ❖ Nécessite un entretien régulier pour éviter les obstructions des émetteurs

I.44 Le choix des méthodes d'irrigation

La sélection des méthodes d'irrigation repose sur une série de facteurs scientifiques et environnementaux, parmi lesquels figurent l'évaporation, le vent, la texture et la structure du sol, la topographie (pente), ainsi que le type de culture en place. Pour les cultures arboricoles et maraîchères, l'irrigation goutte à goutte est souvent privilégiée, car elle permet un contrôle précis du débit et du volume d'eau appliqué, optimisant ainsi l'utilisation de l'eau. En revanche, pour les cultures céréalières, l'irrigation par aspersion est recommandée en raison de sa capacité à fournir des quantités précises d'eau de manière uniforme sur de grandes surfaces.

I.45 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons détaillé les différentes techniques d'irrigation, leurs caractéristiques et avantages et inconvénients.

À l'aide des critères socio-économiques nous avons choisi l'irrigation par aspersion pour les cultures céréalières et l'irrigation par goutte à goutte pour les cultures arborées et maraichères.

Chapitre VII :
Dimensionnement à la parcelle

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

I.46 Introduction

Ce chapitre est consacré au processus de dimensionnement des réseaux d'irrigation des parcelles, en particulier pour les systèmes d'irrigation par goutte à goutte et par aspersion. Le dimensionnement à la parcelle nécessite la collecte d'informations de base essentielles telles que la taille de la parcelle, la pression de service requise, les besoins en eau des cultures, et la durée maximale pendant laquelle le système peut fonctionner chaque jour. L'objectif est de déterminer les paramètres optimaux pour garantir une irrigation efficace et économique tout au long du stade végétatif des cultures.

I.47 Dimensionnement de réseau d'irrigation goutte à goutte

I.47.1 Données générales

Le système d'irrigation sera installé sur les îlots 5 et 6, alimentés par les bornes B°05 et B°06, avec une pression prévue d'environ 4 bars, largement suffisante pour garantir un fonctionnement optimal. L'exploitation agricole, dédiée à la culture de l'olivier, couvre une superficie de 1 ha relativement rectangulaire avec un besoin en eau de pointe estimé à 635.38 mm. Le réseau d'irrigation sera structuré avec un espacement de 4 mètres sur 4 mètres (4x4). Les dimensions détaillées de la parcelle cultivée sont les suivantes :

- Longueur : 80m
- Largeur : 125m

I.47.2 Besoin d'irrigation des cultures en irrigation localisée

A-influence de taux de couverture de sol

En micro-irrigation, l'eau est appliquée sur une zone limitée du sol, principalement à l'ombre du feuillage des plantes, ce qui réduit significativement l'évaporation directe depuis la surface. Pour évaluer cette réduction, un coefficient de réduction, K_r , est appliqué à l'évapotranspiration mesurée (ETM). Ce coefficient, calculé selon diverses formules, dépend du taux de couverture du sol par les plantes adultes, estimé à 60 % ($C_s = 60\%$).

Dans notre cas nous avons calculer par La formule de **Freeman et Garzoli** :

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

On prend $K_r = 0.8$

Donc :

$$B_{jc} = B_j \times K_r \dots\dots\dots \text{(VII.2)}$$

$$B_j = ETM_c = B_{\text{pointe}}/30 = 21.18 \text{ mm/jr}$$

et

$$B_{jc} = 16.944 \text{ mm/jr}$$

I.47.2.1 Dose nette pratique

Dans l'irrigation goutte-à-goutte, il est crucial de déterminer le pourcentage ou la fraction d'humidification souhaitée dans la zone racinaire. La dose d'humidification, exprimée par la hauteur d'eau P, représente la quantité d'eau nécessaire pour maintenir le sol à une humidité idéale pour favoriser une croissance optimale des cultures.

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times d_a \times P \% = RFU \times P \% \dots\dots\dots \text{(VII.3)}$$

Avec :

- H_{cc} : humidité à la capacité au champ (26%)
- H_{pf} : humidité au point de flétrissement (16%)
- Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)
- Z : profondeur d'enracinement (1.5m)
- d_a : densité apparent égal 1.4
- P : Pourcentage du sol humidifié

$$P \% = \frac{n \cdot Spd \cdot Sh}{Sa \cdot Sr} \dots\dots\dots \text{(VII.4)}$$

- n : nombre de goutteurs par arbres égal à 2
- Spd : distance entre de point de distribution voisins de mem arbre (1.5m)
- Sh : largeur de la bonde humidifier d'après la table ona $Sh=1\text{m}$
- Sa : Ecartement entre rangs d'arbre =4m
- Sr : espacement des arbres sur les rangs=4m
- $P=0.19$ on prendre $p=19\%$

$$D_p = (26 - 16) / 100 \times (2/3) \times 1500 \times 1.4 \times 0.19 = 26.6 \text{ mm}$$

