



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

Etude de périmètre de Hassani Abdelkrim (secteur B) à partir
de la STEP d'EL OUED (190 ha). Wilaya de OUED SOUF

Présenté par :

BADRI DHIAE EDDINE

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MEDDI Mohamed	Professeur	Président
SADOUNE Samra	M.C.A	Examineur
MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examineur
BELLABES CHARIFI Salima	M.C.B	Promoteur

Session : 2022 / 2023

Remerciement

En la conclusion de ce projet de fin d'études, fruit de nombreuses années de dévouement, je tiens à exprimer ma sincère gratitude envers Allah pour avoir mis sur mon chemin les moyens et les personnes qui m'ont aidé à le réaliser.

J'adresse mes remerciements chaleureux à ma mère et mon père. Et à ma promotrice, Mme. BELLABES SALIMA, qui a accepté de superviser mon travail. Elle s'est montrée compréhensive et sensible aux différents défis auxquels j'ai été confronté, et je suis reconnaissant pour son précieux soutien ainsi que pour son encadrement fructueux.

Je tiens également à remercier tous les membres du jury, le président et les examinateurs, pour leurs relectures attentives de ce document et pour leurs critiques constructives, qui contribueront à améliorer la qualité de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à l'ensemble du personnel et des enseignants de l'École Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH) qui ont veillé à ma formation.

Dédicace

À mes chers parents et à toute ma précieuse famille, Votre soutien infaillible et votre amour inconditionnel ont été le fondement solide sur lequel j'ai bâti mon parcours. Vos encouragements silencieux et votre présence constante ont été ma lumière dans les moments sombres. Chacune de vos actions a été une étincelle qui a allumé la flamme de ma réussite. Votre bonheur est devenu le mien, et je vous dédie mes réalisations avec une profonde gratitude.

À mes amis bien-aimés, À travers les rires partagés, les moments de complicité et les épreuves surmontées ensemble, vous avez rempli ma vie de joie et d'inspiration. Votre amitié sincère et votre soutien indéfectible m'ont donné la force d'aller de l'avant et de persévérer. Nos liens sont un trésor que je chérirai toujours, et chaque succès que je célèbre est également le vôtre.

ملخص

تهدف هذه الأطروحة إلى تصميم نظام ري لمساحة 190 هكتارًا في بلدية الحسني عبد الكريم، الواقعة في ولاية الواد، وتغذيها محطة معالجة مياه الصرف الصحي وهو جزء من السياسة الحالية لإدارة المناطق المروية، بهدف زيادة الإنتاجية الزراعية من خلال اعتماد نظم ري عالية الجودة وإدارة أفضل للموارد المائية. ومن بين هذه النظم، ظهر الري والرش المحليين الحديثين بسبب موثوقيتهما ويقدمان مزايا عديدة، مثل كفاءة استخدام المياه وتحقيق غلات كبيرة

Résumé

Ce mémoire vise à dimensionner un système d'irrigation pour une superficie de 190 hectares dans la commune de Hassani Abdelkrim, située dans la Wilaya d'El Oued, et alimenté par une station d'épuration des eaux usées (STEP).

S'inscrit dans le cadre de la politique actuelle de gestion des périmètres irrigués, visant à accroître la productivité agricole grâce à l'adoption de systèmes d'irrigation de qualité supérieure et à une meilleure gestion des ressources en eau. Parmi ces systèmes, l'irrigation localisée et l'aspersion modernes ont émergé en raison de leur fiabilité et offrent de nombreux avantages, tels que l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la réalisation de rendements significatifs.

Abstract

This thesis aims to design an irrigation system for an area of 190 hectares in the municipality of Hassani Abdelkrim, located in the Wilaya of El Oued, and fed by a wastewater treatment plant (WWTP).

It is part of the current policy of managing irrigated areas, aiming to increase agricultural productivity through the adoption of high quality irrigation systems and better management of water resources. Among these systems, modern localized irrigation and sprinkling have emerged due to their reliability and offer many advantages, such as water use efficiency and achieving significant yields.

Sommaire:

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

CHAPITRE 01 : Présentation de la zone d'étude

I)1-Situation géographique du site :	3
I)1-1Présentation de la wilaya de OUED SOUF	3
I)1-2-Présentation de périmètre	3
I)1-3-Présentation de la zone d'étude.....	5
I).2Caractéristiques topographiques et pédologiques de la zone	6
I)3-CLIMATOLOGIE:	7
I)3-1-pluviométrie :	7
I)3-2Température :	7
I)3-3Humidité relative :	8
I)3-4Vitesse du vent :	9
I)3-5Évaporation :	10
I)3-6Ensoleillement :.....	10
I)4-Classification du climat.....	11
I)4-1-Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE:	11
I)4-2-Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER :.....	12
I)4-3-Classification du climat seelon GAUSSEN.....	12
I)-CONCLUSION.....	14

CHAPITRE 02: ressource en eau et en sol

INTRODUCTION	16
II)-1-ZONE D'ETUDE.....	16
II)-1-1-Zone d'El oued :	17
II)-1-2-Stratigraphie régionale :	18
II)-2-Formation de l'ère Secondaire :	17
II)-2-1- Formations de l'ère Tertiaire :.....	18
II)-3-Le profil pédologique	18
II)-3-1-Caractéristiques hydrodynamiques des sols	19
II)-3-2-Les aptitudes culturales des sols	20
II)-4-RESSOURCE EN EAU:.....	21
II)-4-1-Qualité des eaux d'irrigation:.....	21
II)-4-1-1-La salinité:	22
II)-4-1-2-La conductivité électrique:	22
II)-4-1-3-Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R:.....	23
CONCLUSION:.....	24

CHAPITRE 03: Besoins en eau des cultures

INTRODUCTION:	26
III)-1-BESOIN EN EAU DU PERIMETRE :	26
III)-1-1-Evapotranspiration :	28
III)-1-1-1-Différentes méthodes de calcul ETP basées sur les données climatiques :	28
III)- 1-1-2Méthode de PENMAN et MONTEITH modifiée :	27
III)- 2-Calcul de la pluie efficace:	27
III)-3-La réserve facile utile RFU:	28
III)-4-CHOIX DE CULTURES.	29
III)-4-1-CULTURES PALMIER DATTIER:	33
III)-4-2-CULTURES MARAICHERES:	33
III)-4-3-CULTURES CEREALES : (orge) :	33
III)-5-Structure d'Assolement:	32
III)-6- Détermination des besoins d'irrigation des cultures:	32
III)-6-1Besoins d'irrigation de Palmier:	35
III)-6-2Besoins d'irrigation de pomme de terre :	36
III)-6-3Besoins d'irrigation de d'oignon :	36
III)-6-4Besoins d'irrigation de courgette :	37
III)-6-5Besoins d'irrigation d'orge vert :	38
III)-7-Bilan hydrique de toutes les cultures de l'assolement :	36
III)-7-1-Débit fictif continu moyen pour l'ensemble du périmètre:	39
CONCLUSION :	39

CHAPITRE 04 :ETUDE DE L'ADDUCTION

Introduction :	41
IV)-1-Type d'adduction :	41
IV)-1-1-Choix du tracé :	41
IV)-1-2-La prise d'eau :	42
IV)-2-La Conduite STEP vers la station de pompage :	43
IV)-2-1-Dimensionnement De La Conduite De Refoulement :	44
IV)-2-1-Calcul des frais d'amortissement :	46
IV)-2-2-Calcul des Frais d'exploitation :	47
IV)-2-4-Bilan total des frais :	48
IV)-3-choix des pompes.	49
IV)-3-1-Choix du nombre de pompe :	50
IV)-3-2-Couplage des pompes :	50
IV)-3-3-Le moteur électrique :	50
IV)-3-4-Détermination de la variante de pompage :	50
IV)-4-Etude du cavitation :	51
IV)-4-1-Détermination de la pression atmosphérique :	52
IV)-4-2-Calcul des pertes de charge d'aspiration :	52
IV)-5-dimensionnement de reservoir :	52

IV)-6- Dimensionnement du réseau de distribution.....	52
IV)-6-1-Vitesses admissibles :	54
IV)-6-2-Choix du matériau des conduites :	54
IV)-6-3-Calcul du débit aux bornes :.....	55
IV)-6-4-Choix du diamètre de la borne :.....	54
IV)-6-5-Choix de type de borne :	56
IV)-7-Calcul des diamètres :.....	57
IV)-7-1-Fonction de la borne d'irrigation :	60
Conclusion :.....	62

CHAPITRE 05: Techniques d'irrigation

INTRODUCTION.....	64
V)-1- techniques d'irrigation.....	64
V)-1-1L'irrigation gravitaire:.....	65
V)-1-2L'irrigation par submersion:.....	65
V)-1-3L'irrigation par infiltration:	65
V)-1-4L'irrigation par aspersion :	61
V)-1-5L'irrigation localisée (goute à goutte) :.....	67
V)-1-6L'irrigation par ruissellement:	68
V)-1-7L'irrigation par pivot:.....	69
V)-2-Choix des techniques d'arrosage.....	69
V)-2-1Les contraintes naturelles :	Error! Bookmark not defined.
V)-2-2-Les contraintes techniques:	Error! Bookmark not defined.
V)-2-3-Les contraintes agronomiques:.....	Error! Bookmark not defined.
conclusion.....	72

CHAPITRE 06:Dimensionnement du réseau d'irrigation

V)-Dimensionnement du réseau d'irrigation	74
introduction.....	74
V)1- Découpage des îlots d'irrigation	74
V)1-1-Calcul d'installation :	74
V)2- Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion	74
V)2-1-Choix de la culture :	73
V)2-2-Choix de la parcelle :	73
V)-2-3Dimensionnement théorique	75
V)-2-3-1-Calcul du diamètre de l'ajutage :.....	73
V)-2-3-2-Calcul du porté du jet (L) :.....	74
V)-2-3-3-L'espacement entre les rampes et les arroseurs:.....	74
V)-2-3-A-Calcul du debit de l'asperseur :	74
V)-2-3-B-Calcul du tour d'eau :.....	75
V)-2-3-C-Calcul de l'unité d'arrosage Su :.....	76

V)-2-3-D-Dimensionnement hydraulique des rampes	75
V)-a- La longueur de la rampe :	76
V)-b-Le nombre d'asperseurs par rampe :	77
V)-c-Nombre de rampes :	77
V)-d-Débit des rampes :	77
V)-e-Débit de la porte rampe :	77
V)-2-3-E-Dimensionnement de la rampe et du porte - rampe :	77
V)-3-Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte	78
V)-3-1-Influence du taux de couverture du sol :	79
V)-3-2-La dose d'irrigation nette pratique :	79
V)-3-3-Calcul des besoins journalier corrigé ETM :	80
V)-3-4-Fréquence des arrosages (Fr jours) :	80
V)-3-5-Calcul de la dose réelle :	80
V)-3-6-Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :	81
V)-3-7-Durée d'arrosage journalier :	81
V)-3-8-Nombre de poste :	81
V)-3-9-Surface du poste :	81
V)-4-Le dimensionnement hydraulique	85
V)-4-1-Pertes de charge unitaire :	82
V)-4-2Débit de la conduite secondaire :	83
V)-4-3Débit de la conduite principale :	83
conclusion.....	88

CHAPITRE 07 : Organisation de Chantier

introduction.....	90
Organisation de chantier	90
VI)-1-Différents travaux à entreprendre.....	90
VI)-1-1Exécution des tranchées.....	90
VI)-1-2-Mise en place des canalisations	90
VI)-1-3-Assemblage des conduites en PEHD	91
VI)-1-4-Epreuve de joint et de la canalisation.....	91
VI)-1-5-Nivellement et compactage	91
VI)-1-6-Choix des engins du chantier	92
VI)-2-calcul de volume de terrassement.....	92
VI)-2-1-Largeur du fond de la tranchée :	91
VI)-2-2-profondeur de la tranchée :	92
VI)-2-3-Volume du déblaiement :	92
conclusion.....	98
conclusion generale.....	100
references bibliographiques.....	102
Anexes.....	103-105

Lists des figures

Chapitre01

Figure I)-1: Carte représente les communes littorales de la wilaya d'EL OUED.	4
Figure I)-2: Image qui représente le périmètre de la zone d'étude	5
Figure I)-3: Classes d'altitude de la wilaya d'EL OUED.....	6
Figure I)-4: Représente la précipitation en fonction de la température.....	8
Figure I)-5: Evolution mensuelle de l'humidité relative de la station.....	9
Figure I)-6: Evolution mensuelle du vent de la station des Salines.....	9
Figure I)-7: Evolution mensuelle de l'évaporation moyenne de la station.....	10
Figure I)-8: Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	12
Figure I)-9: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER	13

Chapitre02

Figure II)-01 : carte situation de la STEP par rapport au périmètre.....	21
Figure II)-02 : Diagramme de classification de l'eau d'irrigation.	23

Chapitre03

Figure III)-01: calcul de ET_0	28
Figure III)-02: calcul de pluie efficace.....	30
Figure III)-03: histogramme des cultures.....	37

Chapitre04

Figure IV)-01: Le schéma du réseau de périmètre dans la zone d'étude.....	42
Figure IV)-02: position de STEP de coté de.....	43
Figure IV)-03: les pressions des bornes avec EPANET.....	61

Chapitre05

Figure V)-01: représente L'irrigation par submersion.....	65
Figure V)-02: représente L'irrigation par aspersion.....	66
Figure V)-03: Schéma d'un système d'irrigation par aspersion.....	66
Figure V)-04: Schéma d'un asperseur.....	68

Chapitre06

Figure VI)-1 : Pelle mécanique.....	91
Figure VI)-2 : Niveleuse	92
Figure VI)-1 : Bétonneuse.....	92
Figure VI)-4: schéma d'une tranchée.....	93

Liste des tableaux

Chapitre01

Tableau I)-01: Caractéristiques géographiques de la station d'oued.....	7
Tableau I)-02: pluviométrie moyenne mensuelle en mm.....	7
Tableau I)-03: Les valeurs de température °C.....	8
Tableau I)-04: Les valeurs de l'humidité relative de l'air.....	8
Tableau I)-05: vitesse de vent en m/s.....	9
Tableau I)-06: répartition mensuelle de l'évaporation moyenne.....	10
Tableau I)-07: Moyenne mensuelle de l'insolation.....	11
Tableau I)-08: Classification de climat selon Mr Martonne.....	11

Chapitre02

Tableau II)-01: Caractéristiques hydrodynamiques des sols.....	20
Tableau II)-02: LES COORDONNEES DE STEP HASSANI ABDELKERIM:...	21
Tableau II)-03: Caractéristique du STEP de HASSANI ABDELKERIM.....	21
Tableau II)-04: Analyse des données.....	22

Chapitre03

Tableau III)-01: les superficies des différentes cultures.....	32
Tableau III)-02: besoin de palmier dattier.....	33
Tableau III)-03: besoins de pomme de terre.....	34
Tableau III)-04: besoins de l'oignon.....	34
Tableau III)-05: besoins de courgette.....	35
Tableau III)-06: besoins de l'orge.....	36
Tableau III)-07: les besoins en eau totale.....	36

Chapitre04

Tableau IV)-01: Hauteur manométrique totale.....	45
Tableau IV)-02: calcul des Frais d'amortissement (DA).....	46
Tableau IV)-03: Calcul des frais d'exploitation.....	47
Tableau IV)-04: Calcul du bilan total des frais.....	48

Tableau IV)-05: la variante de pompage.....	50
Tableau IV)-06: Choix de Nombre de pompes de secours.....	50
Tableau IV)-07: les caractéristiques de réservoir.....	53
Tableau IV)-08: Diamètres des bornes en fonction de débit fourni.....	55
Tableau IV)-09: Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de borne....	56
Tableau IV)-10: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.....	57
Tableau IV)-11: Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	59
Tableau IV)-12: Les caractéristiques des bornes et des nœuds.....	60

Chapitre05

Tableau V)-01: paramètres de rampes.....	80
Tableau V)-02: Calcul les caractéristiques des conduites secondaires.....	86
Tableau V)-03: Calcul les caractéristiques des conduites principales.....	86
Tableau V)-04: Récapitulatif des caractéristiques des conduites.....	86

Chapitre06

Tableau VI)-01: calcule de volume de terrassement.....	95
Tableau VI)-02: Facture des différents types de conduites et pièces spéciales.....	96
Tableau VI)-03: Coût des travaux de terrassement.....	97

LISTE DES PLANCHE

PLANCHE N°01 : LE PLAN DE SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE

***PLANCHE N°02 LE PLAN D'ASSOLEMENT ET PROJECTION DE
CULTURES***

PLANCHE N°03 : PLAN DE PROJECTION DE RESEAU D'IRRIGATION.

PLANCHE N°04 : PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE.

LISTE DES ANNEXES

**ANNEXE 01 : COEFFICIENT CULTUREL KC DE CHAQUE
CULTURE**

**ANNEXE 02 : CARACTERISTIQUES HYDRIQUES DE QUELQUES
SOLS**

ANNEXE 03 : LES VALEURS DE KHI CARRE

LISTE DES ABREVIATION

DRE : Direction des Ressources en Eau.

DSA : Direction des Services Agricoles.

ANRH : Agence Nationale des Ressources
Hydrauliques.

PEHD : Polyéthylène haute densité.

Introduction Générale

Introduction Générale :

Dans la région de HASSANI ABDELKRIM, wilaya d'EL OUED, tout comme dans l'ensemble du Sahara, la disponibilité et la gestion des ressources en eau jouent un rôle crucial dans la stabilité des populations locales. En effet, le développement économique de cette région est étroitement lié à la disponibilité et à l'utilisation de la ressource en eau. L'irrigation rationnelle est ainsi le principal moteur du développement durable de l'agriculture saharienne. Au cours de la dernière décennie, le Sud Algérien a connu une intensification de l'activité agricole, axée principalement sur la production de blé, de palmiers, et de céréales en général, en raison de la quasi-absence de précipitations. Les agriculteurs ont adopté la méthode d'irrigation goutte à goutte en utilisant les eaux souterraines pour irriguer leurs cultures.

Cependant, l'impact de l'agriculture ne se limite pas à la production. Il s'étend également à la préservation de l'environnement. Les pratiques agricoles durables jouent un rôle crucial dans la réduction des effets négatifs sur les sols, les eaux souterraines, et la biodiversité, tout en limitant les risques liés à l'érosion et à la dégradation de la qualité des sols.

L'objectif de notre étude est de maîtriser l'utilisation de toutes les informations nécessaires à la conception des différentes infrastructures composant le réseau d'irrigation du périmètre de HASSANI ABDELKRIM (Wilaya D'EL OUED), alimenté par l'eau de STEP, qui s'étend sur une superficie de 190 hectares. Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes basés sur les points suivants :

- Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude.
- Évaluation des ressources en eau et en sol.
- Calcul des besoins en eau des cultures.
- Sélection des systèmes d'irrigation et dimensionnement du réseau.
- Étude technique et économique.

CHAPITRE 01 : Présentation de la zone d'étude

Introduction :

La présentation de la zone d'étude est une étape essentielle pour tout projet hydraulique, car elle permet de décrire les différentes conditions géographiques, démographiques, géologiques et climatologiques de la zone d'étude. Dans ce chapitre, nous allons présenter la zone d'étude "le périmètre de HASSANI ABDELKRIM", située au niveau de la wilaya d'EL OUED.

1-Situation géographique du site :

1-1 Présentation de la wilaya de OUED SOUF :

La région d'El Oued, également connue sous le nom de région du Bas-Sahara en raison de son faible relief, est située dans le sud-est du pays, au cœur d'une grande cuvette synclinale. Elle a obtenu le statut de wilaya en 1984 et s'étend sur une superficie totale de 4 458 600 hectares. El Oued est située à environ 700 kilomètres au sud-est d'Alger et à 350 kilomètres à l'ouest de Gabes en Tunisie.

Le périmètre en projet de hassani Abdelkrim à une altitude de 57 m. en bordure de la ferme de salem hassani. L'étude de l'aménagement hydro-agricole du périmètre de HASSANI ABDELKARIM secteur B (Wilaya de OUED) sera réalisée sur une superficie de 190 ha occupant les terres agricoles de la commune HASSANI ABDELKARIM.

Quant au périmètre proprement dit, il est limité :

- au Nord par les wilayas de Biskra, kenchela et Tébessa,
- à l'Est par la Tunisie,
- à l'Ouest par les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla,
- au Sud par la wilaya d'Ouargla.

1-2-Présentation de la zone d'étude:

Hassani Abdelkrim, une commune nichée dans la wilaya de OUED SOUF, au sud-est de l'Algérie, s'étend sur une superficie de 58 kilomètres carrés, à environ 20 kilomètres au nord de la ville d'EL OUED. Avec une Latitude: **33.4772**, et Longitude: **6.89488**
 33° 28' 38" Nord, 6° 53' 42" Est

Limitée par :

- Au Nord par sidi Aoun.
- Au Sud par el oued.
- A l'est, par trifaoui.
- A l'Ouest par taghzout.

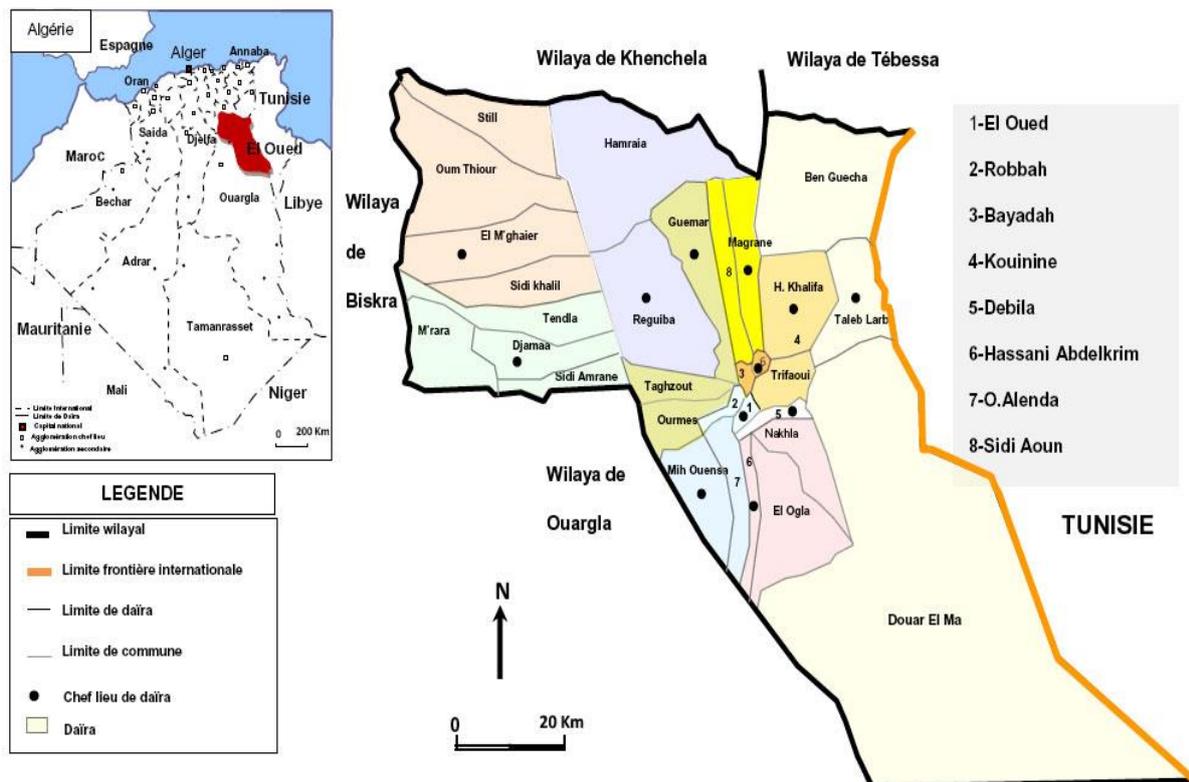


Figure I-1 : Localisation des communes littorales de la wilaya d'EL OUED.(MOHAMADI SIFEDDINE mfe 2015)

1-3-Présentation de périmètre :

Cette région se distingue par son architecture distinctive, marquée par l'utilisation de coupoles, ainsi que par ses palmeraies qui sont cultivées dans les Ghouts. Le périmètre d'irrigation est situé au sein de la commune de Hassani Abdelkrim, qui se trouve au nord-est du chef-lieu de la Wilaya d'El Oued. Ce périmètre d'irrigation de Hassani Abdelkrim couvre une superficie totale de 190 hectares.

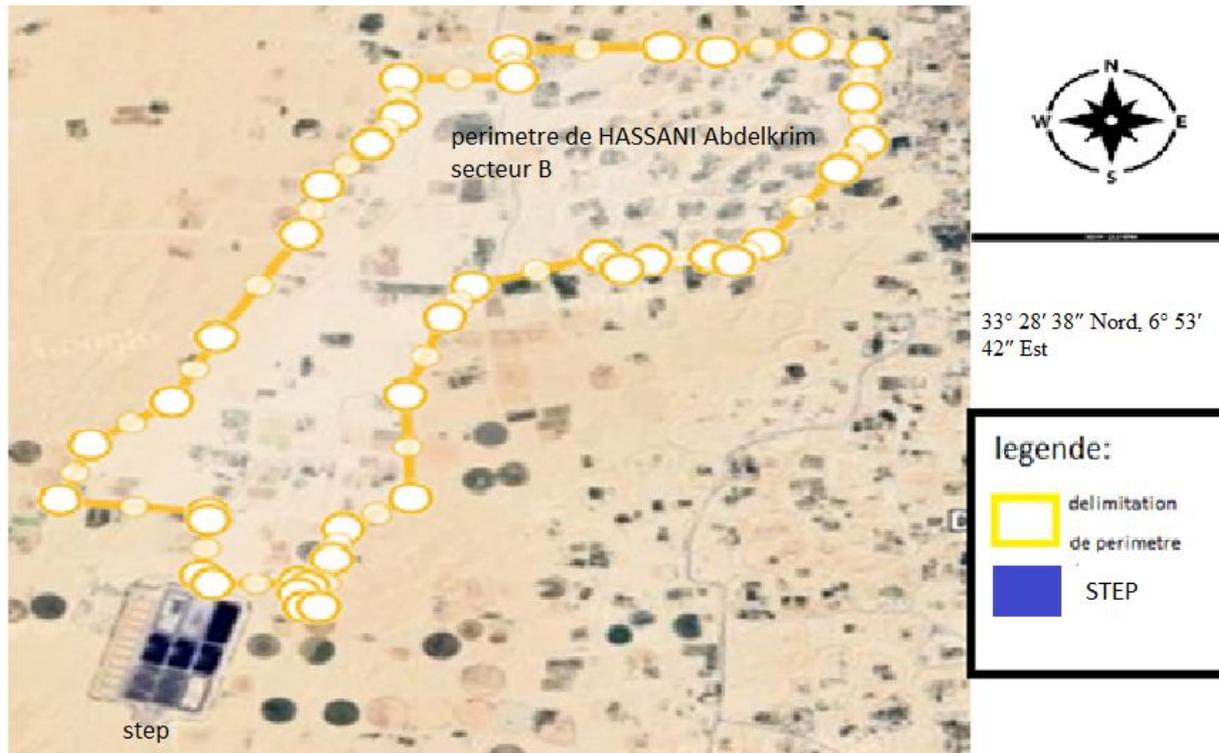


Figure I.2 : Localisation de périmètre de la zone d'étude (2023)

I.2 Caractéristiques topographiques et pédologiques de la zone :

I.2.1 Relief :

La région d'Oued Souf se caractérise par un relief principalement plat à légèrement ondulé. Les élévations sont généralement douces, avec des zones de dépressions, de basses plaines, et quelques collines dispersées. La topographie relativement plate de la région est influencée par la géologie et le climat.

I.2.2 Géologie :

Les sols dans la zone d'Oued Souf varient en fonction de la géologie locale. On y trouve principalement des sols désertiques et arides. Les types de sols comprennent souvent des sols sableux, des sols argileux, des sols rocailloux et des zones de désert sablonneux. La composition des sols peut varier considérablement en fonction de l'emplacement précis dans la région.

I.2.3 Hydrographie :

L'étude hydrologique de la commune de Hassani Abdelkrim consiste en une analyse approfondie des ressources en eau disponibles dans la région d'étude en tenant compte des caractéristiques géologiques, la pluviométrie, l'évapotranspiration et les débits des cours d'eau, dont l'objectif est la bonne gestion des ressources en eau.

Les ressources en eau qui existe dans cette commune sont des Forages et la STEP

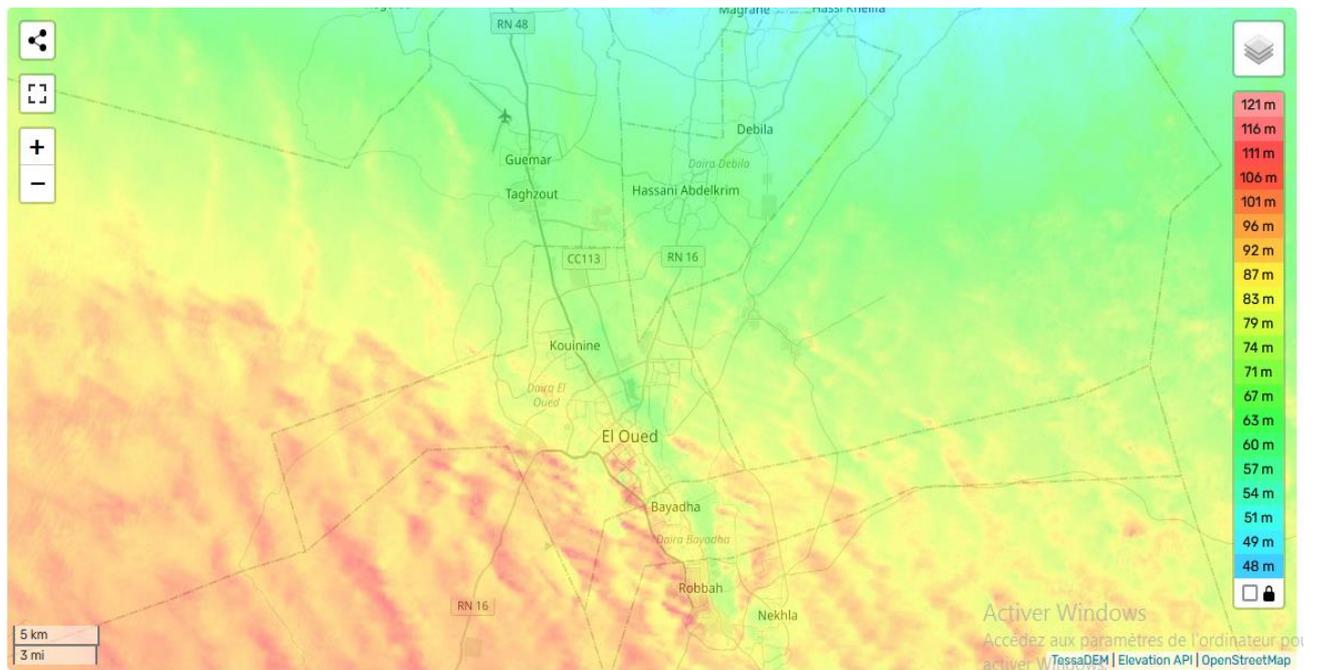


Figure I.3 : Classes d'altitude de la wilaya d'EL OUED (topographique MAP 2023)

I.2.3 Etude pédologique :

En raison de son climat saharien, la végétation naturelle dans la zone d'Oued Souf est illimitée. On y trouve principalement des plantes adaptées au désert, telles que des arbustes résistants à la sécheresse, des palmiers dattiers et d'autres espèces végétales adaptées aux conditions extrêmement arides. Les terres dans la région d'Oued Souf sont principalement utilisées pour l'agriculture, en particulier la culture des dattes. L'irrigation est essentielle pour soutenir les activités agricoles dans cette région saharienne.

3-CLIMATOLOGIE

Lors de l'étude climatique, il est impératif de recueillir des données sur les paramètres de base tels que la température, la vitesse du vent, les précipitations, et bien d'autres.

Les données météorologiques utilisées dans cette étude ont été fournis par l'ANRH. Certains compléments sont obtenus auprès de l'office National de la Météorologie.

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

Tableau I)01 : Caractéristiques géographiques de la station de oued

Station	Latitude (nord), X	Longitude (E /W), Y	Altitude Z, m	Période de la série chronologique
oued	33°22	06°51	98	1972 à 2008

Anne 2023

3-1pluviométrie :

La station pluviométrique représentative est celle d'EL OUED, les données couvrent la période de 1972 à 2008. La répartition mensuelle des pluies est donnée par le tableau suivant.

Station EL OUED (Chott Melghir) :6055900

Tableau I) 02 : pluviométrie moyenne mensuelle en mm.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nev	Dec	Année
P(mm)	9	5	7	8	2	3	1	2	13	5	25	5	85

Source Station météorologique de el oued 2008

Interprétation :

Nous distinguons deux périodes dans l'année : une saison sèche de décembre à aout et une saison pluvieux en septembre et novembre.

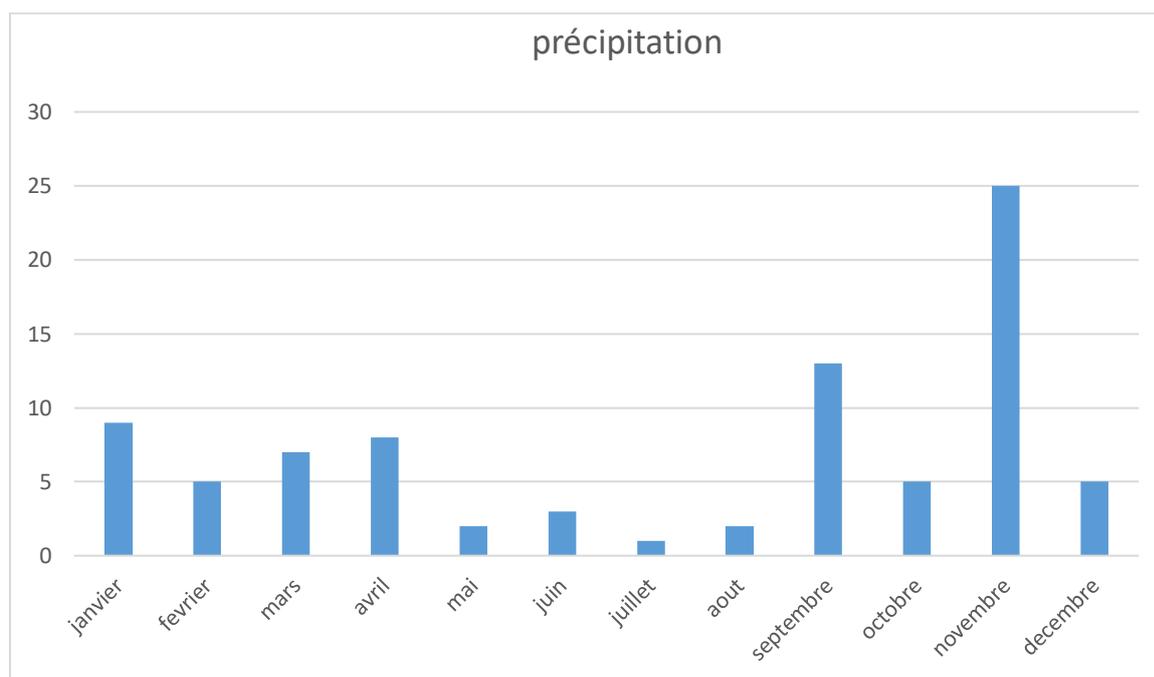


Figure I) 04: représente la précipitation mensuelle

3-2Température

Dans notre zone. La température moyenne du mois le plus froid (janvier) est de 11,4 °C, celle du mois le plus chaud (juillet) est de 34,0 °C. Voici les températures moyennes.

Tableau I) 03 : Les valeurs de température °C

Mois	Jan	Fev	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuelle
------	-----	-----	-----	-------	-----	------	------	------	-----	-----	-----	-----	----------

T°_{moy} (°C)	11.4	13.2	17.2	21.2	26.2	30.9	34	33.7	29.2	23.7	16.7	12.3	22.5
T°_{min} (°C)	5	7	11	14	19	24	27	27	23	17	11	6	15.9
T°_{max} (°C)	17	20	24	28	33	38	41	41	36	30	23	18	29.2

Source Station météorologique de el oued 2008

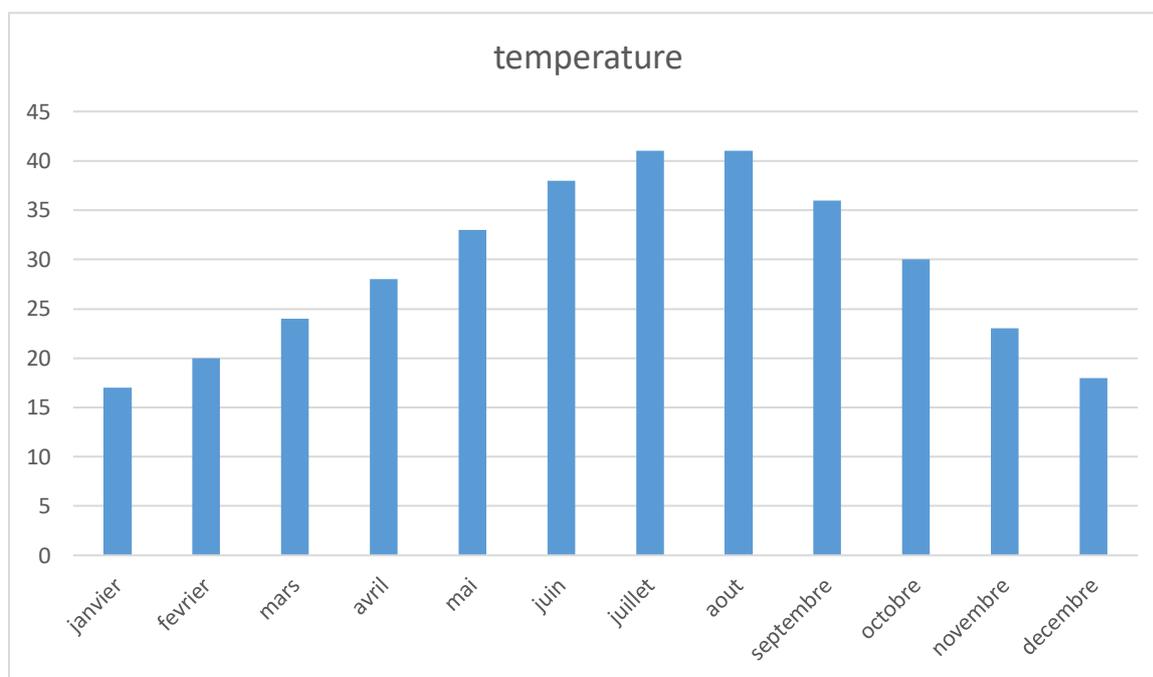


Figure I.5: Evolution mensuelle de température de la station

Nous distinguons deux périodes dans l'année : une saison douce de novembre à mars et une saison très chaude d'avril à octobre.

3-3-Humidité relative

On enregistre, au niveau de cette zone , une humidité moyenne mensuelle qui se situe aux environs de 41 %. La distribution mensuelle est donnée ci-dessous.

Tableau I) 04 : Les valeurs de l'humidité relative de l'air

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nev	Dec
Humidité %	61	47	39	32	28	25	23	26	36	43	53	63

Source Station météorologique de OUED 2008

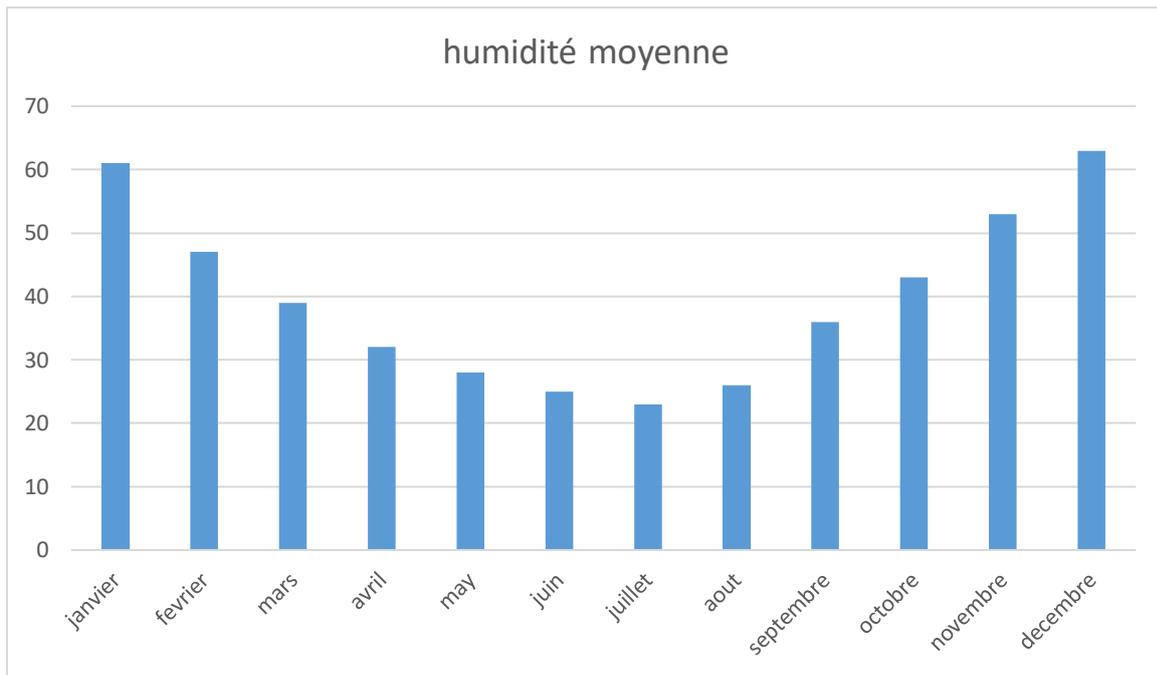


Figure I.6: Evolution mensuelle de l'humidité relative de la station

3-4-Vitesse du vent :

Les valeurs mensuelles et annuelles de la vitesse moyenne du vent enregistrées au niveau de la station climatologique d'OUED sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau D) 05 : vitesse de vent en km/h

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
V (km/h)	13.4	14.1	36	55	40	31	35	30	22	30	40	33

Source Station météorologique de ELOUED 2008

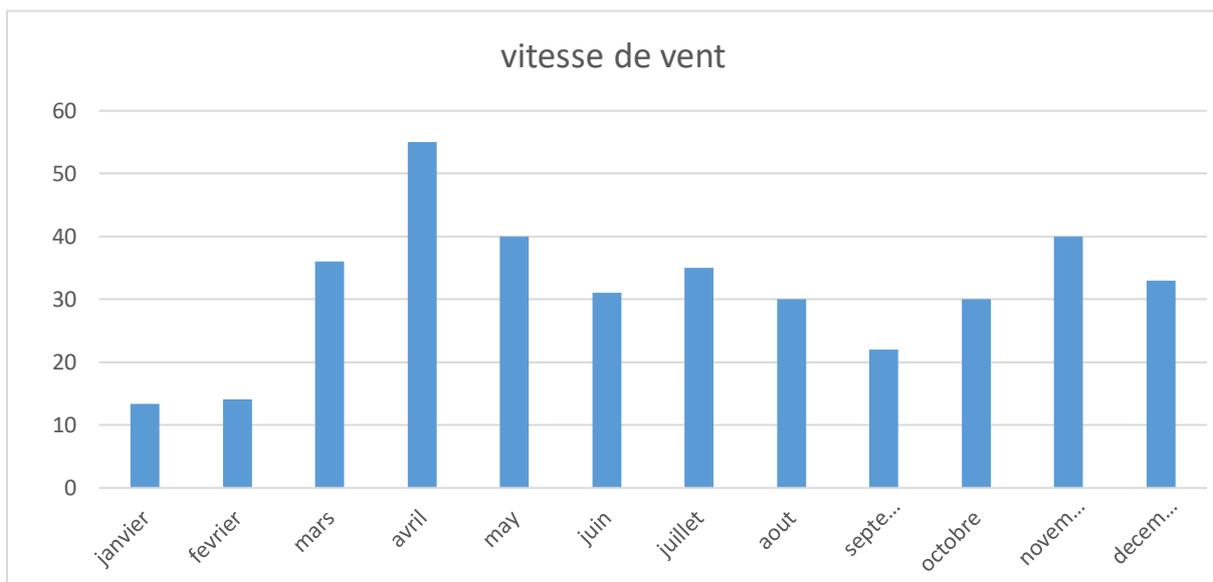


Figure I.7: Evolution mensuelle du vent de la station des Salines

Les vitesses du vent sont relativement modérées et homogènes durant toute l'année. La moyenne annuelle est de 35 km/h.