I.47.2.2 Fréquence et intervalle des arrosage (Fr) :

$$T_r = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jc}} \dots\dots\dots \text{(VII.5)}$$

$$T_r = 26.6/16,944 = 1.57$$

On prend $T_r = 2\text{j}$

I.47.2.3 Calcul de la dose réelle

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$Dr = Bjc \times Tr \dots\dots\dots \text{(VII.6)}$$

$$Dr = 16.94 \times 2$$

$$Dr = 33.88 \text{ mm}$$

I.47.2.4 Calcul de la dose brute

$$D\text{-brute} = \frac{Dr}{Eff \times Cu} \dots\dots\dots \text{(VII.7)}$$

Avec :

- Eff: efficacité de réseau d'irrigation (90%) et Cu : coefficient d'uniformité (90%).

$$D\text{-brute} = \frac{33.38}{0.9 \times 0.9} = 41.83 \text{ mm}$$

I.47.2.5 Durée de fonctionnement par d'arrosage h

$$\theta = \frac{D\text{brute} \times Sd \times Sr}{n \times Qg} \dots\dots\dots \text{(VII.8)}$$

$$\theta = \frac{41.83 \times 1.5 \times 4}{2 \times 4} = 29 \text{ h}$$

- **Nombre d'arbre par hectare**

$$N \text{ d'arbre} = \frac{1 \text{ ha}}{S} = \frac{1 \text{ ha}}{Ea \times Er} \dots\dots\dots \text{(VII.9)}$$

$$N \text{ d'arbre} = \frac{10000}{4 \times 4} = 625 \text{ arbres.}$$

- **Nombre d'arbre par rampe**

$$Na \text{ rampe} = Lr / Ea \dots\dots\dots \text{(VII.10)}$$

$$Na \text{ rampe} = 80/4 = 20 \text{ arbres}$$

- **Nombre des goutteurs par rampe**

$$Ng = \frac{Lr}{Ea} \times 2 \dots\dots\dots \text{(VII.11)}$$

$$Ng = \frac{125}{4} \times 2 = 62 \text{ goutteurs}$$

- **Débit d'une rampe**

$$Qr = Ng \times Qg \dots\dots\dots \text{(VII.12)}$$

$$Q_r = 62 \times 4 = 248 \text{ l/h}$$

- **Nombre de rampes**

$$N_r = L_{pr} / E_r \dots\dots\dots \text{(VII.13)}$$

$$N_r = 125 / 4 = 31 \text{ rampes}$$

- **Débit de la porte ramp**

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots \text{(VII.14)}$$

$$Q_{pr} = 248 \times 31 = 7688 \text{ l/h}$$

I.47.3 Calcul hydraulique

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

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

La variation maximale de la pression : $q = k \cdot h^x$ avec $x = 0.5$ (caractéristique des goutteur).

$$\Delta Q / Q(g) = \Delta H / H(n)$$

Avec

- $Q(g)$: le débit nominal de goutteur
- $H(n)$: la pression nominale
- $\Delta H(max) = 1/0.5 = 2 \text{ mce}$

Donc selon la règle de Christiansen $10\% \Delta H$ singulières = 0.2 m, et ΔH linéaire = 1.8 m

Alors : pour les rampes $2/3 \times 1.8 = 1.2 \text{ m}$ et Pour la porte rampe = $1/3 \times 1.8 = 0.6 \text{ m}$.

I.47.3.1 Calcul des diamètres des porte rampes et des rampes

- **Diamètre de la rampe :**

Le diamètre d'une rampe est calculé de manière suivante :

$$D = \left[\frac{P_{d,cr} \times 2,75}{0,478 \times (Q_r^{1,75}) \times L_r} \right]^{-1/4,75} \dots\dots \text{(VII.15)}$$

Avec :

- $p_{d,cr}$: la perte de charge dans la rampe.
- Q_r : le débit de la rampe en l/h.
- L_r : la longueur de la rampes en mm

$$D = 14.03 \text{ mm}$$

On prendre un diamètre normalisé :

$$DN = 16 \text{ mm}$$

Calcul des pertes de charge de la rampe :

$$J_{cal} = 0.478 \times L_{rgp} \times D_{rampe}^{-4.75} \times Q_{rampe}^{1.75} / 2.75 \dots\dots \text{(VII.16)}$$

$$J_{cal} = 0.478 \times 80 \times 16^{-4.75} \times 248^{1.75} / 2.75 = 0.41 \text{ m}$$

$P_{dc} = 0.41 < 1.2$ condition vérifier

Tableau 0-1: caractéristique des rampes

Culture	Lr(m)	Ng	Qrmp(l/h)	J th(m)	Dcalcule	DN	Jcalcule(m)
Olivier	125	62	248	1.2	14.03	16	0.41

o **Diamètre de la porte rampe :**

$$D = \left[\frac{P.d.cr \times 2.75}{0.478 \times (Q_{pr} \wedge 1.75) \times L_{pr}} \right] \left(-\frac{1}{4.75} \right) \dots\dots\dots \text{(VII.17)}$$

$$D = \left[\frac{0.6 \times 2.75}{0.478 \times (7688 \wedge 1.75) \times 80} \right] \left(-\frac{1}{4.75} \right) = 52.53 \text{ mm}$$

On prendre le diamètre normalisé : $DN = 63 \text{ mm}$

Calcul des pertes de charge de la porte rampe :

$$J_{cal} = 0.478 \times L_{ngp} \times D_{prampe}^{-4.75} \times Q_{prampe}^{1.75} / 2.75 \dots\dots \text{(VII.18)}$$

$$J_{cal} = 0.478 \times 80 \times 63^{-4.75} \times 7688^{1.75} / 2.75 = 0.5 \text{ m}$$

$J_{cal} = 0.5 < 0.6$ condition vérifier.