3-5-Évaporation :

Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle sont données dans le tableau ci-après.

Tableau I) 06 : répartition mensuelle de l'évaporation moyenne

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Evapo (mm)	46	101	148	196	248	276	309	274	198	148	99	73

Source : Station météorologique de EL OUED 2008

L'examen de ce tableau montre que l'évaporation est importante pendant la période allant de mars à octobre et elle est plus ou moins faible du mois de novembre à février.

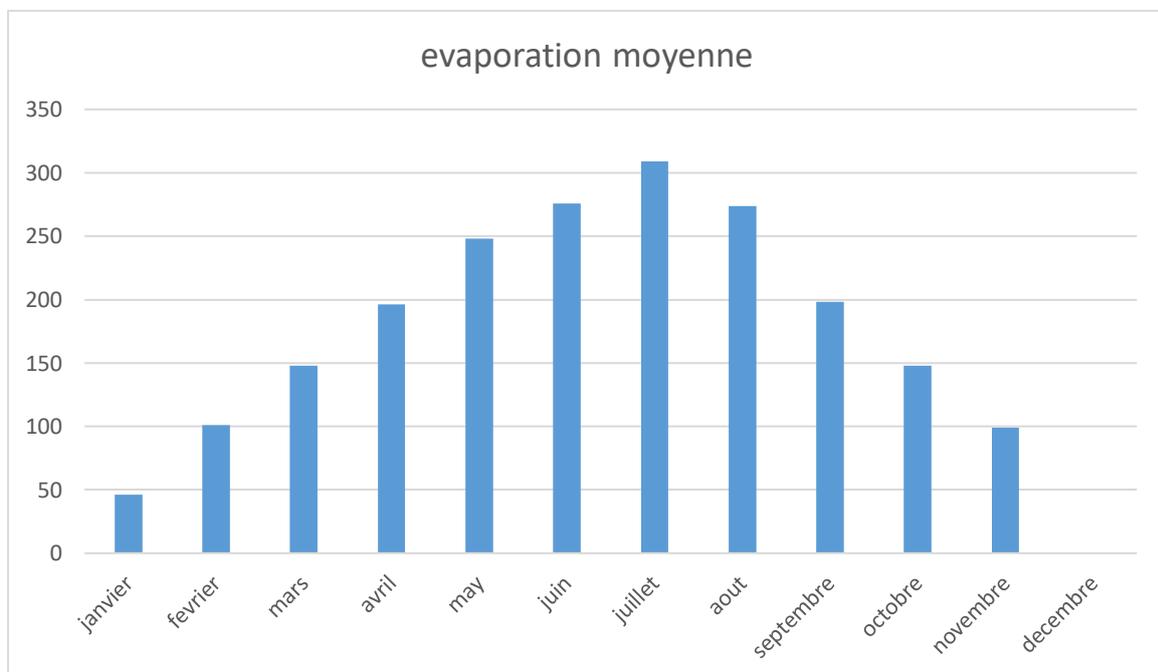


Figure I.8: Evolution mensuelle de l'évaporation moyenne de la station

3-6-Ensoleillement

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est très élevée : la moyenne annuelle est de 10.8 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 3710 heures réparties entre 1 657 heures en hiver et 2 053 heures en été.

Tableau I) 07 : Moyenne mensuelle de l'insolation

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Moy(heure)	265	286	300	320	330	393	370	360	300	285	270	250
Heure/jour	8.5	9.6	10.7	11.4	12.3	12.9	12.7	12	11	10	9.2	8

Source Station météorologique de EL OUED 2008

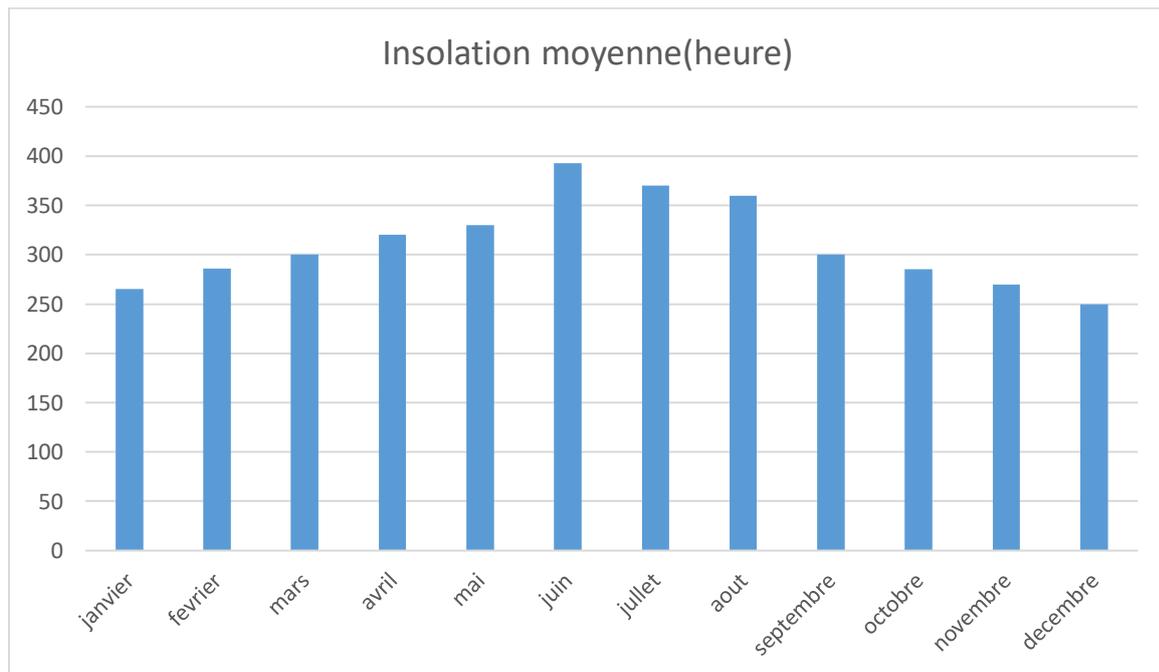


Figure I.9: Evolution mensuelle de l'insolation moyenne de la station

4-CLASSIFICATION DU CLIMAT :

4-1-Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE:

L'indice d'aridité de MARTONE, donné par l'expression [1-1], est un paramètre qui permet la classification du climat, afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

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

Avec :

I_A : l'indice climatique.

P : la précipitation moyenne annuelle (mm).

T : la température moyenne annuelle (°C)

Tableau I) 08 : Classification de climat selon Martonne

VALEURS DE I	TYPE DE CLIMAT	IRRIGATION
I<5	Désertique	Indispensable
5<I<10	Très sec	Indispensable
10<I<20	Sec	Souvent Indispensable
20<I<30	Relativement humide	Parfois utile
I>30	Humide	Inutile

Source : livre (guide pratique de l'irrigation)

Pour :

$$P = 85 \text{ mm/an}$$

$$T = 22.5^\circ\text{C}$$

On aura :

$$I = \frac{85}{22.5+10} = 2.61 \dots\dots\dots (I.2)$$

$$I=2.61 < 5$$

Notre climat est désertique, donc l'irrigation est indispensable.

4-2-Classification du climat selon diagramme de EMBERGER :

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER s'exprime par la formule suivant

$$Q = \frac{P}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots (I.3)$$

Avec :

Q : le coefficient pluviothermique d'EMBERGER.

P : la précipitation moyenne annuelle (mm).

M : la moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : la moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$M=29.4+273=302,4\text{K} \dots\dots\dots (I.4)$$

$$m=16+273=289\text{K} \dots\dots\dots (I.5)$$

A.N :

$$Q= 21.65$$

La période sèche s'étend sur plus de 9mois ce qui confirme le caractère saharien de cette zone

4-3-Classification du climat selon Gaussen :

Les mois sont représentés sur l'axe horizontal, tandis que les précipitations (P) et les températures (T) sont indiquées sur l'axe vertical. L'échelle de la précipitation est le double de celle des températures (P=2T)

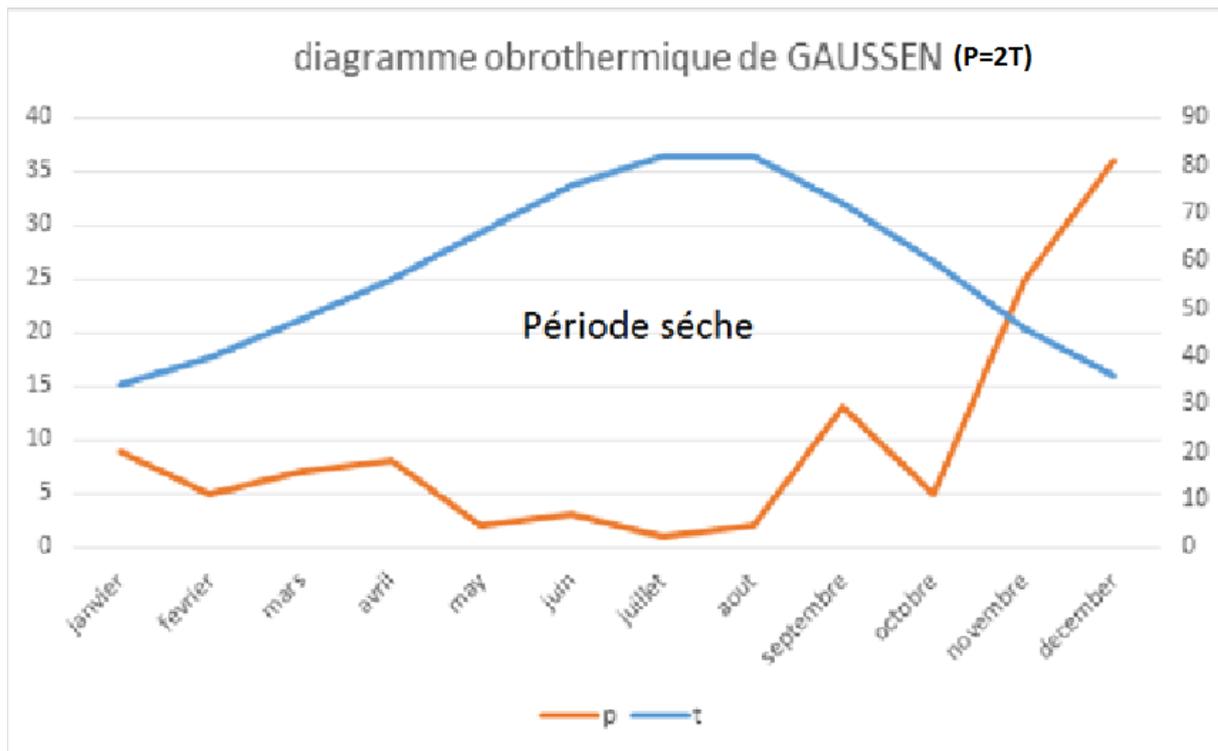


FIGURE I) : 10 : Diagramme Ombrothermique de Gausсен.

Selon le diagramme de Gausсен, une période sèche s'étend sur plus de 9 mois, mettant ainsi en évidence la nécessité d'irrigation pendant cette période.

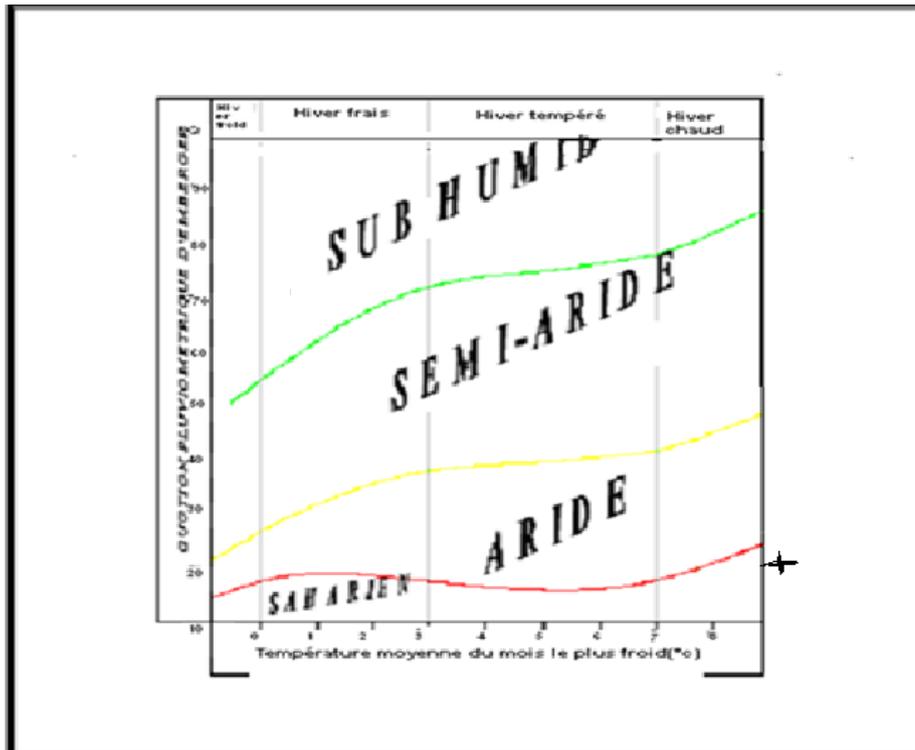


FIGURE I) : 11 Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

En portant la valeur de Q dans le diagramme bioclimatique d'Emberger et en se basant sur la température moyenne minimale du mois le plus froid (11°C), Avec : $Q = 21,65$. On peut confirmer que notre région se trouve dans :

- l'étage bioclimatique : SAHARIEN.
- Sous étage : Hiver chaud

Comparaison des indices climatiques :

La combinaison des paramètres climatiques essentiels tels que les précipitations, les températures et l'évaporation a conduit à la caractérisation du climat de la zone d'étude comme désertique.

CONCLUSION :

L'étude climatique révèle bien le caractère saharien de cette zone qui caractérise par des pluies annuelles faibles de l'ordre de 85 mm de forte évaporation en été, aux très fortes températures.

Les faibles températures, et les fortes amplitudes thermiques marquent bien aussi le caractère continental de la région.

Nous avons conclu que :

- 1- Le climat de la zone d'étude est de type saharien.
- 2- Une moyenne pluviométrique d'environ 85 mm/an,
- 3- La température moyenne annuelles 29.2C°.

CHAPITRE II : Resource en eau et en sol

INTRODUCTION :

La formation et l'évolution des sols dans cette vaste région dépendent principalement du climat et de la salinité. En raison du climat extrêmement aride, la pédogenèse est affectée par une évaporation très élevée, ce qui a conduit à de fortes accumulations de sel dans certaines zones, en particulier après la mise en place de l'irrigation (jusqu'à 50mmhos/cm). Ce phénomène est souvent aggravé par la topographie généralement plane, qui ne favorise pas le drainage naturel des eaux excédentaires, ainsi que par l'utilisation d'une eau d'irrigation relativement chargée en sels.

1- Zone d'étude

Des profils ont été observés dans cette zone, suivant deux lignes orientées approximativement du nord au sud, correspondant à la dimension la plus grande.

Les sols dans cette zone sont remarquablement uniformes, à la fois en surface et en profondeur, du nord au sud. Jusqu'à une profondeur de 1,50 m, on trouve un sable très fin de couleur jaune blanchâtre, typique des dunes. Au-delà de 1 m de profondeur, le sol devient assez compact en forme de U, cependant il n'y a pas de formation de croûte et la couche supérieure reste friable. Sur les 13 profils, on constate que cette formation de sable fin dunaire ne se trouve que sur une étendue de 0 à 30 m et constitue seulement une petite partie de cette zone. Des traces de racines végétales ont été observées jusqu'à une profondeur de 80 cm.

En résumé, il est possible de conclure que la zone de HASSANI ABDELKARIM est principalement composée d'un sable très fin dunaire jaune blanchâtre, avec une perméabilité excellente, qui pourrait être améliorée par l'irrigation. Si quelqu'un creuse plus profondément dans le sol de cette zone, il rencontrerait une formation de croûte généralisée. Par conséquent, toute la zone de HASSANI ABDELKARIM pourrait être mise en valeur par l'irrigation, et nous recommandons l'installation d'un système de drainage vertical pour une évacuation rapide de l'eau.

1-1-Zone d'El oued :

Trois profils ont été observés, présentant le même type de sol jusqu'à une profondeur de 2 mètres. Ce sol est constitué d'un sable fin très homogène, suggérant une perméabilité élevée caractéristique de ce type de terrain. À titre d'exemple, nous pouvons mentionner les sables gypseux du plateau d'EL OUED où, lors de l'ouverture du STEP, l'eau ne parvenait pas à parcourir plus de 250 mètres dans le canal, et après 24 heures. Dans la première phase de mise en valeur, cette caractéristique est un avantage car elle permet un drainage rapide des sols, cependant, il est recommandé d'ajouter de l'humus par la suite, si possible.

Le sous-sol de la région est principalement composé de formations sablo-gréseuses du continental intercalaire et d'accumulations sableuses fluvio-lacustres du tertiaire continental.

Cette composition permet l'infiltration et la circulation souterraines des eaux, étant donné que le sol est majoritairement sableux.

Dans toute la région d'El-Oued, les couches miopliocènes sont enfouies sous une couche épaisse de dépôts quaternaires. Ces dépôts se présentent sous forme de dunes qui forment un vaste erg. Cet erg s'intègre lui-même dans l'extension du grand erg oriental.

1-2-Stratigraphie régionale :

D'après les études menées par Cornet en 1964 et Bel en 1968, les profondeurs des différents étages géologiques varient d'une région à l'autre. En se basant sur les données de l'ANRH (1993) concernant la région d'Oued Souf, voici les principales strates identifiées dans cette région, classées de la plus ancienne à la plus récente.

2-Formation de l'ère Secondaire :

2-a- Le Barrémien :

Il présente une lithologie d'alternance de grès avec passages d'argiles et parfois des intercalations de calcaire dolomitique, on rencontre également des sables avec présence de silex. L'épaisseur moyenne de cet étage est de l'ordre de 200 à 230 mètres.

2-b- L'Albien :

Cet étage présente une composition qui comprend un enchevêtrement de marnes, de grès, de sables, ainsi que des couches calcaires avec des intercalations de silex et d'argile. Sa limite inférieure est déterminée par le toit de la barre aptienne, tandis que sa limite supérieure est marquée par l'apparition de faciès argilo-carbonatés. L'épaisseur de cet étage varie généralement de 100 à 150 mètres, bien que dans certaines zones, elle puisse atteindre jusqu'à 200 mètres.

2-c-Le Cénomanién :

Cet étage est composé d'une alternance de dolomies, de calcaires dolomitiques, de marnes dolomitiques, d'argiles, et d'anhydrites. Son rôle principal est d'agir comme une barrière imperméable. En ce qui concerne ses limites, la limite inférieure se manifeste par l'apparition d'évaporites et de dolomies, ce qui la rend distincte, tandis que la limite supérieure est caractérisée par l'apparition d'évaporites et de calcaires, correspondant à la base du Turonien.

2-1-Formations de l'ère Tertiaire :

a- Le Mi pliocène :

Il repose de manière discontinue sur le Primaire d'une part, et sur le Crétacé inférieur, incluant le Turonien, le Cénomaniens et l'Éocène, d'autre part. Il fait partie intégrante de ce que l'on appelle généralement le Complexe Terminal (C.T). La plupart des sondages effectués pour étudier cette couche révèlent que le Miocène est constitué d'une série de niveaux alternant entre des caractéristiques sablonneuses, sablo-argileuses avec des intercalations gypseuses, et des couches de grès. Dans toute la région du Sahara oriental, Bel et Demargne ont identifié quatre niveaux distincts au sein de cette couche :

b-Niveau argileux :

Cette couche est relativement mince et se trouve exclusivement dans la région centrale du Sahara oriental. Associée à l'Éocène lagunaire, les argiles situées à la base du Miocène forment une barrière peu perméable qui sépare les aquifères carbonatés du Sénono-Éocène de ceux du Pontien sableux.

c-Niveau sableux:

Du point de vue hydrogéologique, ce niveau représente le deuxième horizon aquifère du complexe terminal. Les couches sableuses de ce niveau revêtent une grande importance car elles équivalent pratiquement à la nappe des sables du Complexe Terminal.

3-Le profil pédologique :

Les caractéristiques des profils pédologiques sont définies par divers paramètres, notamment la classe texturale, qui reflète la répartition relative des différentes tailles de particules dans le sol. Dans la zone d'étude, les profils pédologiques de la couche superficielle se caractérisent par une texture variant de limon sableux à limoneuse. Le pH se situe dans la plage de 6,8 à 8,44, avec des valeurs de conductivité électrique atteignant 3,58 microhms.

Caractéristique morphologique :

- Classe : Sol évolué,
- Sous-classe : D'origine non climatique,
- Topo : Plane,
- Utilisation du sol : jachère,
- Aptitude : bonne.

Description des horizons :

Horizon O (Horizon organique) : Cet horizon se trouve à la surface du sol et est composé de matière organique en décomposition, comme des feuilles, des débris végétaux et des microorganismes. Dans une région désertique comme Oued Souf, cet horizon peut être mince en raison de la faible quantité de matière organique disponible.

Horizon A (Horizon de surface) : Cet horizon est situé juste en dessous de l'horizon O et est caractérisé par un mélange de matière organique et de minéraux. Les sols peuvent être sableux, limoneux ou argileux, en fonction de la localisation précise. Dans une région désertique, la texture du sol peut varier en fonction de la proximité des rivières ou des sources d'eau.

Horizon B (Horizon de subsurface) : L'horizon B est généralement situé sous l'horizon A et peut présenter des accumulations de minéraux tels que le calcaire ou le gypse, commun dans les zones désertiques. La présence de ces minéraux peut influencer la structure et la perméabilité du sol.

Horizon C (Horizon de transition) : Cet horizon se situe sous l'horizon B et est caractérisé par la présence de roches mères non altérées ou partiellement altérées. La composition de cet horizon dépendra de la géologie sous-jacente de la région.

Horizon R (Horizon rocheux) : En dessous de l'horizon C, on trouve l'horizon R, qui est composé de roches non altérées. Dans une région désertique comme Oued Souf, cet horizon peut être relativement proche de la surface, en particulier dans les zones où l'érosion a exposé les roches sous-jacentes.

3-1- Caractéristiques hydrodynamiques des sols :

Les caractéristiques physiques du sol peuvent être exprimées en utilisant des paramètres mesurables, et ces valeurs sont principalement influencées par la structure et la texture du sol. Pour déterminer la quantité d'irrigation requise, il est essentiel de prendre en compte les paramètres hydrodynamiques pertinents, qui sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II)01: Caractéristiques hydrodynamiques des sols.

Paramètres Texture	Unité	Valeur moyenne
		Limono-Sableux
Point de flétrissement (Hpf)	%	5
Densité apparente (Da)	g/cm ³	1.5
Perméabilité Porchet (K)	mm/h	22
la capacité au champ Hcc	%	9

Source ANRH 2023

3-2-Les aptitudes culturales des sols :

Les aptitudes agricoles des sols varient d'une région à l'autre et peuvent être modifiées par les pratiques agricoles, telles que :

- L'application de fertilisants.
- L'utilisation de pesticides.
- La mise en place de cultures de couverture.
- La mise en œuvre de méthodes de gestion de l'eau.

Il est essentiel de gérer les sols de manière durable en prenant en considération leur composition chimique, leur structure physique, leur pH et leur teneur en matière organique. Ceci permet de maintenir leur fertilité et d'optimiser la production agricole tout en préservant l'environnement.

Niveau d'aptitude agricole :

- Arboriculture : Convient bien pour la culture de pommiers, poiriers, amandiers, pruniers, agrumes, abricotiers, oliviers, grenadiers, vignes, pistachiers, coings...
- Cultures maraîchères : Favorable pour la production de tomates, pommes de terre, carottes, navets, chou-fleur, poivrons, oignons et ail.
- Cultures industrielles : Approprié pour la culture de tomates industrielles, betteraves sucrières et tournesols.
- Cultures céréalières et fourragères : Propice à la culture de blé, d'orge, de luzerne, de bersim et de sorgho.

4- Ressource en eau :

L'origine de l'eau est un facteur déterminant pour comprendre les caractéristiques, voire les imperfections, de l'eau utilisée pour l'irrigation. Dans notre situation, l'approvisionnement en eau pour l'irrigation provient d'une station d'épuration (STEP) qui traite les eaux de lagunage.



Figure II).01 :carte situation de la STEP par rapport au perimetre

Tableau II)02: LES COORDONNEES DE STEP HASSANI ABDELKERIM:

Coordonnées	X	Y	Z
STEP	33°30'05	6°52'17	60

Source : ANRH Alger 2023

Tableau II)03 : Caractéristique du STEP de HASSANI ABDELKERIM

Caractéristique	Q (l/s)	DBO	DCO	MES	S
STEP	165	250	500	250	18

Source : ANRH Alger 2023

4-1-Qualité des eaux d'irrigation:

4-1-1-La salinité:

Une mauvaise qualité d'eau peut gravement affecter la croissance des plantes. Les plantes peuvent absorber l'eau de deux manières, soit par les organes aériens lors de l'irrigation par aspersion, soit par les racines. Cependant, l'absorption d'eau par les feuilles est toujours limitée, c'est donc principalement les racines qui fournissent la quantité d'eau nécessaire.

Tableau II.04):Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'irrigation

Éléments	mg/l
Ca ²⁺	646
Mg ²⁺	87
Na ⁺	196
Cl ⁻	319
SO ₄ ²⁻	1722
CO ₃ ⁻	80

ANRH 2023

4-1-2-La conductivité électrique:

Tableau II) 05: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Cultures
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible de salinité	Pour toutes les cultures.
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen de salinité.	Pour les plantes moyennement tolérantes
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé de salinité.	Ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé de salinité.	Eau difficilement utilisable.

BRIK SEYF EL ISLEM. (MFE 2023)

D'après les résultats donnés par le laboratoire des analyses

On a la conductivité électrique = 3.580 microhms

Interprétation :

Selon cette classification, notre eau est classée en catégorie C4, ce qui indique un risque élevé de salinité. La limite de la conductivité électrique de l'eau pour la culture des agrumes varie en fonction des variétés d'agrumes et des conditions spécifiques de culture. Cependant, en règle générale, une conductivité électrique de l'eau d'environ 0,8 à 1,5 milli siemens par centimètre (ms/cm) est généralement considérée comme acceptable pour la culture des agrumes. Dans notre cas, la conductivité électrique de l'eau s'élève à 3.580 microhms

4-1-3- Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R:

Si l'eau contient une quantité élevée de sodium, celui-ci peut se lier au complexe du sol et causer une défloculation. Pour évaluer le risque alcalin, on compare les concentrations d'ions Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++} .

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

Tableau II) 06: Classification des eaux en fonction du SAR.

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

BRIK SEYF EL ISLEM. (MFE 2023)

Dans notre cas :

$$SAR = \sqrt{\frac{Na}{Ca+Mg/2}} = \sqrt{\frac{196}{(646+87)/2}} = 1.19$$

Interprétation :

D'après cette classification, notre eau est de classe S1 avec un Risque faible d'alcalisation.

Tableau II) 07: Analyse des données de l'eau de STEP

Résidu sec à 110°c	3.905 mg/l
Conductivité électrique	3.580 micromhos
PH	8.13
SAR	1.19

Selon les valeurs de la conductivité électrique et du SAR (Rapport de Sodium Adsorbé), les eaux correspondent à la classe C4 S1, ce qui signifie :

- Classe S1 : SAR < 10, indiquant une faible teneur en sodium et un faible risque pour les sols.
- Classe C4 : Ces eaux sont difficilement utilisables, principalement sur des sols bien drainés.

En d'autres termes, l'eau 1 présente un faible risque de sodium pour les sols, mais elle est considérée comme difficilement utilisable, particulièrement sur des sols bien drainés.

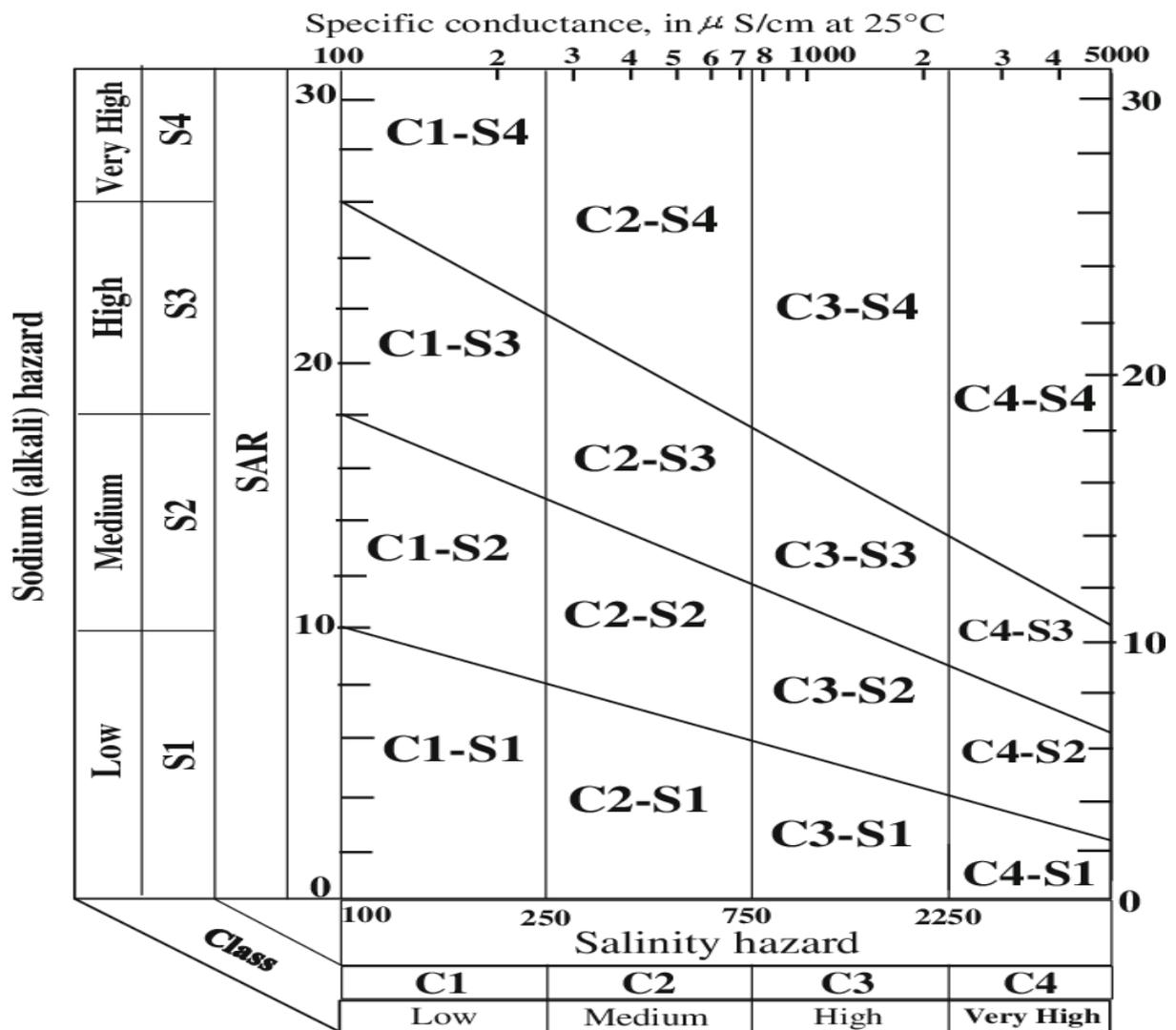


Figure II)-02 : Diagramme de classification de l'eau d'irrigation.

Interprétation :

En consultant le diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut conclure que cette eau présente un risque élevé de salinité et un niveau moyen d'alcalinité (C4-S1). En général, une eau avec une conductivité de 1254 μ S/cm et une teneur en sodium (Na) de 19% est considérée comme appropriée pour l'irrigation.

Conclusion :

L'étude des zones de Hassani Abdelkrim en vue de leur développement par l'irrigation à partir d'une station d'épuration (STEP) .Les eaux de la STEP sont bien traitées. Avec des caractéristiques bien précises. On voit que ces caractéristiques sont parfaites pour notre étude.

La conductivité électrique est de 3.580 microhms. Et SAR= 1.19. Qui sont des valeurs acceptables.

La qualité de l'eau est satisfaisante, et des essais de consommation pourraient être réalisés lors de la création des plantations de palmiers-dattiers et de la culture de l'orge.

CHAPITRE 03 : Besoins en eau des cultures

INTRODUCTION :

Le présent chapitre a pour objectif de quantifier les besoins en eau des cultures en se basant sur les informations préalablement définies. Cela inclut les quantités et les moments d'arrosage nécessaires pour les cultures tout au long de leur période de croissance, afin de pallier le déficit hydrique dans la couche superficielle du sol.

1-BESOIN EN EAU DU PERIMETRE :

1-1-Evapotranspiration :

Les besoins en eau, également appelés déficit hydrique, correspondent à la disparité entre l'évapotranspiration réelle de la culture en question et les précipitations efficaces. L'estimation des nécessités hydriques du périmètre découle de l'analyse des exigences spécifiques à chaque culture répertoriée dans le calendrier agronomique retenu.

1-1-1 Différentes méthodes de calcul ETP basées sur les données climatiques :

Il s'agit d'approches indirectes présentées sous la forme de formulations. Diverses formules sont disponibles, chacune étant adaptée à un climat spécifique.

Formule de Turc:

Utilisée pour les régions humides.

Si $Hr > 50\%$ la formule est comme suit :

$$ETP = 0.40(Ig + 50) \times \frac{T}{T + 15} \quad \text{en (mm/mois)} \dots \dots \dots (III.1)$$

Tel que:

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T: Température moyenne mensuelle (°C)

Ig: Radiation globale mensuelle (cal/cm²/jour).

Si $Hr < 50\%$ la formule est la suivante:

Formule de l'ANRH:

$$ETP = 0.40(Ig + 50) \times \left(\frac{T}{T + 15}\right) \times \left(1 + \frac{50 - Hr}{70}\right) \dots \dots \dots (III.2)$$

Dans laquelle:

Hr: L'humidité de l'air en %.

$$Ig = Iga \times (0,18 + 0,62) \times \frac{h}{H} \dots \dots \dots (III.3)$$

Avec:

Iga : Radiation maximale théorique.

H: Duréeastronomique de jour en (heure/mois)

h: durée d'insolation de la station considérée en heure/mois.

$\frac{h}{H}$: Insolation relative en heures

Formule de Blaney et Criddle:

$$ETP=k (0,46t+8,13) P \dots \dots \dots (III.4)$$

Dans laquelle:

ETP: Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

T: température moyenne (en degré Celsius).

P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période. Par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.

$K=Kt * Kc$

Avec:

Kt: coefficient climatique rattaché à la température moyenne de l'air(en degrés Celsius):

$Kt= 0.031t+ 0.24$

1-1-2Méthode de PENMAN et MONTEITH modifiée :

La formule de Penman et Montheit modifiée se présentant comme suit :

$$ET0=C x [W x Rn + (1-W) F(u) x (ea-ed)] \dots \dots \dots (III.5)$$

Tel que :

ET0 : représente l'évapotranspiration de référence. Exprimées en mm /mois.

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

Rn : rayonnement net en évaporation équivalente. Exprime en mm/jour.

F(u) : fonction liée au vent.

ea : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air. En millibars.

ed : tension de vapeur réelle moyenne de l'air. Exprimée en millibars.

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

Monthly ETo Penman-Monteith - D:\climate\ETO.PEM

Country: Station:

Altitude: m. Latitude: °N Longitude: °E

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/month
January	5.0	17.0	61	3.7	8.5	13.1	80.07
February	7.0	20.0	47	3.9	9.6	16.8	109.83
March	11.0	24.0	39	4.1	10.7	21.4	174.57
April	14.0	28.0	32	4.4	11.4	25.2	225.88
May	19.0	33.0	28	4.6	12.3	27.9	295.27
June	24.0	38.0	25	4.7	12.9	29.2	339.93
July	27.0	41.0	23	4.3	12.7	28.6	363.23
August	27.0	41.0	26	3.9	12.0	26.4	332.56
September	23.0	36.0	36	3.8	11.0	22.6	252.39
October	17.0	30.0	43	3.5	10.0	18.1	182.63
November	11.0	23.0	53	3.5	9.2	14.3	113.70
December	6.0	18.0	63	3.5	8.0	11.8	77.69
Average	15.9	29.1	40	4.0	10.7	21.3	2547.74

Figure III)01 : calcul de ETO

2-Calcul de la pluie efficace:

Afin d'inclure les pertes dans nos calculs, le programme Cropwat sera utilisé pour déterminer la précipitation efficace. Cette notion se réfère à la portion des précipitations qui effectivement contribue à satisfaire les besoins en évapotranspiration de la culture, une fois que les pertes dues au ruissellement en surface et à la percolation en profondeur ont été déduites, entre autres. L'évaluation des précipitations efficaces pose une difficulté en l'absence de mesures collectées sur de longues périodes dans différentes localités. Pour pallier ce manque de données, des approches expérimentales sont souvent employées. L'une de ces approches est la méthode du pourcentage fixé, où nous avons choisi un taux de 70% (représentant 30% de pertes dues à l'évaporation et à la percolation en profondeur). Cette valeur est calculée selon plusieurs méthodes, notamment :

- A partir un % fixe : $P_{eff} = A * P_{moy}$ (III.6)
 $0.7 < A < 0.9$
- Par rapport à la zone (aride et semi-aride) :
- $P_{eff} = 0.6 * P_{moy} - 10$ si $P_{moy} \leq 70 \text{mm}$ (III.7)
 $P_{eff} = 0.8 * P_{moy} - 25$ si $P_{moy} > 70 \text{mm}$ (III.8)
- Peff USDA

$P_{eff} = P_{moy} * (1 - 0.2 * P_{moy} / 125)$	si $P_{moy} \leq 250 \text{mm}$..(III.9)
$P_{eff} = P_{moy} * 0.1 + 125$	si $P_{moy} > 250 \text{mm}$..(III.10)

Station: el oued Eff. rain method: Fixed percentage

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	9.0	7.2
February	5.0	4.0
March	7.0	5.6
April	8.0	6.4
May	2.0	1.6
June	3.0	2.4
July	1.0	0.8
August	2.0	1.6
September	13.0	10.4
October	5.0	4.0
November	25.0	20.0
December	5.0	4.0
Total	85.0	68.0

Figure III)02 : calcul de pluie efficace

3-La réserve facilement utilisable RFU:

La détermination de cette réserve dépend de caractéristiques de sol et de la nature de végétal.

La formule:

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z \cdot d_a \cdot Y \dots \dots \dots (III.11)$$

Avec:

- H_{cc}: Humidité à la capacité au champ
- H_{pf}: humidité du sol au point de flétrissement
- Z: Profondeur d'enracinement (m)
- d_a: Densité apparente
- Y= 1/3 sable et 2/3 argile

Evapotranspiration réelle ETR:

Elle se calcul par la formule suivante :

$$ETR = ETP \cdot K_C \dots \dots \dots (III.12)$$

4-Choix des cultures:

Dans le processus de sélection des cultures à implémenter, plusieurs éléments doivent être pris en considération, notamment :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et la disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols, évaluée à partir de l'étude pédologique.

En prenant en compte les particularités propres à la zone, ainsi que les connaissances techniques et les traditions locales, et en se basant sur la nature pédologique des sols et leurs capacités à soutenir les cultures, plusieurs propositions ont été avancées pour les types de cultures à adopter. Ces propositions incluent la plantation de palmiers dattiers, la culture d'oliviers, ainsi que la mise en place de cultures annuelles et de cultures maraîchères en plein champ, en utilisant une rotation biennale.

4-1-CULTURES PALMIER DATTIER:

La culture du palmier s'adapte de manière optimale aux conditions exigeantes de son environnement, principalement en ce qui concerne le climat. Cependant, l'eau demeure la ressource naturelle ayant le plus grand impact sur sa croissance et son développement.

- En ce qui concerne le climat, les conditions locales sont idéales pour la culture des palmiers dattiers. Les températures sont propices à leur cycle de croissance, l'humidité est modérée, les précipitations torrentielles sont rares et l'ensoleillement est suffisant.
- En ce qui concerne le choix de l'emplacement, la palmeraie sera établie sur environ un quart (1/4) du périmètre, soit 26 % autour des points de forage.
- Du point de vue des sols, les sols dans cette zone se prêtent parfaitement à la plantation de palmiers dattiers en raison de leur perméabilité, ce qui est une caractéristique primordiale pour une palmeraie.

4-2-CULTURES MARAICHÈRES:

L'exploitation des cultures maraîchères dans le périmètre est prévue sur une superficie de 90 hectares, ce qui équivaut à 48% de la surface totale. Cette zone sera subdivisée en trois secteurs distincts, chacun occupant 30 hectares pour chaque type de culture spécifique à travers l'étendue du périmètre.

4-3-CULTURES CÉRÉALES : (orge)

Les cultures maraîchères seront exploitées sur une étendue de 50 Hectares au sein du périmètre, représentant ainsi 26% de la superficie Totale.

5-Structure d'Assolement:

La culture intensive des légumes doit suivre un schéma d'assolement-rotation approprié. Le respect de conditions spécifiques pour la séquence des cultures, tant spatialement que temporellement, est essentiel pour atteindre les objectifs suivants :

- Maintenir en permanence l'équilibre nutritionnel des sols.
- Appliquer des amendements organiques en fonction des besoins de chaque espèce. Par exemple, certaines espèces telles que le concombre, la courgette, le melon, la fève, le haricot et le pois ne nécessitent pas
- d'amendements organiques, tandis que d'autres en bénéficient grandement et produisent d'excellents résultats (pomme de terre, tomate, poivron, aubergine, laitue, chou, chou-fleur, etc.).