Tableau 0-2: caractéristique des porte rampe

Culture	Lpr(m)	Nr	Qprmp(l/h)	J th(m)	Dcalcule	DN	Jcalcule(m)
Olivier	80	31	7688	0.6	52.53	63	0.5

I.47.4 Calcul de la pression en tête de réseau :

Le calcul de la pression totale requise pour un système d'irrigation localisé consiste à additionner les pertes de charge dans l'ensemble du réseau et à y ajouter la pression nécessaire au bon fonctionnement de chaque goutteur.

$$P = 0.41 + 0.5 + 10 = 10.91 = 1.1 \text{ bar}$$

La pression requise, calculée à 1,1 bar, est inférieure à la pression disponible à la borne choisie, ce qui confirme que celle-ci est suffisante pour alimenter efficacement le système d'irrigation localisé.

I.48 Dimensionnement d'un réseau par asperseur

Le dimensionnement d'un système d'irrigation par aspersion consiste à concevoir un réseau de canalisations alimentant des asperseurs répartis sur la parcelle, afin d'assurer une distribution uniforme de l'eau. Ce processus nécessite de prendre en compte plusieurs paramètres essentiels, tels que la nature des cultures, les besoins en eau, la taille et la topographie de la parcelle, ainsi que les conditions climatiques. Ces éléments influencent le choix des asperseurs et leur disposition optimale pour garantir une couverture efficace et une irrigation adaptée aux spécificités de la parcelle.

I.48.1 Choix de la culture et la parcelle

La parcelle sélectionnée pour l'irrigation par aspersion couvre une superficie d'un hectare, avec des dimensions de 125 mètres sur 80 mètres. Elle est alimentée par la borne numéro 2, offrant une pression plus de 4 bars. La culture choisie est l'orge en vert, avec des besoins en eau de pointe estimés à 249.53 mm. Le système fonctionne 20 heures par jour sur 26 jours par mois. La perméabilité du sol est de 7 mm/h.

I.48.2 Calcul de la dose pratique RFU

$$\text{RFU} = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times d_a \dots\dots\dots \text{(VII.19)}$$

Avec :

- H_{cc} : humidité à la capacité au champ (26%)
- H_{pf} : humidité au point de flétrissement (16%)
- Y : degré de tarissement (2/3)
- Z : profondeur d'enracinement (60 cm)
- d_a : densité apparent égal (1.4)

$$\text{RFU} = (0.26 - 0.16) \times 2/3 \times 60 \times 1.4 = 56\text{mm}$$

I.48.3 Dimensionnement de l'asperseur

I.48.3.1 Diamètre de la buse

D'après les informations techniques de l'arroseur PERROT, et la perméabilité de sol qui 7 mm/h. On définit p comme la pluviométrie de la buse. On calcule à condition que p doit être inférieur à la perméabilité de sol.

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots \text{(VII.20)}$$

Avec :

- d : le diamètre de la buse en mm
- P : la pluviométrie de la buse en mm

$$d = \frac{1.04 \times 6.8}{1.5} = 4.71 \text{ mm}$$

On prendra **d=4.8mm** .

I.48.3.2 Calcul de la portée de jet (L)

La portée de jet calculée à l'aide de la formule empirique suivante :

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \dots\dots\dots \text{(VII.21)}$$

Avec :

- d : diamètre de la buse en mm
- h : la pression de la buse en m

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 40^{0.25} = 16.53 \text{ m}$$

I.48.3.3 Ecartement entre les rampe et l'arroseur

Selon les normes américaines, l'écartement maximal recommandé entre les lignes d'arrosage varie en fonction de la vitesse du vent et est défini comme suit :

- El : de 1 à 1.3 fois la distance L
- Ea : de 0.6 à 1.02 fois la distance L

Dans notre zone d'étude, en prenant en compte les conditions de vent, nous avons opté pour les valeurs suivantes :

- Entre les ligne d'arrosage El : $1.2 \times 16.53 = 19.84 \text{ m}$
- Entre les arroseurs sur la rampe Ea : $0.8 \times 16.53 = 13.22 \text{ m}$

I.48.3.4 Vérification de la pluviométrie de la buse (p < k)

Débit de l'arroseur :

$$Q = 0,95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \times \sqrt{2 \times g \times h} \dots\dots\dots \text{(VII.22)}$$

$$Q = 1,73 \text{ m}^3 / \text{h}$$

- vérification de la pluviométrie :

En supposant que l'écartement entre les lignes est proportionnel à la longueur L, la pluviométrie horaire p exprimée en mm/h, peut être estimée à l'aide de la relation suivante :

$$P = \frac{Q}{Er \times Er} \dots\dots\dots \text{(VII.23)}$$

$$P = \frac{1.73 \times 1000}{19.84 \times 13.22} = 6.64 \text{ mm}$$

Donc le diamètre de la buse choisie va assurer une pluviométrie $p < k = 7 \text{ mm/h}$