6-Détermination des besoins d'irrigation des cultures:

Le besoin en eau d'irrigation. B. est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau. Le besoin en eau d'irrigation sera au moins égale au besoin en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoin de lessivage. percolation profonde. Inégalités de répartition). Le choix des cultures dépende le type de sol et la source d'eau et leur résistance aux salinités.

Tableau III) 01 :les superficies des différentes cultures :

Cultures	Superficie en %	Superficie en Ha
Palmier	26	50
Pomme de terre	16	30
L'oignon	16	30
Courgettes	16	30
orge	26	50

La formule de calcul des besoins en eau est la suivante :

$$B = ETR - (P_{eff} + RFU) \dots \dots \dots (III.8)$$

6-1-Besoins d'irrigation de Palmier :

TableauIII) 02 : calcule de besoin de palmier dattier

MOIS	Pe _{eff} (mm/j)	ETP (mm/mois)	K _c	ETM (mm/MOIS)	B _{net} (mm/mois)
JANVIER	7.2	80.07	0.7	56.04	48.84
FEVRIER	4	109.83	0.8	87.86	83.86
MARS	5.6	174.57	0.8	139.2	133.6
AVRIL	6.4	225.88	0.8	180.70	174.3
MAI	1.6	295.27	0.8	236.21	234.61
JUIN	2.4	339.93	0.9	305.93	303.53
JUILLET	0.8	363.23	0.9	326.9	326.1
AOUT	1.6	332.56	0.9	299.3	297.7
SEPTEMBRE	10.4	252.39	0.9	227.15	216.75
OCTOBRE	4	182.63	0.7	127.84	123.84
NOVEMBRE	20	113.70	0.7	79.59	59.59
DECEMBRE	4	77.69	0.7	54.38	50.38
TOTALE	68	2547.74		2121.1	2053.1

6-2-Besoins d'irrigation de pomme de terre :

Tableau III)03: calcul de besoins de pomme de terre (2 saisons)

MOIS	Peff (mm/j)	ETP (mm/mois)	Kc	ETM (mm/MOIS)	Bnet (mm/mois)
JANVIER	7.2	80.07			
FEVRIER	4	109.83	0.6	65.89	61.89
MARS	5.6	174.57	1.25	218.21	212.61
AVRIL	6.4	225.88	1.38	311.71	305.31
MAI	1.6	295.27	1.25	369.08	367.48
JUIN	2.4	339.93			
JUILLET	0.8	363.23			
AOUT	1.6	332.56			
SEPTEMBRE	10.4	252.39	0.6	151.43	141.03
OCTOBRE	4	182.63	1.25	228.28	224.28
NOVEMBRE	20	113.70	1.38	156.90	136.90
DECEMBRE	4	77.69	1.25	97.11	93.11
TOTALE	68	2547.74		1598.59	1530.59

6-3-Besoins d'irrigation de d'oignon :

Tableau III) 04 : calcul de besoins de l'oignon

MOIS	Peff (mm/j)	ETP (mm/mois)	Kc	ETM (mm/MOIS)	Bnet (mm/mois)
JANVIER	7.2	80.07	0.35	28.02	20.82
FEVRIER	4	109.83	0.85	93.35	89.35
MARS	5.6	174.57	0.8	139.65	134.05
AVRIL	6.4	225.88	0.75	169.41	163.01
MAI	1.6	295.27	0.65	191.92	190.32
JUIN	2.4	339.93	0.5	169.5	167.1
JUILLET	0.8	363.23			
AOUT	1.6	332.56			
SEPTEMBRE	10.4	252.39			
OCTOBRE	4	182.63			
NOVEMBRE	20	113.70			
DECEMBRE	4	77.69			
TOTALE	68	2547.74		791.85	723.85

6-4-Besoins d'irrigation de courgette :

Tableau III) 05 : calcul de besoins de courgette

MOIS	Pe _{eff} (mm/j)	ETP (mm/mois)	K _c	ETM (mm/MOIS)	B _{net} (mm/mois)
JANVIER	7.2	80.07			
FEVRIER	4	109.83			
MARS	5.6	174.57	0.2	34.91	29.31
AVRIL	6.4	225.88	0.3	67.76	61.36
MAI	1.6	295.27	0.6	177.16	175.56
JUIN	2.4	339.93	0.4	135.97	133.57
JUILLET	0.8	363.23	0.4	145.29	144.49
AOUT	1.6	332.56			
SEPTEMBRE	10.4	252.39			
OCTOBRE	4	182.63			
NOVEMBRE	20	113.70			
DECEMBRE	4	77.69			
TOTALE	68	2547.74		561.09	493.09

6-5-Besoins d'irrigation d'orge vert :

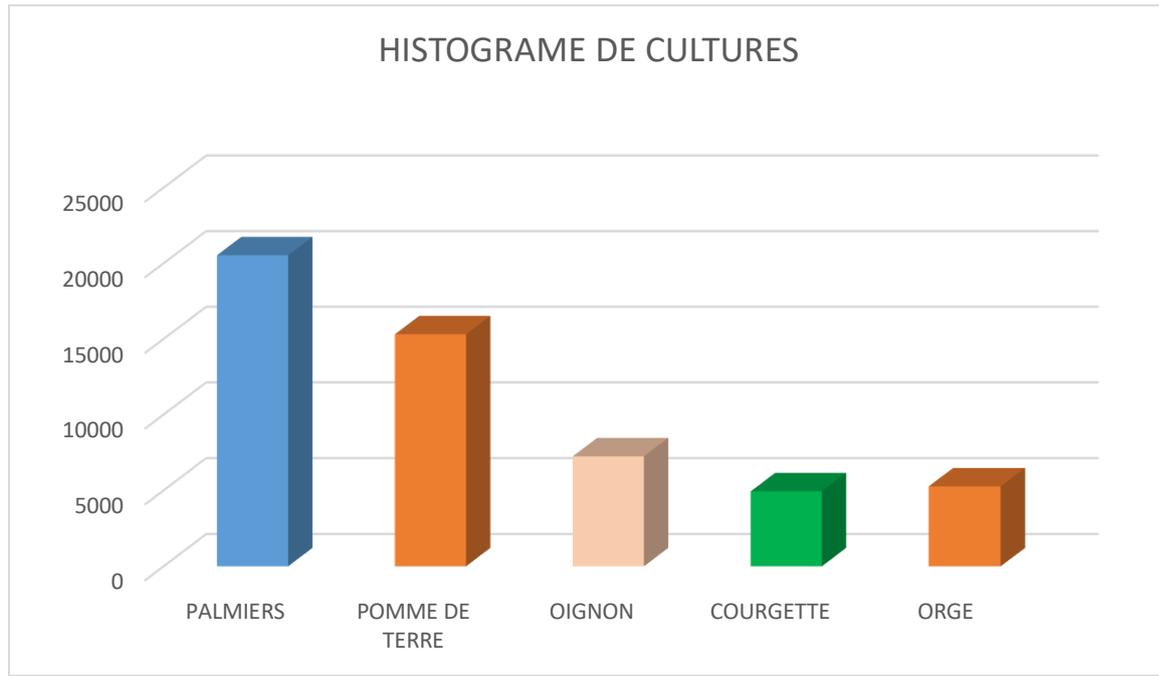
Tableau III)06: calcul de besoins de l'orge (2 saisons)

MOIS	Peff (mm/j)	ETP (mm/mois)	Kc	ETM (mm/MOIS)	Bnet (mm/mois)
JANVIER	7.2	80.07			
FEVRIER	4	109.83	0.3	32.94	28.94
MARS	5.6	174.57	0.7	122.19	116.59
AVRIL	6.4	225.88	0.5	112.94	106.54
MAI	1.6	295.27	0.5	147.63	146.03
JUIN	2.4	339.93			
JUILLET	0.8	363.23			
AOUT	1.6	332.56			
SEPTEMBRE	10.4	252.39			
OCTOBRE	4	182.63	0.6	109.57	105.57
NOVEMBRE	20	113.70	0.6	68.22	48.22
DECEMBRE	4	77.69			
TOTALE	68	2547.74		593.49	525.49

7-Bilan hydrique de toutes les cultures de l'assolement :

Tableau III) 07: les besoins en eau totale

CULTURE	BESOIN EN EAU TOTALE	
	mm	M3/ha
PALMIERS	2053.1	20531
POMME DE TERRE	1530.59	15305.9
OIGNON	723.85	7238.5
COURGETTE	493.09	4930.9
ORGE	525.49	5254.9



FigureIII) 03 : histogramme des cultures

7-1-Débit fictif continu moyen pour l'ensemble du périmètre:

Les débits spécifiques sont établis en fonction des besoins hydriques de chaque culture, basés sur la répartition des cultures. La quantité d'eau requise pour répondre aux besoins de pointe est exprimée sous la forme d'un débit continu fourni pendant 22 heures sur 24, assurant ainsi les besoins mensuels en eau. Les débits spécifiques sont déterminés selon la formule suivante :

$$Q = \frac{Bm \times 10000}{T \times t \times 3600 \times K} \text{ (l/s/ha)} \dots \dots \text{ (III.9)}$$

En utilisant les valeurs suivantes :

- Bm : Besoin mensuel maximum net, exprimé en mm/mois, égal à 367.48.
- T : Durée d'irrigation quotidienne, fixée à 22 heures par jour.
- t : Nombre de jours d'irrigation dans le mois, exprimé en jours, égal à 30 jours.
- K : Coefficient d'efficience global du système d'irrigation $\approx 0,75$. Le besoin en eau du mois de pointe, correspondant à la culture la plus exigeante, est évalué à 367.48 mm/mois. Ce mois correspond au mois de mai pour la culture de la pomme de terre.

$$Q = \frac{367.48 \times 10000}{22 \times 30 \times 3600 \times 0.75} \text{ (l/s/ha)}$$

$$Q = 2.06 \text{ (l/s/ha)} > 1.5$$

Donc on calcule avec $b = 224.28$

$$Q = 1.25 \text{ (l/s/ha)} < 1.5$$

Ainsi, le débit spécifique est calculé à 1.25 litres par seconde par hectare. La superficie totale du périmètre s'élève à 190 hectares, conduisant à un débit global estimé de 391,4 litres par seconde pour l'ensemble de la zone.

CONCLUSION :

Au cours de ce chapitre, nous avons examiné de manière approfondie les exigences en eau des cultures, constituant ainsi le fondement de tout projet d'irrigation. Après avoir évalué les volumes nécessaires pour chaque culture et en tenant compte des superficies attribuées à chacune d'entre elles, nous avons estimé les besoins en eau totaux pour le périmètre, qui se situent autour de 5326.12 m³ par ans

CHAPITRE 04 :ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

Introduction :

L'étude de l'adduction implique l'analyse des méthodes et des ressources nécessaires pour fournir de l'eau à un périmètre donné, en tenant compte à la fois des aspects techniques et économiques des infrastructures du réseau, notamment les bassins de stockage et les ouvrages de régulation, entre autres.

Par conséquent, l'objectif de ce chapitre est de concevoir et de valider la configuration du réseau de canalisation afin d'assurer une performance optimale du système d'approvisionnement en eau collectif.

L'adduction d'eau peut être divisée en plusieurs composantes, notamment la source (comme une rivière, un plan d'eau ou une STEP), à partir de laquelle l'eau est pompée, le réseau de transport (comme des canaux et des canalisations), le stockage (comme des bassins ou des châteaux d'eau), et enfin le réseau de distribution qui achemine l'eau jusqu'aux consommateurs.

1-Type d'adduction :

Il existe deux types d'approvisionnement en eau :

1. L'adduction gravitaire : Dans ce cas, l'eau circule à des pressions élevées en raison de la différence de niveaux hydrauliques. La source se trouve à une altitude supérieure à celle du point de consommation, ce qui permet à l'eau de s'écouler naturellement grâce à la force de la gravité. Un exemple courant de ce principe est le système de château d'eau.
2. L'adduction par refoulement : Dans cette approche, la pression dans le réseau et le déplacement de l'eau sont assurés par des pompes installées dans des stations de pompage.

Dans notre cas, l'approvisionnement en eau est réalisé par refoulement, c'est-à-dire que des pompes sont utilisées pour maintenir la pression nécessaire dans le réseau et acheminer l'eau vers les points de consommation.

1-1-Choix du tracé du réseau d'irrigation :

Le tracé des conduites de distribution est déterminé en prenant en considération divers paramètres techniques, topographiques, géologiques et géographiques, afin d'assurer un écoulement contrôlé. Ces paramètres sont les suivants :

- La topographie du terrain.
- La pédologie, incluant la structure, la texture, la capacité de rétention et l'humidité relative du sol.
- La climatologie de la zone étudiée, notamment l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).
- Le type de cultures qui seront irriguées.
- Le choix du système d'irrigation (sous pression).

1-2-La prise d'eau :

En aval du STEP, il existe une prise d'eau équipée d'un tuyau en acier noir de 1000 mm de diamètre. À ce tuyau est raccordée une réduction qui réduit le diamètre à 800 mm, accompagnée de vannes de 800 mm de diamètre. Ce système est conçu pour un débit de 165 litres par seconde.

Diamètre de la conduite 1000 mm

μ : Coefficient de débit =0.3

H : hauteur d'eau d'environ 3 m pour le niveau bas

$$Q=0.30*(3.14 \times 0.52) \times (2 \times 9.81 \times 3)*0.5= 1.07 \text{ m}^3/\text{s} \dots\dots\dots(\text{IV.1})$$

$$Q=1070 \text{ l/s}$$

2-La Conduite STEP vers la station de pompage :

L'eau s'écoule naturellement gravitairement en direction de la station de pompage.

$$Q=V*S \qquad S= Q/V \dots\dots\dots(\text{IV.2})$$

On prend $v=1.5 \text{ m/s}$

$$S=0.165/1.5=0.11 \text{ m}^2 \dots\dots\dots(\text{IV.3})$$

$$D= (4 * S /3.14)^{1/5} = 0.406$$

On prend $D =600 \text{ mm}$

Avec une longueur de 100 m

2-1-Dimensionnement De La Conduite De Refoulement :

$$Q = 146 \text{ l/s}$$

Longueur STP-RES = 1400 m

Calcul du diamètre économique :

Formule de BONIN :

$$D=\sqrt[5]{Q} \qquad D = 0.382$$

Donc on prend $DN = (250-710) \text{ mm}$

Hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale se calcule comme suit :

$$H_{mt} = H_g + \Sigma H_p$$

Où :

- H_g : Différence de niveau entre le plan d'aspiration et le plan de refoulement (en mètres).
- ΣH_p : Somme des pertes de charge linéaires et singulières (en mètres).

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

Δh_p^{lin} : Pertes de charge linéaires (en mètres) ; elles sont calculées selon l'équation de Darcy-Weisbach :

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \dots\dots\dots (IV.4)$$

g : Accélération due à la pesanteur (m/s²)

Q : Débit à refouler (m³/s)

L : Longueur géométrique de la conduite (m)

λ : Coefficient de frottement, dépendant de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement

ε : Rugosité absolue = 0,1 mm (pour une conduite en fonte)

La formule de Nikuradzé s'applique comme suit :

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \times \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \dots\dots\dots (IV.5)$$

Tableau IV) 01 : Hauteur manométrique totale

D (mm)	L (m)	Q (m ³ /s)	λ	ΔHL (m)	ΔHT (m)	Hg (m)	HMT (m)
250	1400	0.146	0,0084	5.95	6.54	10	16.54
315	1400	0.146	0,0081	1.86	2.04	10	12.04
400	1400	0.146	0,0078	0.56	0.61	10	10.61
500	1400	0.146	0,0076	0.05	0.055	10	10.05
630	1400	0.146	0,0073	0.040	0.043	10	10.043
710	1400	0.146	0,0072	0.032	0.032	10	10.032

Source : national pump selector

2-2-Calcul des frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement dépendent à la fois de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité, et sont calculés selon la relation suivante :

$$Fam = P_{rc} \times A$$

P_{rc} : Prix de la conduite en (DA)

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante :

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \dots \dots \dots (IV.6)$$

A : Frais d'amortissement (DA)

i : Taux d'annuité ; i = 10 % ;

n : Durée de l'amortissement de la conduite.

n = 30 ans

A = 0.1061 = 10.61 %

Tableau IV) 02: calcul des Frais d'amortissement (DA)

D (mm)	Prix unitaire (DA)	Longueur (m)	Amortissement annuel (%)	Frais d'amortissement (DA)
250	4453.55	1400	10.61	189443.06
315	6854.5	1400	10.61	290580.58
400	10914.4	1400	10.61	462792.73
500	17365.76	1400	10.61	735739.65
630	26351.1	1400	10.61	1117816.28
710	38000	1400	10.61	1570380

Source : ALGERIE PRIX CONSTRUCTION

2-3-Calcul des Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation sont calculés à l'aide de la formule suivante :

$$F_{exp} = E \times e$$

Où :

- F_{exp} : Frais d'exploitation (en DA).
- E : Énergie totale dépensée par la pompe (en kW).
- e : Prix unitaire d'un kW imposé par la SONELGAZ ($e = 4,2$ DA/kW).

La puissance absorbée par les pompes est calculée selon la formule suivante :

$$\eta = \frac{\rho g Q H m t}{P_a} \dots \dots \dots (IV.7)$$

Avec :

P_a : Puissance absorbée par la pompe (kw)

g : Accélération de la pesanteur (m/s²)

Q : Débit à refoulé (m³/s)

HMT : Hauteur manométrique totale (m)

η : Rendement du pompage (85%).

L'énergie totale consommée par la station de pompage au cours d'une année est calculée en utilisant la formule suivante :

$$E = P \times T \times 365$$

Où :

- E : Énergie totale consommée par la pompe pendant une année (en kWh).
- P : Puissance absorbée par la pompe (en kW).
- T : Temps de pompage (en heures), dans notre cas T = 22 heures.

Tableau IV) 03 : Calcul des frais d'exploitation

D (mm)	HMT (m)	Q (m3/s)	P (KWatt)	E (KWH)	Frais d'exploitation (DA)
250	16.54	0.146	27.87	223796.1	939943.2
315	12.04	0.146	20.28	162848.4	683963.28
400	10.61	0.146	17.87	143496.1	602683.62
500	10.05	0.146	16.93	135947.9	570981.18
630	10.043	0.146	16.92	135867.6	570643.92
710	10.032	0.146	16.90	135707	5702.34

Source : ALGERIE PRIX CONSTRUCTION

2-4-Bilan total des frais :

Le bilan combiné des coûts d'exploitation et d'amortissement est utilisé pour déterminer le diamètre économique de la conduite de refoulement. Le calcul global des coûts est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau IV) 04 : Calcul du bilan total des frais

D (mm)	Frais d'exploitation (DA)	Frais d'amortissement (DA)	Frais totale (DA)
250	939943.2	189433.06	1129376.26
315	683963.28	290480.58	974443.86
400	602683.62	462782.73	1065466.35
500	570981.18	735729.65	1306710.83
630	570643.92	1117916.28	1688560.2

Source : ALGERIE PRIX CONSTRUCTION

Selon les résultats du tableau ci-dessus, nous retenons un diamètre économique de 315 mm pour la conduite, avec les caractéristiques suivantes :

- Diamètre : 315 mm
- Frais totaux : 974443.86 DA
- Hauteur manométrique totale (HMT) : 12.04 mce (mètres de colonne d'eau)
- Vitesse (V) : 1,87 m/s (mètres par seconde)

3-Choix des pompes :

Les stations de pompage sont des infrastructures hydrauliques conçues pour élever l'eau à une altitude supérieure, garantissant ainsi un débit suffisant et une pression adéquate pour acheminer l'eau vers les parcelles par gravité. Elles abritent les pompes et les moteurs qui les actionnent. Dans le cadre de notre projet, une station de pompage est prévue à une distance d'environ 100 mètres de la station d'épuration des eaux usées (STEP).

Le choix du type de pompe est guidé par plusieurs critères, notamment :

- Assurer le débit requis, désigné sous le nom de Qapp, ainsi que la hauteur manométrique totale (HMT).
- Optimiser le rendement de la pompe.
- S'assurer que la pompe ne cavite pas (formation de bulles d'air nuisibles).
- Minimiser l'encombrement et le poids de l'ensemble.
- Viser une vitesse de rotation élevée.

- Réduire la puissance électrique absorbée au minimum.
- Privilégier des pompes fabriquées en série pour une meilleure disponibilité et maintenance.

L'ensemble de ces critères joue un rôle essentiel dans le choix du type de pompe à utiliser dans la station de pompage, afin de garantir un fonctionnement efficace et fiable du système d'approvisionnement en eau.

3-1-Choix du nombre de pompe :

Le choix du nombre de pompes est basé sur les critères suivants :

1. Minimisation de l'investissement en limitant le nombre de pompes dans le groupe, tout en garantissant la sécurité de fonctionnement.
2. Garantie de la hauteur et du débit calculés conformément aux besoins du système.
3. Maximisation du rendement des pompes pour une efficacité optimale.
4. Réduction de l'encombrement au minimum, ce qui contribue à une installation plus compacte et économique.
5. Priorité donnée à la disponibilité, en particulier en tenant compte de la disponibilité des équipements sur le marché national.

L'objectif est de trouver le juste équilibre entre ces critères pour choisir le nombre optimal de pompes, assurant ainsi une performance fiable et rentable du système de pompage

3-2-Couplage des pompes :

Il existe deux types de couplage des pompes :

1. Le couplage en série : Il est utilisé pour augmenter la hauteur de refoulement des pompes, ce qui signifie qu'il permet de pomper l'eau à une altitude plus élevée.
2. Le couplage en parallèle : Il est utilisé pour augmenter le débit refoulé par les pompes, ce qui permet de déplacer une plus grande quantité d'eau.

3-3-Le moteur électrique :

Les critères de sélection d'un moteur électrique incluent :

1. Minimisation de la puissance absorbée, visant ainsi à réduire la consommation électrique.
2. Choix de la position de l'arbre de transmission, soit horizontale, soit verticale, en fonction des besoins spécifiques de l'application.
3. Sélection de la tension d'alimentation en fonction de la puissance du moteur et des considérations liées à l'investissement global du système.

3-4-Détermination de la variante de pompage :

Le choix est basé sur les données suivantes :

- Hauteur manométrique totale (HMT) : 12.02 mètres de colonne d'eau
- Débit (Q) : 146 litres par seconde (L/s).

Le logiciel NATIONAL PUMP SELECTOR enregistre le nombre, le type et les

Caractéristiques des pompes sélectionnées dans le tableau :

Tableau IV) 05: la variante de pompage

Nombre de pompe	Q (l/s)	HMT (m)	Type de pompe	η %	N (tr/mn)	Pab (kw)	NPSHr (m)
2	77.8	70.4	PM 125/ 2 A	78	2000	100	2.5
3	48,9	159	PM 100/ 2 A	73,4	2950	73,4	6 ,63
4	38.1	157	PM 125/ 6 C	76	1450	55,9	1,81

Source :NATIONAL PUMP SELECTOR

En se basant sur ce tableau, il est évident que la première variante (02 pompes en parallèle + 01 de secours) s'avère la meilleure option en termes de rendement, de puissance absorbée et du nombre de pompes en parallèle.

Afin d'assurer un fonctionnement continu, il est recommandé d'ajouter des pompes de secours. Le nombre optimal de pompes de secours peut être déterminé comme suit :

Tableau IV) 06 : Choix de Nombre de pompes de secours (NP : nombre de pompe)

Nombre de pompes principales	Nombre de pompes de secours
$NP \leq 4$	1 pompe de secours
$4 < NP \leq 6$	2 pompes de secours
$NP \geq 6$	3 pompes de secours

Source :NATIONAL PUMP SELECTOR

4-Etude du cavitation :

La cavitation est un phénomène qui se produit à l'entrée d'une pompe en fonctionnement lorsque, à une température constante, la pression absolue devient inférieure ou égale à la tension de vapeur de l'eau.

Afin de prévenir la cavitation, il est essentiel de vérifier la condition suivante : $(NPSH)_r < (NPSH)_d$, où :

- $(NPSH)_r$: Charge nette d'aspiration requise, fournie par le fabricant.
- $(NPSH)_d$: Charge nette d'aspiration disponible, fournie par l'installateur.
- $(NPSH)_d = (NPSH)_r + r$, où r représente une marge de sécurité, habituellement comprise entre 0.3 et 0.5 mètres. Dans notre cas, nous utilisons $r = 0.5$ mètre.

Pour une pompe donnée fonctionnant à une vitesse déterminée, il existe une hauteur limite d'aspiration à ne pas dépasser. Dans notre installation en aspiration au niveau de la station de pompage, la hauteur d'aspiration admissible est régie par la relation suivante :

$$H^{ad} = - P_{at} + (NPSH)_r + r + T_v + \frac{V_a^2}{2 \times g} + h_{asp} \dots \dots \dots (IV.8)$$

V_a : vitesse d'écoulement dans la conduite d'aspiration (m/s).

P_{at} : pression atmosphérique (m.c.e).

T_v : tension de vapeur d'eau (m.c.e)

P_{at} : pression atmosphérique (m.c.e)

4-1-Détermination de la pression atmosphérique :

Nous disposons d'une charge nette d'aspiration $(NPSH)_r$ de 2.5 mètres. La station de pompage sera installée à une élévation de 58 mètres de colonne d'eau (mce), ce qui correspond à une pression atmosphérique de :

$$P_{atm} = 2 * NPSH_r - 0.00139 \times H$$

$$AN: P_{atm} = 5 - 0.00139 \times H$$

Avec : H : altitude de la station de pompage

$$P_{atm} = 5 - 0.00139 * 58 = 4.91 \text{ mce}$$

4-2-Calcul des pertes de charge d'aspiration :

Δh_p^{lin} : Pertes de charge linéaires (m). elle est selon Darcy-Weisbakh :

$$\Delta h_p^{\text{lin}} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times Q^5} \dots \dots \dots (IV.9)$$

g : Accélération due à la pesanteur (m/s^2)

Q : Débit à refouler (m^3/s)

L : Longueur géométrique de la conduite (m)

λ : Coefficient de frottement, dépendant de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement.

De plus, $\Delta h_{\text{lin asp}}$ (perte de charge linéaire à l'aspiration) est de 0.72 mce,

et $\Delta h_{\text{tot asp}}$ (perte de charge totale à l'aspiration) est égale à 1.1 fois $\Delta h_{\text{lin asp}}$, soit 0.8 mce.

Il est à noter que nous négligeons $\frac{va^2}{2 \times g}$

$$H_{\text{asp adm}} = -4.91 + 2.5 + 0.5 + 1.25 + 0.8 = 0.14 \text{ mce}$$

$$\text{Donc NPSH d} = 4.91 - 1.25 - 0.8 + 0.14 = 3 \text{ mce} > 2.5 \text{ mce}$$

Par conséquent, $(\text{NPSH})_d > (\text{NPSH})_r$. Selon les calculs, on peut conclure que notre pompe est suffisamment protégée contre le risque de cavitation.

5-Dimensionnement du Réservoir :

Dans le choix de l'emplacement du bassin de stockage et de distribution, plusieurs critères essentiels doivent être pris en compte. Ces critères sont les suivants :

1. Assurer une hauteur manométrique adaptée pour permettre la distribution gravitaire à toutes les cultures situées dans le périmètre, en tenant compte du point le plus défavorable.
2. Évaluer l'homogénéité du terrain où le réservoir sera implanté grâce à des études géotechniques. Ces études permettront de déterminer la capacité de support des sols qui soutiendront le bassin.
3. Calculer la capacité de stockage du réservoir en utilisant la formule suivante : $V = Q \times T$

Où :

- Débit de pompage = 145,92 l/s = 525,3 m³/h
- T : Heures de pointe = 2 heures
- Le volume total du réservoir est de 1050 m³
- H : Hauteur du réservoir = 5 m
- Diamètre du réservoir (D) : 17 m (en supposant que le réservoir est circulaire, ce qui donne un rayon de 8,5 m, arrondi à 8,5 mètres).

En résumé, le choix de l'emplacement du bassin de stockage et de distribution doit tenir compte de la hauteur manométrique nécessaire pour la distribution gravitaire, de l'homogénéité du terrain, et de la capacité de stockage du réservoir, en utilisant les données spécifiées dans les calculs ci-dessus.

Tableau IV) 07 : les caractéristiques de réservoir

Diamètre	17m
Surface	210m ²
Hauteur	5 m
Volume	1050 m ³

6-Dimensionnement du réseau de distribution :

Le principe fondamental de distribution implique l'utilisation du réservoir de stockage, dont la principale fonction est d'emmagasiner de l'eau. Cette réserve d'eau est essentielle pour approvisionner et pallier les pénuries d'eau qui surviennent pendant les périodes de sécheresse.

Après avoir calculé les débits nécessaires pour chaque îlot et défini les paramètres hydrauliques de la conduite, nous procéderons à la conception du réseau de distribution, c'est-à-dire l'ensemble des installations qui acheminent l'eau jusqu'aux points de distribution. Pour garantir une pression suffisante, nous envisageons la mise en place d'un système de distribution avec quatre pompes fonctionnant en parallèle. Ce dispositif sera utilisé pour vérifier et maintenir une pression adéquate dans le réseau.

6-1-Vitesses admissibles :

L'objectif de déterminer une limite de vitesse admissible est de prévenir les risques associés aux vitesses excessivement élevées, tels que l'érosion, ainsi qu'aux vitesses trop faibles, comme le dépôt de matières solides. La plage de vitesse admissible s'étend de 0,5 m/s en tant que valeur minimale à 2,5 m/s en tant que valeur maximale.

6-2-Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau de canalisation doit prendre en considération plusieurs facteurs, notamment la corrosivité du sol, la compatibilité avec les exigences hydrauliques (débit, pression, etc.), et surtout la disponibilité sur le marché. Parmi les matériaux couramment utilisés, on trouve l'acier, la fonte, le PVC, et bien d'autres.

Conduites en fonte :

Ils offrent divers avantages, tels que :

- Une excellente résistance aux contraintes internes.
- Une grande résistance à la corrosion.
- Une rigidité et une solidité remarquables.

Cependant, leur inconvénient majeur réside dans leur coût relativement élevé.

Conduite en PEHD :

Ils dominent le marché en raison de leurs avantages significatifs :

- Une légèreté et une facilité de découpe inégalées.
- De bonnes performances hydrauliques.
- Disponibles sur le marché.
- Une installation de canalisation aisée.
- Des coûts relativement bas.

Cependant, leur inconvénient réside dans le risque de rupture en cas de soudure défectueuse.

Conduite en PRV :

Les conduites en Polyester Renforcé de Fibres de Verre (PRV) sont fabriquées en utilisant une combinaison de résine de polyester, de fibres de verre et de matériaux de renforcement. Dans notre situation spécifique, nous opterons pour des conduites en Polyéthylène Haute Densité (PEHD) lorsque le diamètre est inférieur ou égal à 315 mm, tandis que pour les diamètres supérieurs à 400 mm, nous privilégierons la fonte.

6-3-Calcul du débit aux bornes :

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

$$Q_b = q_s \cdot S$$

Avec : Q_b : Débit de chaque ilot (l/s)

q_s : Débit spécifique (l/s/ha)

S : Superficie de l'ilot (ha)

6-4-Choix du diamètre de la borne :

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont spécifiés de la manière suivante :

Tableau IV) 08 : Diamètres des bornes en fonction de débit fourni

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.12) l/s	1 Entrée $\Phi 80,$ 100	2 Sortie $\Phi 65$
Type A4	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.12) l/s	2 Entrée $\Phi 80,$ 100	4 Sortie $\Phi 65$
Type B	$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.12l/s) $< Q <$ $80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.32 l/s)	2 Entrée $\Phi 80,$ 100, 125	2 Sortie $\Phi 100$
Type C	$Q > 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.32 l/s)	2 Entrée $\Phi 80,$ 100, 125	1 Sortie $\Phi 150$

Source :cours irrigation

6-5-Choix de type de borne :

Le choix du type de borne dépend de la superficie. En général, les critères sont les suivants :

- Pour les îlots ayant entre 4 et 8 parcelles et une superficie inférieure à 15 hectares, la borne à quatre prises (Borne de type A4) est utilisée.
- Pour les îlots composés de deux parcelles et ayant une superficie inférieure à 15 hectares, la borne à deux prises (Borne de type A2) est privilégiée.
- Pour les îlots composés de deux parcelles et ayant une superficie supérieure à 15 hectares, la borne à deux prises (Borne de type B) est recommandée.
- Pour les îlots de grande taille, des bornes de type C sont prévues.

TableauIV)09 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de borne

ilot	N° de Parcelle	Surface des parcelles (ha)	Débit d'Ilot (l/s)	Matériel	Type de borne
1	P1	10,08	20,76	FONTE	Borne d'irrigation type A2
2	P2	5.01	10,32	FONTE	Borne d'irrigation type A2
3	P3	12,81	26,38	FONTE	Borne d'irrigation type A2
4	P1	8,68	53,2	FONTE	Borne d'irrigation type A4
	P2	8,67			
	P3	8,67			
5	P1	5.23	47.8	FONTE	Borne d'irrigation type A4
	P2	9.23			
	P3	9.23			
6	P6	14,87	28,97	FONTE	Borne d'irrigation type A4
7	P7	17,82	35,052	FONTE	Borne d'irrigation type A4
8	P8	19,53	39,31	FONTE	Borne d'irrigation type A4
9	P1	8,39	30,9612	FONTE	Borne d'irrigation type B
	P2	7,93			
10	P1	8,32	47,0948	FONTE	Borne d'irrigation type A4
	P2	7,84			
	P3	8,92			
11	P1	9,05	46,852	FONTE	Borne d'irrigation type A4
	P2	8,9			
	P3	5.65			

Source : livre (les base de l'irrigation)

7-Calcul des diamètres :

Les diamètres sont calculés en utilisant la formule de "LABYE", permettant d'obtenir une approximation du diamètre économiquement optimal, qui est ensuite standardisée.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots(IV.10)$$

En utilisant les variables suivantes :

- Q : débit
- D : diamètre en millimètres
- V : vitesse correspondant au diamètre économique de 1,5 m/s

Pour l'estimation des pertes de charge, les pertes de charge unitaires sont calculées selon la formule de LECHAPT et CALMON, qui est exprimée comme suit :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots(IV.11)$$

En utilisant les variables suivantes :

- h_{Pu} : Pertes de charge unitaire en millimètres par mètre
- Q : Débit en mètres cubes par seconde
- D : Diamètre de la conduite en question
- L, M et N : Paramètres dépendant de la rugosité absolue (Ks) des canalisations
- C : Coefficient incluant une majoration de 15 % pour les pertes de charge singulière

La relation entre ces variables est déterminée par la formule : $J = L \times Q^M / D^N$

Tableau IV)10 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K(m)	L	M	N
0,1	1,14	1,88	5,01
0,5	1,5	1,95	5,18
1	1,6	1,974	5,25

Source : livre (les bases de l'irrigation)

Avec une rugosité équivalente de K=0.1 mm, les valeurs de L=1.15, M=1.89 et N=5.01 sont applicables.

Dans notre situation, les conduites sont en fonte si leur diamètre est de 315 mm ou plus, sinon elles sont en PEHD. Les pertes de charge singulières sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires pour les conduites en fonte ou en PEHD. Les calculs hydrauliques seront détaillés dans le tableau suivant. L'estimation des pressions sera basée sur le principe de Bernoulli entre les points 1 et 2.

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \quad \dots\dots\dots(\text{IV.12})$$

Dans cette équation, où :

- h_1 et h_2 représentent les hauteurs de pression aux points 1 et 2,
- V_1 et V_2 correspondent aux vitesses d'écoulement respectivement en 1 et 2,
- Z_1 et Z_2 dénotent les élévations par rapport au terrain naturel aux points 1 et 2,
- ΔH représente les pertes de charge entre les points 1 et 2.

Tableau IV)11 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(m3/S)	Diamètre Normalisé (mm)	Matière de conduite	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale(m/km)
Res_N1	856	0.85	165	0.16	800	FONTE	1.1	1.41
N1_N2	263.1	0.26	63	0.06	315	FONTE	0.57	1.82
N2_N3	496.08	0.49	27	0.02	315	FONTE	0.43	0.39
N3_B1	249.4	0.24	9	0.006	160	PEHD	0.54	1.29
N3_B2	223.4	0.22	5	0.005	90	PEHD	0.80	5.84
N2_B3	270.5	0.27	11	0.011	200	PEHD	0.42	0.55
N1_N4	352.6	0.35	73	0.07	315	FONTE	1.01	2.45
N4_B4	301.8	0.30	17	0.017	160	PEHD	0.96	4.09
N4_B5	300.36	0.07	19	0.019	160	PEHD	1.04	4.81
N1_N5	466.4	0.46	153	0.35	630	FONTE	1.11	1.51
N5_B6	217.4	0.21	12	0.012	200	PEHD	0.35	0.70
N5_N6	299	0.29	110	0.25	500	FONTE	1.30	2.65
N6_N7	81.78	0.08	134	0.17	400	FONTE	1.34	3.81
N7_N9	254.35	0.25	49	0.04	250	PEHD	1	3.10
N9_B7	500.16	0.63	12	0.012	200	PEHD	0.38	0.75
N9_B8	203.58	0.20	12	0.012	200	PEHD	0.38	0.75
N7_N8	339.4	0.33	14	0.014	200	PEHD	0.43	0.93
N8_B9	52.02	0.03	19	0.019	160	PEHD	0.92	4.80
N8_B11	186	1.19	14	0.015	200	PEHD	0.42	0.91
N6_B10	518	0.18	66	0.065	250	PEHD	1.33	5.3

Source : livre (les bases de l'irrigation)

7-1-Fonction de la borne d'irrigation :

Tableau IV)12 : Les caractéristiques des bornes et des noeuds

Bornes et Nœuds	Cote terrain aval Z (m)	débit Q (m ³ /S)	débit Q (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bar)
Réservoir R1	58	0.146	146	60	2	0,20
N1	55.23	0.146	146	58,53	11.99	1.2
N2	55.15	0.024	24	58,07	12.99	1.3
N3	54.86	0.014	14	57,88	23.99	2.4
B1	54.63	0.009	9	57,56	29.99	3
B2	54.13	0.005	5	57,08	36.99	3,7
B3	54.60	0.011	11	57,70	21.99	2.2
N4	55.23	0.036	36	58,03	17.99	1,8
B5	54.75	0.019	19	57,82	19.99	2
B4	54.46	0.017	17	57,53	20.99	2,1
N5	54.32	0.083	83	57,26	22.99	2,3
B6	53.95	0.012	12	57,01	26.99	2.7
N6	54.02	0.071	71	57,20	31.99	3,2
N7	53.98	0.058	58	57,10	32,99	3,3
N9	53.96	0.025	25	57,02	36.99	3,7
B7	53.86	0.012	12	56,23	39.99	4
B8	53.99	0.012	12	57,06	34.99	3,5
N8	53.73	0.033	33	56,10	33.99	3.4
B10	53.82	0.014	14	56,62	39.99	4
B9	53.65	0.019	19	56,13	40.99	4,1
B11	53.53	0.014	14	56,06	41.99	4,2

Source : livre (les bases de l'irrigation)

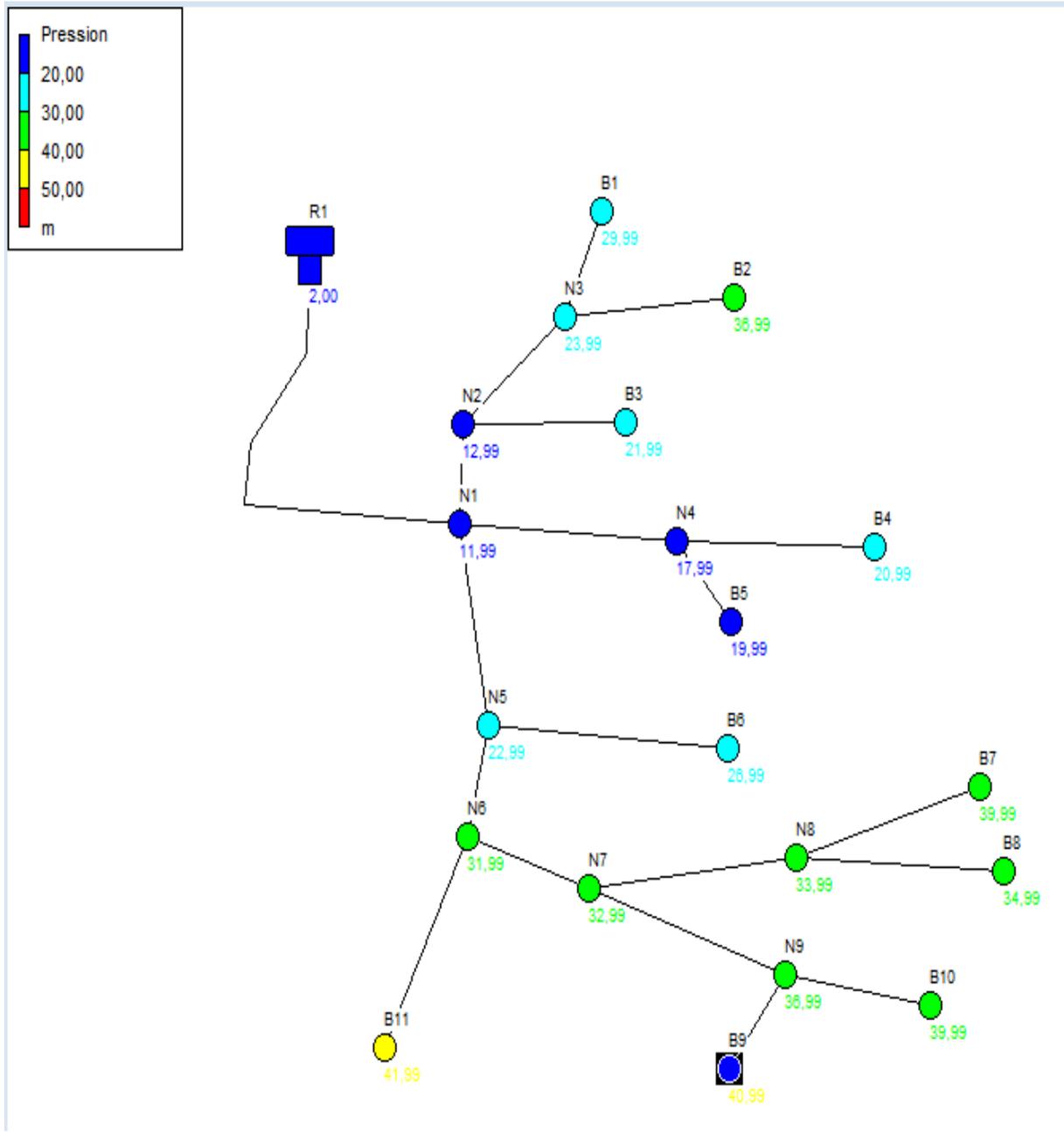


Figure IV) 03: les pressions des bornes avec EPANET

Conclusion :

Dans le but d'améliorer la gestion des abords de notre périmètre, celui-ci a été subdivisé en 11 îlots couvrant au total une superficie de 190 hectares. Un système d'approvisionnement en eau a été planifié, comprenant une conduite principale de 1200 mm de diamètre qui achemine de l'eau vers une station de pompage équipée de deux pompes. De là, l'eau est dirigée vers une conduite de refoulement (d'adduction) de 315 mm de diamètre, qui est connectée à un réservoir de stockage d'une capacité de 1051 mètres cubes. Enfin, l'eau est distribuée vers le périmètre d'irrigation via une conduite principale gravitaire de 800 mm de diamètre.