I.48.3.5 Détermination des paramètres d'arrosage

Calcul du tour d'eau :

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{Dose } p \times N_j}{B_{bp}} \dots\dots\dots \text{(VII.24)}$$

Avec :

- Dose nette pratique = 56 mm
- $N_j = 26$ jours
- Besoin de pointe = 249.53 mm

$$T_{\text{eau}} = \frac{56 \times 26}{249.53} = 5.83 = 6 \text{ jours}$$

Calcul de la dose réelle :

$$\text{Dose réelle} = T_{\text{eau}} \times \text{la dose journalière} \dots\dots\dots \text{(VII.25)}$$

$$\text{Dose réelle} = 6 \times (249.53/30) = 49.91 \text{ mm}$$

Calcul de la dose brute :

$$D_{\text{brute}} = \frac{D_{\text{réelle}}}{\mu} \dots\dots\dots \text{(VII.26)}$$

$$D_{\text{brute}} = \frac{49.53}{0.75} = 66.04 \text{ mm}$$

Temps d'arrosage :

$$T = \frac{D_{\text{brute}}}{p} \dots\dots \text{(VII.27)}$$

$$T = \frac{66.04}{6.64} = 9.95 \text{ h} = 10 \text{ h/j}$$

Calcul de débit d'équipement :

$$Q = \frac{S \times B \times 10}{N_j \times T_a \times e_f} \dots\dots\dots \text{(VII.28)}$$

$$Q = \frac{1 \times 249.53 \times 10}{26 \times 10 \times 0.75} = 12.79 \text{ m}^3/\text{h}$$

I.48.4 Calcul hydraulique

I.48.4.1 Dimensionnement hydraulique des rampes

Les dimensions de terrain sont les suivantes :

Longueur de terrain :125m

Largeur de terrain :80m La longueur des rampes est :

$$L_r = L_{\text{Terrain}} - \frac{Ea}{2} \dots\dots\dots (\text{VII.29})$$

Donc :

$$L_r = 73.39\text{m}$$

Le nombre d'asperseur par rampes :

$$N_{\text{ asperseur/r}} = \frac{L_r}{Ea} \dots\dots\dots (\text{VII.30})$$

On obtient :

$$N_{\text{ asperseur/r}} = \frac{73.39}{13.22} = 6 \text{ asperseurs}$$

Nombre des rampes :

On travaille avec une seule rampe

Débit de la rampe :

$$Q_{\text{ rampe}} = Q_{\text{ asperseur}} \times N_{\text{ as}} \dots\dots\dots (\text{VII.31})$$

$$Q_{\text{ rampe}} = 1.77 \times 6 = 10.62 \text{ m}^3/\text{h} = 2.95 \times 10^{-3} (\text{m}^3/\text{s})$$

Calcul de diamètre de la rampe :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times v}} \dots\dots\dots (\text{VII.32})$$

Avec :

- V :la vitesse découlement à travers la rampe, $v \leq v_{\text{adm}}$; $v_{\text{adm}} [0.5 :2.5] \text{ m/s}$

On suppose que $v=2\text{m/s}$;

On trouve : $D_r= 43\text{mm}$;

On prendre $D_r =50\text{mm}$;

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times d^2} = 1.48 \text{ m/s}$$

I.48.4.2 Dimensionnement de la porte rampes

Longueur de la porte rampes :

$$L_{\text{pr}} = L - \frac{Ei}{2} = 125 - \frac{19.84}{2} = 115.08\text{m}$$

Débit de porte rampe :

$$Q_{\text{pr}} = Q_{\text{ asperseur}} \times N_{\text{ asperseur}} \times N_{\text{ rampe}} \dots\dots\dots (\text{VII.33})$$

$$Q_{\text{pr}} = 2.95 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Calcul du diamètre de la porte rampe :

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times Qr}{\pi \times v}} \dots\dots\dots \text{(VII.34)}$$

$$D_{pr} = 43.2 \text{ mm}$$

On prend le diamètre normalisé : 63 mm

I.48.5 Calcul des pertes de charge :

En utilisant la formule de Hazen-Williams :

$$J = (3.592/CH)^{1.852} \times (L/D)^{4.87} \times Q^{1.852} \dots\dots\dots \text{(VII.35)}$$

Avec :

- J : perte de charge linière en m
- CH : coefficient de Hazen Williams de 130 à 140 pour la fonte et PEHD
- L : longueur de la conduite en m
- D : diamètre en m

Les résultats de calcul des pertes de charge sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 0-3: résultat de calcul de système d'aspersion

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	115.08	73.39
Diamètre (mm)	63	50
Débit (m ³ /s)	2,95.10 ⁻³	2,95.10 ⁻³
Vitesse (m/s)	1.48	1.48
Perte de charge (m)	1.88	3.67

$$\Delta H_{\text{totale}} = 1.88 + 3.67 = 5.55 \text{ m}$$

Alors la règle de Christiansen est respectée.