Il est à noter que la pression dans le réseau de distribution est généralement suffisante pour permettre l'utilisation de n'importe quel système d'irrigation.

Pour assurer un fonctionnement optimal des réseaux d'irrigation, des équipements spécifiques ont été installés. Cela comprend la mise en place de ventouses aux points les plus élevés du réseau afin d'éliminer l'air résiduel présent dans les canalisations, ainsi que l'installation de vannes de fermeture et de vidange pour un contrôle efficace, notamment lors de la maintenance, afin de prévenir les fuites.

CHAPITRE 05 : TECHNIQUE D'IRRIGATION

TECHNIQUE D'IRRIGATION :

Introduction :

L'humidité naturelle du sol est souvent insuffisante, et afin d'assurer un rendement optimal des cultures, l'irrigation est nécessaire. Plusieurs techniques ou méthodes d'irrigation sont disponibles. Dans ce chapitre, nous allons examiner ces diverses techniques et sélectionner celle qui s'aligne le mieux sur les caractéristiques spécifiques de notre périmètre.

1-Les techniques d'arrosage des cultures:

1-1-L'irrigation gravitaire:

Cette méthode exige une importante quantité d'eau par unité de surface. Le processus implique la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle est ensuite subdivisée en :

1-2-L'irrigation par submersion:

Elle est mise en œuvre en recouvrant le sol avec une épaisse couche d'eau, laquelle demeure pendant un temps adéquat afin de s'infiltrer à la profondeur requise pour les besoins de croissance des plantes. L'efficacité de cette méthode dépend des terrains perméables et d'une pente inférieure à 2 %.

Les avantages de la submersion:

Destruction des adventices
Protégé contre le gel

Les inconvénients de la submersion:

Nécessite d'assainissement
Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité

1-3-L'irrigation par infiltration:

L'eau s'écoule le long des fossés, des rigoles ou des rangées et pénètre latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

Les avantages :

Pas de danger d'érosion
L'accès est facile au terrain

Les inconvénients:

Grande perte d'eau
Exigence en main d'œuvre

1-4-L'irrigation par aspersion :



Figure V) 02 : représente L'irrigation par aspersion.

Les avantages:

Economie d'eau : Une meilleure gestion de l'arrosage peut conduire à une utilisation plus efficace de l'eau.

Main-d'œuvre réduite : Moins de main-d'œuvre peut être nécessaire pour gérer l'irrigation.

Les inconvénients:

Coût élevé : L'investissement initial dans le matériel d'aspersion peut être substantiel.

Evaporation accrue : Les gouttelettes fines peuvent s'évaporer rapidement, réduisant l'efficacité de l'arrosage.

Tassement du sol : L'impact des gouttelettes d'eau peut potentiellement compacter le sol.

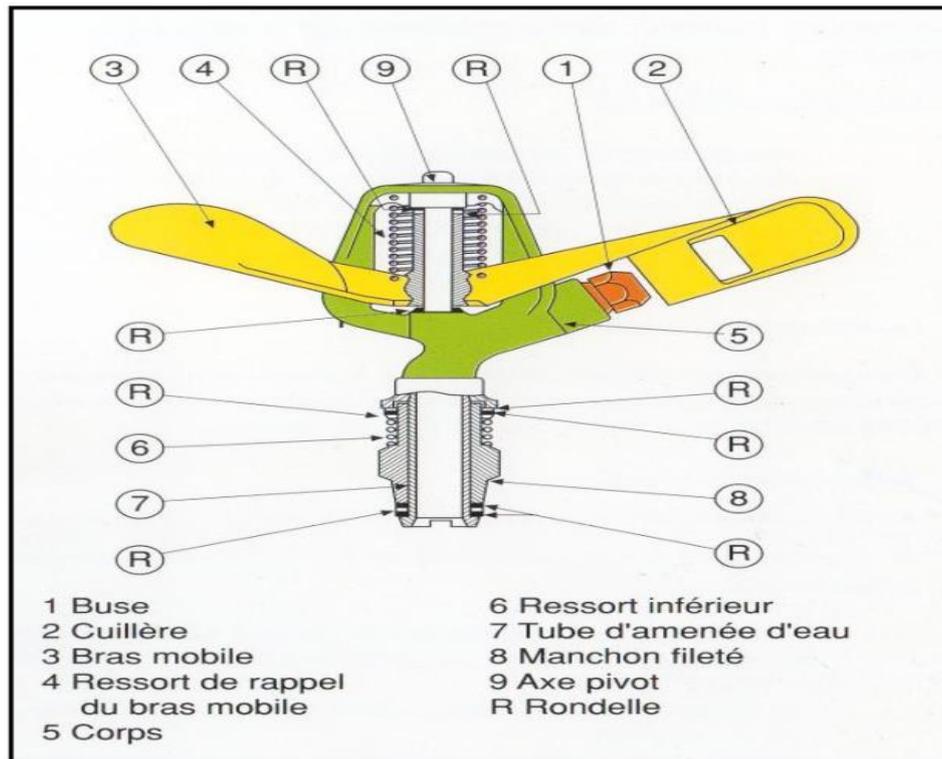


Figure V) 04: Schéma d'un asperseur.

1-5-L'irrigation localisée (goute à goutte) :

L'approvisionnement en eau des cultures se fait au moyen de tuyaux équipés de goutteurs, à travers lesquels l'eau s'écoule sous forme de gouttelettes à faible débit.

L'irrigation goutte à goutte fonctionne en fournissant de l'eau directement aux racines des plantes à un débit contrôlé et régulier. Voici comment cela fonctionne en détail :

Source d'eau : Une source d'eau, telle qu'un réservoir ou un puits, fournit l'eau nécessaire au système d'irrigation goutte à goutte.

Pompage : Si nécessaire, une pompe peut être utilisée pour augmenter la pression de l'eau afin de la propulser à travers les tuyaux du système.

Tuyaux principaux : Les tuyaux principaux acheminent l'eau depuis la source jusqu'aux zones à irriguer.

Tuyaux secondaires : Les tuyaux secondaires ou les lignes d'irrigation transportent l'eau depuis les tuyaux principaux jusqu'aux rangées de plantes.

Emetteurs (goutteurs) : Les goutteurs sont des dispositifs installés le long des lignes d'irrigation. Ils émettent de l'eau goutte à goutte, à un rythme prédéterminé, directement au pied de chaque plante.

Les avantages :

- Utilisation efficace de l'eau en minimisant les pertes.
- Réduction des problèmes de maladies fongiques en évitant de mouiller les feuilles.
- Economie d'eau grâce à une distribution précise.
- Possibilité de fertiliser directement via le système d'irrigation (fertigation).
- Adaptabilité à différentes configurations, y compris les terrains en pente.
- Moins d'érosion du sol.
- Réduction de la croissance des mauvaises herbes.

Les inconvénients :

- Coût initial élevé.
- Obstruction des goutteurs.
- Difficulté de conception.
- Sensibilité aux problèmes mécaniques.
- Inefficacité dans les sols denses.
- Risque de gel.
- Défaillance des émetteurs.
- Défi pour les grandes cultures.
- Défis Dépendance électrique.

1-6-L'irrigation par ruissellement:**Fonctionnement :**

L'irrigation par ruissellement, également appelée irrigation par sillons ou irrigation par canaux, est une méthode d'irrigation traditionnelle qui implique la création de canaux ou de sillons à travers lesquels l'eau est acheminée vers les zones cultivées. Cette méthode vise à permettre à l'eau de s'écouler lentement le long des canaux, en imitant le ruissellement naturel, pour irriguer les cultures. Voici comment fonctionne l'irrigation par ruissellement :

1. **Conception des canaux :** Des canaux ou des sillons sont créés dans le sol à travers la zone cultivée. Ces canaux peuvent être réalisés à l'aide d'outils agricoles, tels que des charrues, ou manuellement, en fonction de la taille de la zone.
2. **Acheminement de l'eau :** L'eau est acheminée depuis une source d'eau, telle qu'une rivière, un réservoir ou un puits, vers les canaux créés. Cela peut se faire à l'aide de pompes, de gravité ou de toute autre méthode appropriée.
3. **Distribution de l'eau :** L'eau s'écoule lentement le long des canaux, pénétrant dans le sol et irriguant les racines des plantes. La vitesse de l'écoulement est contrôlée pour éviter une érosion excessive et pour garantir une distribution uniforme.
4. **Gestion du débit :** Le débit d'eau est ajusté en fonction des besoins des cultures et de la capacité d'absorption du sol. Des ouvrages de régulation tels que des vannes peuvent être utilisés pour contrôler le débit d'eau dans les canaux.
5. **Infiltration :** L'eau s'infiltré dans le sol à partir des canaux, atteignant les racines des plantes. L'objectif est d'irriguer suffisamment les cultures tout en évitant le gaspillage d'eau.
6. **Rotation des cultures :** Pour éviter une érosion excessive ou une accumulation de sel dans le sol, les cultures peuvent être alternées dans différentes parties de la zone irriguée.

Avantages de l'irrigation par ruissellement :

- **Simplicité :** L'irrigation par ruissellement est une méthode simple à mettre en œuvre, ne nécessitant pas d'équipement sophistiqué ni de technologies complexes.
- **Adaptation aux sols :** Cette méthode peut être utilisée sur une variété de types de sols, même ceux qui ont une capacité d'absorption d'eau relativement faible.
- **Utilisation efficace de l'eau :** Le ruissellement permet une distribution ciblée de l'eau, réduisant les pertes dues à l'évaporation et à la dispersion.
- **Moins de main-d'œuvre :** Une fois les canaux établis, l'entretien et la gestion peuvent nécessiter moins de main-d'œuvre par rapport à d'autres méthodes.

Inconvénients de l'irrigation par ruissellement :

- **Distribution inégale :** L'eau peut se distribuer de manière inégale le long des canaux, ce qui peut causer des problèmes de sous-arrosage ou de sur-arrosage.
- **Erosion du sol :** L'écoulement de l'eau peut provoquer l'érosion du sol le long des canaux, ce qui peut dégrader la qualité du sol.
- **Risque d'engorgement :** Une mauvaise conception des canaux ou une distribution excessive d'eau peut entraîner un engorgement du sol et une mauvaise croissance des plantes.
- **Gaspillage d'eau :** Si les canaux sont mal conçus ou entretenus, cela peut entraîner des pertes d'eau inutiles.

1-7-L'irrigation par pivot:

Le pivot est une machine d'irrigation automatique qui arrose un cercle en utilisant l'énergie électrique. L'eau est distribuée le long de travées alignées bout à bout, tournant de manière synchronisée autour d'un point central.

- Elle est généralement fabriquée à partir de matériaux résistants à la corrosion, tels que l'acier galvanisé ou l'aluminium. Elle est conçue pour résister aux conditions environnementales, y compris l'exposition à l'eau et aux éléments extérieurs.
- Elle est installée avec précision au centre de la parcelle à irriguer. Son emplacement central garantit que le pivot arrose uniformément la surface autour de lui.
- Elle nécessite un entretien régulier pour garantir son bon fonctionnement. Des inspections périodiques doivent être effectuées pour détecter toute usure ou dysfonctionnement.
- Elle est conçue pour être stable et robuste, minimisant les vibrations ou les secousses pendant le mouvement du pivot.

Conclusion :

Le choix d'une méthode d'irrigation repose sur une évaluation des critères et des limitations suivants :

- La topographie du terrain (pente, relief, configuration de la parcelle).
- La disponibilité des ressources en eau.
- La caractéristique du sol (perméabilité).
- Les types de cultures envisagés.
- Les aspects socioculturels.
- Les considérations économiques.
- La viabilité économique de l'entreprise.

Dans notre zone d'étude, en prenant en compte ces contraintes et les cultures sélectionnées, la méthode d'irrigation localisée émerge comme la solution la plus appropriée.

**CHAPITRE 06:Dimensionnement du réseau
d'irrigation**

Dimensionnement du réseau d'irrigation :

Introduction:

Dans ce chapitre, notre objectif est d'effectuer un calcul hydraulique pour le réseau d'irrigation, aussi bien pour la goutte à goutte que pour l'aspersion.

L'objectif est de parvenir à des mesures acceptables et à un dimensionnement plus économique, tout en tenant compte des conditions hydrauliques. À noter que les PALMIERS DATTIERS occupent déjà 26% de la surface totale de la parcelle étudiée, tandis que 26% sont dédiés à l'ORGE. Les 40% restants sont répartis entre les cultures maraîchères en plein champ.

Il est important de souligner que la source d'eau actuelle pour cette parcelle est une lagune qui est encore en service et située à l'intérieur de la zone.

1-Découpage des îlots d'irrigation :

Le terme "îlot d'irrigation" fait référence à une unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Le nombre de sorties ou "prises" de cette borne dépend du nombre d'arrosages qu'elle doit gérer simultanément, notamment lorsqu'elle est située à la limite de plusieurs exploitations. Chaque borne, ainsi que chaque sortie, doit remplir toutes les fonctions d'une prise, ce qui signifie :

1. Réguler le débit, c'est-à-dire le maintenir dans les limites du module spécifié.
2. Réguler la pression de l'eau.
3. Enregistrer la quantité d'eau fournie.
4. Gérer les éventuelles interruptions non planifiées de l'approvisionnement en eau.

Dimensionnement du réseau d'irrigation localisée :

1-1-Calcul d'installation :

Besoins journaliers (Bj):

$$B_j = \frac{\text{besoin de mois de point}}{\text{nombre de jours de mois}} \dots \dots \dots (V.1)$$

$$B \text{ (mm/mois)} = 367.48$$

$$B_j \text{ (mm/j)} = 12.24$$

2-Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion :

Avant de dimensionner un système d'irrigation par aspersion, il est essentiel de quantifier certains paramètres indispensables à sa mise en place.

2-1-Choix de la culture : étant donné les cultures mises en places sont très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation du l'orge par aspersion.

2-2-Choix de la parcelle : la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est située l'ilot N°2, la parcelle P02 est d'une superficie de 5 ha, qui dispose d'une pression aux bornes de 4 bars.

Temps de travail : 20 heures par jour, et 24 jours par mois

Besoins en eau de pointes : 146.03 mm pour le mois de Mai.

Perméabilité du sol : le sol est de type argilo – sableux avec une perméabilité estimée de :

$$0.1 < K < 0.3$$

Calcul de la Dose pratique : La RFU est calculée comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z \dots\dots\dots(V.2)$$

Y : degré de tarissement : égal à 2/3

Da : densité apparente : égale à 1.5

Z : profondeur d'enracinement mm (50 cm pour L'ORGE)

Hcc : humidité à la capacité au champ (9%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (5%).

$$RFU = 20 \text{ mm}$$

2-3 Dimensionnement théorique :

2-3-1-Calcul du diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $K = 8 \text{ mm/h}$ On pose $p \leq k$ tel que p est la pluviométrie de la buse.

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

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots(V.3)$$

$$d = \frac{1.04 \times p}{1.5} = 5.54 \text{ mm}$$

Selon la fiche technique d'un arroseur de type PERROT, le diamètre de buse normalisé le plus proche est de 5.5 mm.

2-3-2-Calcul du porté du jet (L) :

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

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25} \dots\dots\dots(V.4)$$

Tel que :

d : diamètre de la buse en (mm)

h : pression de la buse en (m), dans notre cas h= 3 bars = 30 m.

$$L = 3 \times 5.5^{0.5} \times 25^{0.25} = 16.46 \text{ m}$$

Théoriquement, cette formule reste valide, mais elle requiert une précision accrue en fonction du diamètre choisi, tel que recommandé par le fournisseur. Selon le catalogue du fournisseur Perrot, pour un diamètre de buse de 5.5 mm et une pression de service minimale de 3 bars, la portée calculée est de 17,0 mètres.

2-3-3-L'espacement entre les rampes et les arroseurs:

est déterminé en fonction de la vitesse du vent, conformément aux recommandations des normes américaines. Voici les espacements maximums recommandés :

L'écartement *El* entre les lignes d'arrosage est égal à 1,20 m pour un vent faible et à 1 m pour un vent fort.

L'écartement *Ea* entre les arroseurs sur la rampe est égal à 0,7 L pour un vent faible et à 0,5 L pour un vent fort.

$$El = 1.20 \times 17 = 20.4 \text{ m}$$

$$Ea = 0.7 \times 17 = 11.9 \text{ m}$$

On prend les valeurs normalisées des écartements, d'où :

$$El = 18 \text{ m}$$

$$Ea = 10 \text{ m}$$

2-3-4-Calcul du débit de l'asperseur :

Le calcul du débit d'un asperseur s'effectue à l'aide de la relation suivante :

$$q = 0.95 \times \frac{\pi d^2}{4} \times \sqrt{2 g h} \dots\dots\dots(V.5)$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times 5.5^2}{4} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 30} \quad q = 1.87 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vérification de la pluviométrie de la buse :

En supposant que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p (en mm/h) peut être estimée à l'aide de la relation suivante :

$$P = \frac{q}{Ea \times El} = \frac{1.87 \times 1000}{18 \times 10} = 8$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie

$$P \leq K = 8 \text{ mm/h.}$$

2-3-5-Calcul du tour d'eau :

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{DoseRFU} \times Nj}{B_{\text{pointe}}} \dots\dots\dots (V.6)$$

Avec :

$$\text{DoseRFU} = 20 \text{ mm}$$

$$NJ = 24 \text{ jours/mois}$$

$$B_{\text{pointe}} = 146.03 \text{ mm}$$

$$T_{\text{eau}} = \frac{20 \times 24}{146.03} = 3.6 \text{ jours}$$

Ainsi, le nombre d'irrigations sera de 7 par mois, ce qui équivaut à une irrigation tous les 4 jours.

$$\text{Efficience d'irrigation} = 0.75$$

$$\text{Besoin journalier} = 146.03/30 = 4.86 \text{ mm}$$

$$\text{La nouvelle dose réelle} = 10 \times 4.86 = 48.6 \text{ mm}$$

$$\text{La nouvelle dose brute} = 48.6/0.75 = 64.8 \text{ mm}$$

L'arrosage par position doit respecter la capacité d'infiltration et ne pas dépasser le temps nécessaire :

$$T_a = \frac{\text{dose brute}}{P} = 8 \text{ heures}$$

Ainsi, il sera possible d'utiliser deux positions par jour pour chaque asperseur.

2-3-6-Calcul de l'unité d'arrosage S_u :

Le calcul de la surface unitaire arrosée ou de l'unité de surface s'effectue de la manière suivante :

$$S_u = \frac{S}{T \times n} = \frac{5}{4 \times 2} = 0.6 \text{ ha} \dots \dots \dots (V.7)$$

Nombre d'asperseurs requis :

$$N_{\text{asp}} = \frac{\text{surface a arroser}}{\text{implantation}} = \frac{0.6}{18 \times 10} = 30 \text{ asperseurs.}$$

Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois}$

$\times \text{dose} \times El \times Ea$

$$V = \frac{2 \times 7 \times 64.8 \times 18 \times 10}{1000} = 163 \text{ m}^3$$

2-3-7-Dimensionnement hydraulique des rampes :

Cette étape de dimensionnement varie d'une parcelle à l'autre, car elle dépend des dimensions de la parcelle et de la manière dont on planifie le réseau d'aspersion.

2-3-7-a-La longueur de la rampe :

$$L_r = \frac{\text{largeur du terrain}}{2} - \frac{Ea}{2}$$

$$L_r = \frac{250}{2} - \frac{10}{2} = 120 \text{ m}$$

b-Le nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_{\text{asp/rampe}} = \frac{Lr}{Ea}$$

$$N_{\text{asp/rampe}} = \frac{120}{10} = 12 \text{ asperseurs.}$$

c-Nombre de rampes :

$$N_{\text{rampes}} = \frac{N_{\text{asp/rampe}}}{N_{\text{asp/rampe}}} = 2 \text{ rampe} \dots \dots \dots (V.8)$$

On travaille avec deux rampe.

d-Débit des rampes :

$$Q_{\text{rampe}} = Q_{\text{asp}} \times N_{\text{asp/rampe}} \dots \dots \dots (V.9)$$

$$Q_{\text{rampe}} = 1.50 \times 12 = 18 \text{ m}^3/\text{h}$$

e-Débit de la porte rampe :

$$Q_{\text{porte rampe}} = Q_{\text{rampe}} \times N_{\text{rampes}}$$

$$Q_{\text{porte rampe}} = 18 \times 2 = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

2-3-8-Dimensionnement de la rampe et du porte - rampe :

Pour estimer le diamètre des canalisations, nous utilisons une vitesse, où V est inférieur ou égal à V_{ADM} , avec V_{ADM} appartenant à l'intervalle [0.5 à 2.5] m/s.

Supposons que V soit égal à 1.5 m/s, puis calculons le diamètre des canalisations :

$$D_{\text{pr}} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{pr}}}{\pi \times V}} = 0.09 \text{ m} \dots \dots \dots (V.10)$$

Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charge linéaire dans les conduites sont généralement calculées à l'aide d'une formule de type Hazen-Williams, qui s'exprime de manière générale comme suit :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{CH} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots \dots \dots (V.11)$$

Avec :

ΔH : Perte de charge unitaire (m/m) 0.029

Q : Débit de la conduite en m³/s

CH : coefficient équivalent à 130.

Pour la rampe on a : L=60 m, D= 0.09 m, Q= 0.005 m³/s

Pour le porte rampe on a : L= 250 m, D=0.07 m, Q=0.01 m³/s

Pour une perte de charge totale de 0.02 mètres, la règle de Christiansen est donc observée. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau V)01: paramètres de rampes

Paramètres	Porte de rampe	Rampes
Longueur (m)	250	60
Diamètre (mm)	90	90
Débit (m ³ /h)	36	18
Vitesse (m/s)	1.5	1.5
Perte de charge (m)	0.02	0.02

Source : livre (l'irrigation par aspersion)

Calcul de la pression en tête du réseau :

$$H = H1 + H2 + H3$$

H : pression à la la parcelle.