I.48.6 Calcul de la pression en tête de réseaux

C'est la pression nécessaire de bon fonctionnement de dernier asperseur

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

Avec :

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

$$H=25+5.55=30.55\text{m}$$

I.49 Conclusion

Ce chapitre présente la conception de deux systèmes d'irrigation : le goutte-à-goutte pour les oliviers et l'aspersion pour l'orge en vert. Ces techniques visent à préserver les ressources en eau et à améliorer les rendements agricoles, en s'adaptant aux besoins spécifiques de chaque culture. Elles contribuent ainsi à une gestion durable de l'eau tout en favorisant une productivité accrue et une agriculture plus efficace.

Chapitre VIII :
Calcul technico-économique

Chapitre VIII : calcul technico-économique

I.50 Introduction

Ce chapitre aborde l'étude économique et financière d'un projet d'irrigation, essentielle pour évaluer sa faisabilité. L'analyse technico-économique permet de déterminer le coût total du projet, depuis le système d'adduction à la distribution aux parcelles, en incluant toutes les dépenses opérationnelles et de maintenance. Cette étude est étroitement liée à l'analyse technique, car elle fournit les données clés pour juger de la viabilité du projet. Elle évalue le budget nécessaire à sa mise en œuvre, ainsi que les bénéfices économiques et sociaux comparés aux investissements. L'objectif principal est de planifier de manière optimale les investissements en estimant avec précision les coûts pour garantir la pérennité du réseau d'irrigation à court et long terme.

I.51 Différents types de travaux à entreprendre

I.51.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau de distribution

Les différentes étapes liées à la mise en place de l'adduction et de réseaux de distribution sont :

a) Exécution des tranches :

L'exécution des tranchées, étape clé du terrassement, implique le creusement des excavations à l'aide d'une pelle hydraulique. Les matériaux excavés sont placés sur un côté de la tranchée, laissant l'autre côté libre pour l'installation des conduites. Il est crucial de veiller à ce que les tranchées soient creusées selon les dimensions exactes (profondeur et largeur) spécifiées dans le projet.

b) Pose de lits de sable :

Dans notre cas, un lit de sable d'une épaisseur de 15 cm sera déposé au fond de la tranchée. Avant de poser les conduites, il est nécessaire d'étaler une couche uniforme de sable propre et tamisé. Ce lit de sable joue un rôle crucial en offrant un support stable aux conduites et en les protégeant contre les mouvements du sol.

c) Pose des conduites :

Avant d'installer les conduites dans la tranchée, un tri est effectué pour écarter celles qui pourraient être endommagées par des impacts. Les conduites sont ensuite descendues avec précaution dans la tranchée en utilisant un équipement de levage approprié.

d) Jointage et soudure de la canalisation :

Pour garantir la sécurité, un essai de pression des conduites et des joints est réalisé avant le remblaiement. Cet essai est effectué à l'aide d'une pompe d'essai, qui remplit la conduite avec de l'eau sous une pression équivalente à 1,8 fois la pression de service prévue lors du fonctionnement.

L'épreuve dure environ 30 minutes et la variation de pression ne doit pas dépasser 0,2 bar.

e) Remblayage des tranches :

Le remblayage des tranchées consiste à recouvrir la conduite en utilisant les matériaux excavés lors de la fouille.

f) Nivellement et compactage :

Après le remblaiement, le nivellement est réalisé pour aplanir les monticules de terre, suivi du compactage pour augmenter la densité du sol et éviter les tassements futurs.

I.51.1.1 Calcul de volume de terrassement

a) Largeur de fond de la tranchée :

La largeur de la tranchée est déterminée en fonction du diamètre de la conduite, en ajoutant un espacement de 30 cm de chaque côté de la conduite. La largeur totale d'ouverture de la tranchée peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$B=d+0.6m \dots\dots\dots \text{(VIII.1)}$$

Avec :

- B : la largeur de tranchée (m)
- d : le diamètre de la conduite (m)

b) Profondeur de la tranchée :

Il est essentiel d'ajuster la profondeur de la conduite pour permettre une installation correcte des branchements spécifiques, tout en évitant tout risque de connexion accidentelle avec d'autres conduites.

$$H_{tr}=e + d + h\dots\dots\dots \text{(VIII.2)}$$

- H_{tr} : la profondeur de la tranchée (m)
- e : profondeur de lit de pose (m)
- d : diamètre de la conduite (m)
- h : la hauteur de remblai au-dessus de la conduite (m)

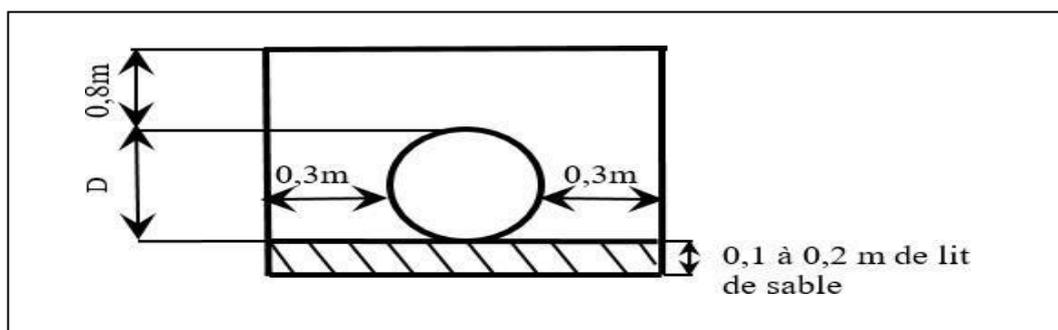


Figure 0-1: schéma d'un tranché

c) Les sections des tranchées :

$$\text{Str} = B \times \text{Htr} \dots \dots \dots \text{(VIII.3)}$$

Avec :

- Htr : la profondeur totale de tranchée (m)
- B : largeur de fond de tranchée (m)

d) Volume de déblai :

$$V_d = \text{Str} \times L \dots \dots \dots \text{(VIII.4)}$$

Avec :

- Vd : volume de déblai en m³
- Str : section de tranchée en m²
- L : longueur de tranchée en m

e) Volume occupé par les conduites :

$$V_{\text{cond}} = S_c \cdot L \dots \dots \dots \text{(VIII.5)}$$

Avec :

Sc : section de la conduite (m²)

L : longueur de tranchée en (m)

f) Volume de lite de sable :

$$V_s = h_{\text{sab}} \times L \times b \dots \dots \dots \text{(VIII.6)}$$

Avec :

- h_{sab} : la hauteur de lite de sable compris entre 0.1 et 0.2 m
- L : longueur de tranchée (m)
- b : largeur de tranchée (m)

g) Volume de remblai :

$$V_{\text{rem}} = V_{\text{deb}} - \frac{\pi \times d^2}{4} \times L \dots \dots \dots \text{(VIII.7)}$$

Les volumes des déblai et remblai de réseaux de distribution sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 0-1: calcul des déferentes volume

D(mm)	B(m)	H(m)	L(m)	Vdebl (m ³)	S conduites	V cond (m ³)	Vsable (m ³)	V remb (m ³)
500	1.1	1.35	2020.35	3000.22	0.62	1252.61	333.36	1414.25
400	1	1.25	312.32	390.4	0.4	124.93	46.8	218.62
315	0.915	1.165	570	607.61	0.24	136.8	78.23	392.57
200	0.8	1.05	191	160.44	0.098	18.72	22.92	118.80
160	0.76	1.01	823.54	632.15	0.063	51.88	93.88	486.38
125	0.725	0.975	1124.05	794.5	0.039	43.84	122.24	628.48
110	0.71	0.96	1192	812.47	0.03	35.76	126.94	649.76
Somme			6648.94	7432.45		1696.22667	923.67	4900.87

I.51.2 Evaluation de cout des travaux de terrassement :**Tableau 0-2:** cout de travaux de terrassement

Type des travaux	unité	Prix unitaire DA	Quantité	Prix des Trav DA
Déblai	M3	450	7432.45	3344602.5
P. sable	M3	2500	923.67	2309175
Remblais	M3	420	4900.87	2058365.4
Total HT				7712142.9
TVA 19%				1465307.15
TOTAL TTC1				9177450.05

Le cout de travaux de terrassement est estime à : 9 177 450 DA en TTC.

I.51.3 Evaluation de cout de pose des conduites

Tableau 0-3: cout de pose des conduites

Conduite	Type	Unité de mesure	Prix unit en DA	Quantité ml	Prix DA
500	Fonte	ml	9900	2020.35	20001465
400	Fonte	ml	8000	312.32	2498560
315	PEHD	ml	10100	570	5757000
200	PEHD	ml	3600	191	687600
160	PEHD	ml	2560	823.54	2108262.4
125	PEHD	ml	1200	1124.05	1680420
110	PEHD	ml	1000	1192	1192000
Total HT					49567893.23
TVA 19%					9417899.714
TOTAL TTC2					58985792.94

I.51.4 Estimation des couts des borne d'irrigation et pièce spéciale

Tableau 0-4: Estimation des couts des borne d'irrigation

Les bornes	Prix unitaire	Quantité	Prix des Trav (DA)
A4	19000	8	152000
A2	50000	4	200000
B	15200	2	30400
Coudes 45	1190	4	4760
Vannes	12790	6	76740
Te	1100	4	4400
Bouchons	850	4	3400
Total HT			471700
TVA 19%			89623
TOTAL TTC3			561323

I.51.5 Estimation de cout de réservoir de stockage**Tableau 0-5: Estimation de cout de réservoir de stockage**

Désignation des travaux	unité	Quantité	Prix Unitaire DA	Montant
Terrassement				
Déblai	M3	180	500	90 000
Remblai	M3	140	500	70 000
Béton arme et coffrage	M3	200	12000	2 400 000
Aménagement extérieur				
Portail métallique	U	1	220000	220 000
Mur de clôture	M2	80	3000	240 000
Total HT				3 332 000
TVA 19%				633 080
Total TTC				3 965 080

I.51.6 Devis estimatif totale de projet

- Devis de la pose de canalisation :(Montant TTC1 =9 177 450 DA).
- Devis de réseaux d'irrigation :(Montant TTC2=58 985 792.94DA).
- Devis des pièce spéciale :(MontantTTC3=561 323 DA).
- Devis de réservoir de stockage :(Montant TTC=3 965 080DA).

Le cout total est : 72 689 646 DA

I.52 Conclusion

L'analyse économique approfondie des extensions de périmètres d'irrigation révèle qu'une estimation précise et une gestion rigoureuse des coûts sont indispensables pour assurer la réussite du projet. Cela garantit non seulement une utilisation optimale des ressources, mais aussi un impact positif durable sur le développement agricole et les conditions de vie des agriculteurs. Par conséquent, il est crucial d'intégrer ces considérations économiques dans la planification et la mise en œuvre des projets d'irrigation pour en maximiser les bénéfices.

Le cout total de projet de dimensionnement de périmètre d'EL Eulma est arrêté à la somme de : Soixante-douze millions six cent quatre-vingt-neuf mille six cent quarante-six dinars algériens.

Conclusion générale

Au cours de cette recherche, nous avons dimensionné en détail le Secteur 1 de périmètre D'El Eulma, De la superficie de 200ha, à partir des ressources en eau du barrage de DRAA DISS. L'analyse climatique de la région a confirmé son caractère semi-aride, avec une période sèche qui s'étend sur plus de 7mois, mettant en évidence la nécessité de l'irrigation pour garantir un rendement agricole acceptable.

L'étude agro-pédologique montre que les sols de la zone sont majoritairement de texture limono-argileuse. En tenant compte de cette caractéristique, nous avons sélectionné des cultures spécialement adaptées à ce type de sol.

Après avoir sélectionné les cultures, nous avons étudié le système d'adduction. La solution choisie est un réseau gravitaire qui transporte l'eau depuis le Barrage vers les parcelles du périmètre. Ce réseau est constitué de conduites en fonte et en PEHD, équipées de bornes d'irrigation. Les pressions dans le réseau varient en moyenne de 4 bars, permettant ainsi l'adoption de techniques d'irrigation modernes telles que le goutte-à-goutte pour l'arboriculture et maraichage, et l'aspersion pour la céréale.

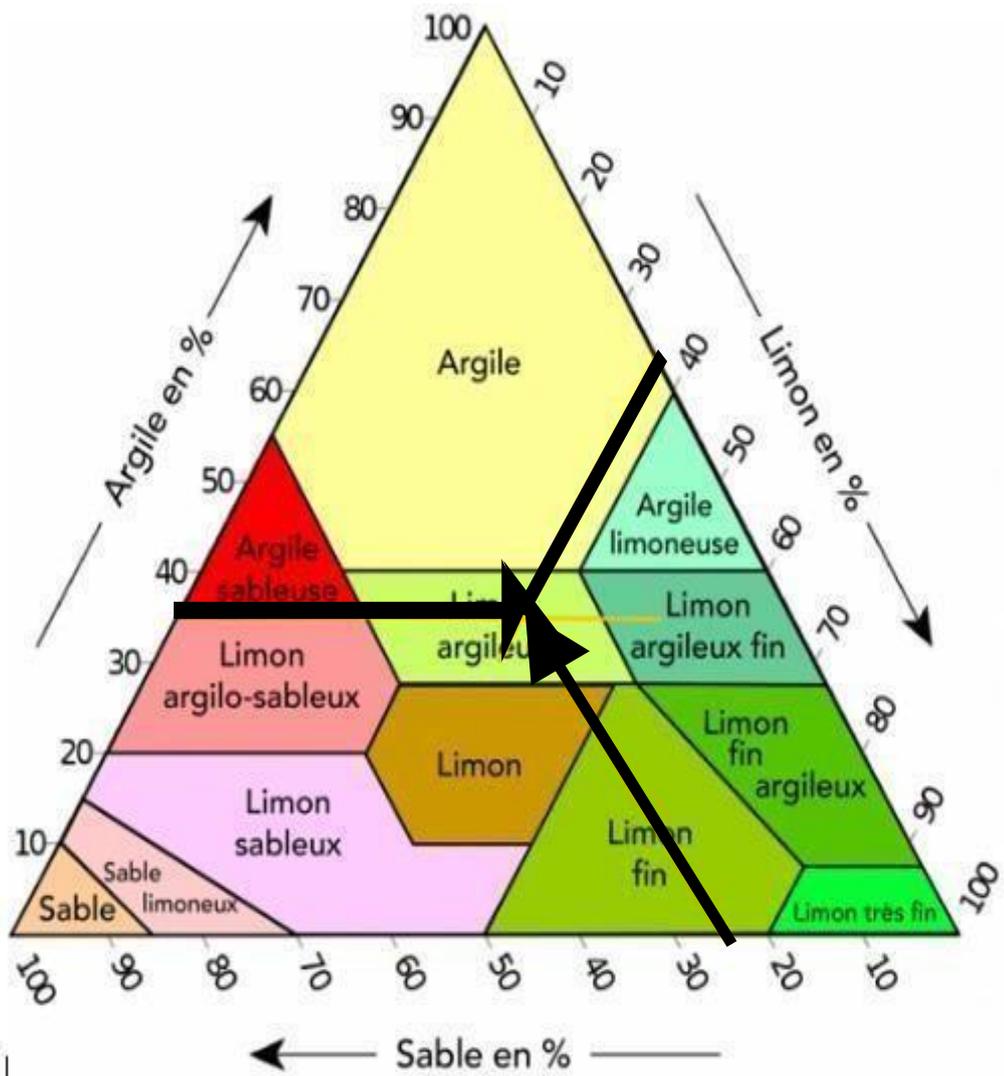
Pour satisfaire aux exigences techniques et économiques de notre projet, nous avons réalisé une étude technico-économique approfondie afin d'évalué le cout de projet qui est de : 72 689 646 DA (dinar algériens)

Les Références bibliographique :

- [1] **Meghar, Mohamed. (2008).** "dimensionnement d'un réseau d'adduction et de distribution de périmètre d'El Eulma w-Sétif 20000ha
- [2] **Zahoui,samah (2023).** " Étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre de Seklafa (238ha) à partir du barrage de Seklafa (W.Laghouat)
- [3] **Oweis, T., & Hachum, A. (2009).**" Improving Water Productivity in Agricultural Systems." *International Water Management Institute.*
- [4] **Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998).** "Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements." *FAO Irrigation and Drainage Paper 56.*
- [5] **Clemmens, A. J., & Allen, R. G. (2005).** "Impact of agricultural water conservation on water availability." *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 131(6), 414-421.
- [6] **Ouir, Fatma Zohra. (2022).** "Aménagement hydroagricole du périmètre d'El Eulma (1160 ha) secteur 4 à partir du Barrage Draa Diss avec (W. Setif)."
- [7] **Al-Khafaf, S., & Abdelraouf, R. (2018).** "Impact of Climate on Water Resources in S'etif, Algeria." *Water Resources Management*, 33(9), 3025-3035.
- [8] **Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998).** "Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements." *FAO Irrigation and Drainage Paper 56.*
- [9] **Hammad, A. (2012).** "Climatic Conditions and Agricultural Development in Semi-Arid Zones." *International Journal of Environmental Research*, 6(2), 101-115.
- [10] **Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2009).** *Coping with Water Scarcity: Addressing the Challenges.* Springer.

Annexe

Annexe2 : triangle des textures

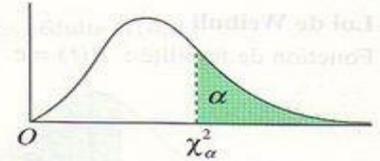


Annexe3 :la table de Pearson khi deux

Table de distribution de χ^2 (loi de K. Pearson)

La table donne la probabilité α , en fonction du nombre de degrés de liberté ν , pour que χ^2 égale ou dépasse une valeur donnée χ^2_α

$$\alpha = P(\chi^2 \geq \chi^2_\alpha)$$



ν	$\alpha = 0,990$	$\alpha = 0,975$	$\alpha = 0,950$	$\alpha = 0,900$	$\alpha = 0,100$	$\alpha = 0,050$	$\alpha = 0,025$	$\alpha = 0,010$	$\alpha = 0,001$
1	0,0002	0,0010	0,0039	0,0158	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,12	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,08	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,57	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

Quand ν est supérieur à 30, on utilise la table de la loi normale (table de l'écart réduit) avec :

$$t = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2\nu - 1}$$

Annexe4 : asperseur 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	
															
mm	Portée en m					Distance entre arroseurs PR 24									
3,5	13,8	14,2	14,7	15,1	15,4	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12
4,2	14,3	14,9	15,5	15,9	16,3	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12
4,5	14,6	15,2	15,8	16,3	16,8	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4,8	14,8	15,5	16,0	16,6	17,0	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,0	15,1	15,8	16,4	16,9	17,3	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,2	15,3	16,0	16,6	17,1	17,6	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
6,0**	15,9	16,4	17,2	17,5	17,9	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
7,0**	16,3	16,8	17,6	18,3	18,7	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
Consommation d'eau du PR 24 W															
	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)										
3,5	0,77	0,84	0,91	0,97	1,03										
4,2	0,99	1,09	1,17	1,26	1,33										
4,5	1,14	1,25	1,35	1,44	1,53										
4,8	1,30	1,42	1,53	1,64	1,74										
5,0	1,41	1,54	1,66	1,78	1,89										
5,2	1,52	1,67	1,80	1,92	2,04										
Consommation d'eau du PR 24						Précipitations									
	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
3,5x2,4	1,09	1,20	1,29	1,38	1,47	5,2	7,0	5,7	7,7	6,2	8,3	6,6	8,9	7,0	9,4
4,2x2,4	1,32	1,44	1,56	1,66	1,77	6,8	9,2	7,4	10,0	8,0	10,8	8,5	11,5	9,1	12,3
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
4,8x2,4	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
5,0x2,4	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
5,2x2,4	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	7,6
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
7,0x2,4	2,85	3,12	3,37	3,60	3,82	7,1	9,5	7,8	10,5	8,4	11,2	9,0	12,0	9,6	12,7