H1: Pression nécessaire

H2: Perte de charge totale de la rampe

H3 : La dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=30+0.04+0=30.04 \text{ m.}$$

La pression, mesurée à 3.04 bars, est amplement suffisante étant donné que la pression aux bornes est supérieure à 4.56 bars.

3-Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte :

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle P1 ilot 5 alimentée par la borne B7 et dont la pression disponible est de l'ordre de 4 bars. Ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de l'ordre de 5 ha.

Culture : palmier dattier

Espacement entre arbres : 5 m

Espacements entre rangs : 5 m

Besoins de pointe mensuelle (palmier dattier) = 326.1 mm

Caractéristiques du goutteur

Débit nominal : 4l/h

Pression nominal : 10 mce

Espacement des goutteurs : 2 m

Le nombre de goutteurs par arbre : 2

3-1 Influence du taux de couverture du sol :

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

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) pour les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} = 0.71 \dots \dots \dots (V.12)$$

La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) = 0.8$$

On prend La formule de Freeman et Garzoli donc : =0.8

3-2-La dose d'irrigation nette pratique :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \times P\% \dots \dots \dots (V.13)$$

Tel que

Hcc : humidité à la capacité au champ (Hcc=9 %)

Hpf : humidité au point de flétrissement (Hpf= 5 %)

Y : degré d'extraction de l'eau du sol (Y=2/3)

Z : profondeur d'enracinement en (Z= 150 cm)

Da : est la densité apparente du sol (Da=1.4)

P : Pourcentage du sol humidifié :

$$P\% = n \cdot Spd \cdot Sh / SA \cdot SR = 56 \% \dots\dots\dots(V.14)$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre (3 par arbre)

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (3m)

Sh : Largeur de la bande humidifiée (1m)

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)

Sa : espacement des arbres sur les rangs (4m)

$$DP = (9-5) / 100 \times 1500 \times 2/3 \times 1.4 \times 0.56 = Dp = 31.36 \text{ mm.}$$

3-3-Calcul des besoins journalier corrigé ETM :

$$\text{Calcul de L'ETM journaliers} = ETM/30 = 326.1/30 = 10.87 \text{ mm.} \dots\dots\dots(V.15)$$

$$ETMc = 10.87 \times 0.8 = 8.7 \text{ mm}$$

3-4-Fréquence des arrosages (Fr jours) :

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Tr = \frac{dose}{ETMc} = \frac{31.36}{8.7} \quad Tr = 3.6 \dots\dots\dots(V.16)$$

On prend Tr = 4 jours.

3-5-Calcul de la dose réelle :

$$\text{Dose réelle} = \frac{dose}{cu \times eff} = \frac{8.7 \times 10}{0.96 \times 0.75} = 128.3 \text{ mm.} \dots\dots\dots(V.17)$$

3-6-Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\emptyset = \frac{Dr \times Sd \times S}{n \times Qg} = \frac{128.3 \times 2 \times 4}{3 \times 4} = 85 \text{ heures} \dots\dots\dots(V.18)$$

3-7-Durée d'arrosage journalier :

$$Dj = \frac{\text{duree d'arrosage}}{Tr} = \frac{85}{4} = 21 \text{ h/jours} \dots\dots\dots(V.19)$$

3-8-Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{22}{21} \quad N = 1 \text{ postes}$$

3-9-Surface du poste :

$$\text{Nbr} = \frac{\text{sur hect}}{\text{su espacement}} = \frac{10000}{5 \times 5} = 400 \times 3 = 1200 \text{ goutteurs / hectares} \dots\dots(V.20)$$

4-Le dimensionnement hydraulique :

La réalisation de calculs hydrauliques implique la détermination des éléments suivants :

Les débits aux différents points le long du réseau et à son point d'origine.

Les dimensions des canalisations.

Les vitesses d'écoulement de l'eau dans ces canalisations.

Ainsi que les pertes de charge totales.

Conformément à la règle de Christiansen, il est essentiel que la variation maximale du débit entre les émetteurs n'excède pas 10%.

La variation maximale de débits entre goutteurs :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \text{et} \quad q = k \times h \text{ donc } \frac{\Delta q}{qg} = x \frac{\Delta h}{hn} \dots\dots\dots(V.21)$$

En utilisant les notations suivantes : qg pour le débit d'un goutteur et Hn pour la pression nominale, nous pouvons établir la relation suivante : $0.1 = 0.5 \times \Delta H$, ce qui entraîne $\Delta H = 2$ mce.

Supposant que les pertes de charge singulières sont de 10%, cela équivaut à 0.2 mce. En ce qui concerne les pertes de charge linéaires, elles s'élèvent à 1.8 mce.

Maintenant, nous pouvons aborder la répartition de la perte de charge :

1/3 sur les porte- rampes P.d.c (pr) = 0.6 m c e

2/3 sur les rampes P.d.c (r) = 1.2 m c e

$$(mm) = \left(\frac{Pdc(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right)^{-1} \dots\dots\dots (V.22)$$

La longueur de la rampe = la longueur du terrain = 92 m

Nombre d'arbre = 92/4 = 23

Nombre de goutteur = 23X3 = 69 goutteurs

Qrampe = 69x4 = 276 l/h

$$(mm) = \left(\frac{Pdc(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right)^{-1} \dots\dots\dots (V.23)$$

Drampe = 13.6 mm

En prenant en considération les éléments suivants :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h
- L(r) : la longueur de la rampe en m
- Ør(cal) : le diamètre de rampes
- Øpr(cal) : le diamètre de porte rampe

On recalcule les pertes de charges pour un D=13.6 mm

4-1-Pertes de charge unitaire :

$$I = 0.178 \cdot (-4.75) \cdot Q^{1.75} \dots\dots\dots (V.24)$$

Avec : *J* (m/m) ; *Q* (l/h) et *D* (mm)

$$I = 0.007m/m$$

$$J_{totale_rampe} = 0.007 \times 92 = 0.644 m$$

Même calcule pour porte rampe :

Longueur porte rampe = 200 m

N_{bre} de rampe/écartement 200/5 = 40 rampes

$$Q_{porte\ rampe} = 40 \times Q_{rampe} = 46 \times 276 L = 12696 l/h$$

$$pdcpr = 0.6 \text{ m}$$

$$(mm) = \left(\frac{Pdc(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right)^{-1/4.75} = 76.38 \text{ mm} \dots \dots \dots (V.25)$$

On arrondit à 80 mm

Perte de charge unitaire :

$$I = 0.178 \times 80^{(-4.75)} \cdot 12696^{1.75} = 0.0025 \text{ m/m} \dots \dots \dots (V.26)$$

$$I = 0.0025 \text{ m.}$$

Perte de charge totale de la porte rampe $Jtpr = 0.0015 \times 200 = 0.492$

Perte de charge totale réseau = $0.644 + 0.492 = 1.13 < 1.8$

4-2-Débit de la conduite secondaire :

On a 03 parties

- Partie 02 : $Qcsl = Qpr \times Npr = 12696 \times 2 = 25392 \text{ l/h}$

- Partie 01 : $Qcsl = Qpr \times Npr = 12696 \times 4 = 50784 \text{ l/h}$

4-3-Débit de la conduite principale :

$$Qcpl = Qpr \times Npr = 12696 \times 6 = 76176 \text{ l/h}$$

Calcul du diamètre de la conduite tertiaire (conduite d'approche) :

$$V = 1.1 \text{ m/s}$$

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

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

Tableau V)02 :Calcul les caractéristique du conduites secondaires :

partie	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
01	92	50784	1.1	127.33	130	1.07	0.451
02	92	25392	1.1	90.03	91	1.05	0.246

Source : livre (l'irrigation goutte a goutte)

Tableau V)03 :Calcul les caractéristique du conduites principale :

Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)
76176	1.1	155.9	160	1.04

La pression d'eau à la borne de distribution :

La pression d'eau requise à la borne de distribution de la parcelle doit être la somme de la pression nominale (10 mce) ainsi que des pertes de charge cumulatives tout au long du trajet, depuis la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus éloigné ou le plus élevé.

Tableau V) 04: Récapitulatif des caractéristiques des conduites

caractéristiques	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	
Longueur(m)	92	200	180	
Diamètre(mm)	14	91	130	91
Débit (l /h)	276	12696	50784	25392
Pertes de charge(m)	0.644	0.492	0.697	

Source : livre (l'irrigation goutte a goutte)

À partir du tableau, nous pouvons calculer la perte de charge totale depuis la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus contraignant. Par conséquent, la pression requise à la borne est égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charge.

La perte de charge totale (Δh) est calculée comme suit : $\Delta h = 0.644 + 0.492 + 0.697 = 1.833$ mètres.

La pression nécessaire (P) est calculée en ajoutant cette perte de charge à la pression nominale : $P = 10 + 1.833 = 11.833$ mètres de colonne d'eau (mce).

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle P1, alimentée par la borne B11, avec des pressions calculées atteignant environ 4 bars, ce qui est largement adéquat.

Conclusion :

Dans cette section, nous avons exploré le processus de dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion pour la culture du l'orge et un réseau d'irrigation goutte à goutte pour la culture de palmier dattier.

Le réseau d'irrigation (par aspersion) sera installé sur la parcelle P2 avec une pression, mesurée à 3.04 bars, qui est amplement suffisante étant donné que la pression aux bornes est supérieure à 4.56 bars.

Le réseau d'irrigation (goutte à goutte) sera installé sur la parcelle P1, alimentée par la borne B11, avec des pressions calculées atteignant environ 4 bars, ce qui est largement adéquat.

L'utilisation de ces systèmes a pour but d'Économiser l'eau d'irrigation et aussi d'Améliorer les rendements des cultures.

CHAPITRE 07 : Organisation de Chantier

Introduction:

Après avoir effectué une analyse technique des différentes options employées, il devient essentiel d'effectuer une évaluation économique du projet. Ce volet sera intégré à l'évaluation des coûts d'installation, englobant typiquement l'ensemble des coûts associés aux équipements hydrauliques nécessaires à l'utilisation ou à l'installation. Pour notre projet on a les travaux suivants:

- Le réseau de distribution.
- La conduite d'adduction.

Organisation de chantier :

1-Différents travaux à entreprendre :

- Travaux concernant le réseau distribution.

Les travaux à réaliser par le réseau de distribution comprennent les tâches suivantes :

1-1Exécution des tranchées :

La réalisation des travaux de terrassement dépend des caractéristiques du sol, et généralement, l'excavation est effectuée mécaniquement à l'aide d'une pelle mécanique. La profondeur minimale de la tranchée à creuser est fixée à 1 mètre, et la largeur de la tranchée doit être suffisante pour permettre à un travailleur d'accomplir ses tâches sans difficulté. Cette largeur augmente en fonction du diamètre des conduites à installer. L'excavation des tranchées se fait par sections successives, permettant ainsi une progression étape par étape le long du tracé prévu.

1-2-Mise en place des canalisations :

La mise en place des conduites implique les étapes suivantes :

- Commencer par positionner les éléments depuis l'extrémité aval, en veillant à orienter l'emboîture des tuyaux vers l'amont.
- Installer chaque élément avec soin dans la tranchée, en les alignant avec l'élément précédemment installé.
- Créer un fond de fouille rectiligne pour assurer un support uniforme sur toute la longueur des tuyaux, tout en éliminant les grosses pierres des talus de la tranchée.
- Creuser une excavation à côté de l'emboîtement pour éviter tout contact direct avec le sol.
- Si possible, créer un support en forme d'arc pour que le tuyau repose sur au moins le quart de sa circonférence extérieure.

Ces mesures garantissent une installation précise et stable des conduites, avec un alignement correct et un soutien adéquat. En suivant ces étapes lors de la mise en place des conduites, on

assure un bon fonctionnement du réseau d'irrigation et une durabilité accrue de l'ensemble du système.

1-3-Assemblage des conduites en PEHD :

Les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) sont disponibles en barres de 6 à 12 mètres de long ou en couronnes de 50 à 100 mètres de long.

Pour les raccordements de ces conduites, deux méthodes sont couramment employées :

1. **Raccordement mécanique par emboîtement :** Pour les diamètres allant jusqu'à 63, les conduites sont reliées mécaniquement en les emboîtant les unes dans les autres. Ce procédé assure une connexion robuste et fiable entre les conduites.
2. **Raccordement électro-soudable :** Pour les conduites de plus grand diamètre, le raccordement se réalise par soudage électro-soudable. Les raccords électro-soudables en PEHD avec un emboîtement femelle intègrent une résistance chauffante à l'intérieur de leur diamètre. Les extrémités de cette résistance se connectent à des bornes situées à l'entrée de chaque emboîtement.

Le processus de soudage dure environ une minute, suivi d'une période de refroidissement d'environ une heure. Pendant les phases de chauffage et de refroidissement, il est impératif de maintenir la pression, l'alignement et la stabilité des tuyaux et des accessoires en polyéthylène à l'aide de dispositifs de positionnement adaptés.

Ces méthodes de raccordement assurent une liaison étanche et durable entre les conduites en PEHD, garantissant ainsi l'intégrité du réseau d'irrigation. Il est essentiel de respecter les procédures de raccordement spécifiques et d'utiliser le matériel adéquat pour obtenir des connexions fiables et résistantes aux fuites.

1-4-Epreuve de joint et de la canalisation :

Afin d'assurer la sécurité et la fiabilité des conduites, il est impératif de procéder à un test de pression avant de remblayer les tuyaux et les joints.

Ce test est effectué au moyen d'une pompe d'essai. Il consiste à remplir la conduite d'eau sous une pression équivalant à 1,8 fois la pression de service à laquelle la conduite sera soumise pendant son utilisation normale. La durée de cet essai est d'environ 30 minutes, et au cours de cette période, la variation de pression ne doit pas excéder 0,2 bar. Ce test de pression permet de vérifier l'intégrité des conduites et des joints, s'assurant ainsi qu'ils peuvent résister à la pression de service sans fuites ni défaillances.

Il s'agit d'une étape cruciale du processus d'installation, permettant de détecter tout problème éventuel avant la mise en service du système d'irrigation. En respectant ces normes de test, on garantit que les conduites sont prêtes à fonctionner de manière sécuritaire et efficace, réduisant ainsi les risques de pertes d'eau ou de dommages ultérieurs.

1-5-Nivellement et compactage :

Le nivellement revêt une importance cruciale pour obtenir une surface plane et uniforme, assurant ainsi la stabilité adéquate du sol autour des conduites enterrées. Un sol uniformément

réparti évite les inégalités et les poches d'air, prévenant ainsi tout risque de compromettre la solidité et la durabilité de l'ensemble du système d'irrigation.

Après avoir nivelé le sol, il est impératif de procéder au compactage, qui consiste à comprimer le sol pour augmenter sa densité. Cette action garantit une meilleure stabilité et réduit les risques de tassement ou de mouvement du sol au fil du temps.

1-6-Choix des engins du chantier :

Lors de la planification des travaux, il est essentiel de choisir les équipements et le matériel les mieux adaptés à chaque type de tâche afin d'optimiser l'efficacité et la productivité.

Dans notre cas, nous avons pris en compte différents engins de chantier classique, que nous résumons ci-dessous :

1. Un camion : Utilisé pour évacuer les déblais.
2. Une pelle mécanique : Employée pour extraire les déblais, les charger directement dans le camion lorsque possible, poser le lit de sable et effectuer le remblai.
3. Un chargeur : Utile pour charger les déblais excédentaires dans les camions.
4. Un compacteur à rouleau : Nécessaire pour compacter la couche de sable d'une épaisseur de 10 cm.
5. Appareil de soudure : Utilisé pour l'assemblage des conduites.
6. Sonde de battu : Servant à contrôler le compactage des tranchées.
7. Une dame sauteuse : Employée pour compacter le remblai autour des conduites et assurer un support solide.

La sélection appropriée de ces équipements est essentielle pour mener à bien le projet de manière efficace et garantir la qualité des travaux.

La pelle mécanique hydraulique :

Un brise-roche hydraulique (BRH) est un dispositif qui se fixe à l'extrémité du bras articulé d'une pelleteuse et est conçu pour briser des obstacles durs, tels que des rochers ou du béton, lors de travaux de terrassement. Son fonctionnement est similaire à celui d'un marteau-piqueur de grande taille.



Figure VI)01:pelle mécanique

Niveleuse :

Un engin de génie civil, est principalement constituée de six roues et d'une lame très large. Elle permet d'ajuster la hauteur de la couche de matériau. Dans certains cas, elle peut également être équipée d'une lame avant (associée à celle d'un bulldozer, également appelé "bulldozer") et d'un ripper (une dent permettant de briser la couche de matériau en place).



Figure VI)02 : la Niveleuse

Une Bétonneuse :

Le malaxeur à béton est une machine employée pour mélanger différents composants de mortier (ciment ou chaux, sable, eau) ou de béton. Parfois, le terme "bétonnière" est utilisé à la place de "malaxeur à béton", bien que cela soit moins courant.



Figure VI)03 : Bétonneuse

2-Calcul du volume de terrassement :**2-1- Largeur du fond de la tranchée :**

La pose des conduites souterraines s'effectue dans une tranchée dont la largeur au fond, notée B, est déterminée selon la formule suivante :

$$B = D + 2 \times 0.3 \dots \dots \dots (VI.1)$$

Où : B : Largeur de la tranchée (mètres) D : Diamètre de la conduite (mètres).

2-2-profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers. Empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

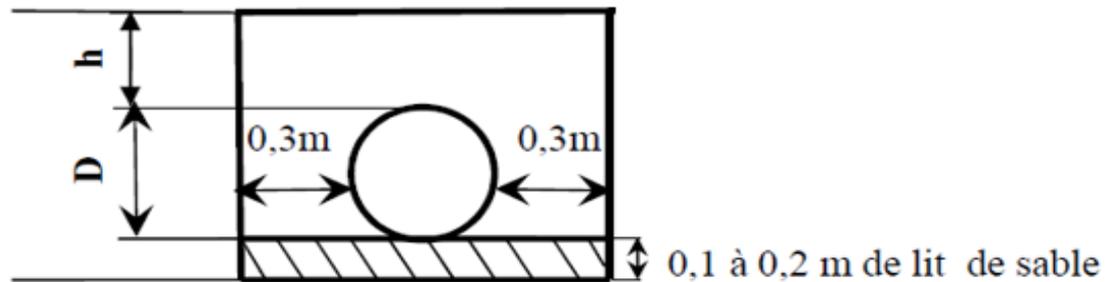


Figure VI)04: schéma d'une tranchée

La profondeur de la tranchée, H , est calculée comme suit :

$$H = e + d + h \text{ (en mètres)} \dots\dots\dots(\text{VI.2})$$

Où :

- H : Profondeur de la tranchée (mètres)
- e : Hauteur du lit de pose (mètres)
- d : Diamètre de la conduite (mètres)
- h : Hauteur du remblai au-dessus de la conduite (mètres)

La largeur de la tranchée varie en fonction de la section des conduites et est donnée par :

$$l = D + 2 \times 0,3 \text{ (en mètres)}$$

La hauteur totale de la tranchée, H , est calculée en fonction du diamètre de la conduite (D) et de la hauteur du lit de sable (h_{sable}), avec une addition de $0,8$ mètres, de la manière suivante :

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0,8 \text{ (en mètres)}$$

Où :

- h_{sable} : Hauteur du lit de sable (comprise entre $0,1$ et $0,2$ mètres)
- L : Longueur de la tranchée en mètres
- D : Diamètre de la conduite (mètres)

2-3-Volume du déblaiement :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \text{ (en mètres cubes)} \dots\dots\dots(\text{VI.3})$$

Volume de remblai (remplissage) :

$$V_{\text{rem}} = V_{\text{deb}} - (V_{\text{con}} + V_{\text{sable}}) \dots\dots\dots(\text{VI.4})$$

$D^2 \times L$ (en mètres cubes)

Volume de sable nécessaire pour le lit de sable :

$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times l$ (en mètres cubes).....(VI.5)

Où :

- V_{deb} : Volume du déblaiement (mètres cubes)
- L : Longueur de la tranchée en mètres
- H : Profondeur de la tranchée en mètres
- l : Largeur de la tranchée en mètres
- V_{rem} : Volume de remblai (mètres cubes)
- D : Diamètre de la conduite en mètres
- V_{sable} : Volume de sable nécessaire pour le lit de sable (mètres cubes)

Tableau VI) 01 : Tarifs des systèmes d'irrigation.(goute a goutte et aspersion)

systemes d'irrigation	Unité De Mesure	Quantité	Prix Unitaire(DA)	Montant(DA)
Les Asperseurs	U	40	500	20000
Les Rampes 32mm	ML	604	70,77	42815
Les Portes Rampes 75mm	ML	197	387,33	76304
Les Goutteurs	U	20000	45	900000
Les Rampes 16mm	ML	1042	55,87	58261
Les Portes Rampes 110mm	ML	265	812,5	215312
Vanne	U	2	1400	1800
//	//	//	Total :	1159245
//	//	//	Tva 19% :	2202565
//	//	//	TCC :	3361810

Tableau VI) 02: calcul de volume de terrassement

Conduites	l (m)	h (m)	L(m)	Vdeb (m3)	Vcond (m3)	Vsable (m3)	Vremb compacté (m3)	Vexcédentair (m3)
Ø 90	0.7	1	223.4	156.38	1.4	15.648	139.352	17.048
Ø 110	0.7	1	264	184.8	2.5	19.58	163.85	20.99
Ø160	0.8	1.1	660.58	581.3104	13.3	52.8664	515.164	66.1474
Ø 200	0.8	1.1	2649.64	2330.8032	83.2	211.9122	2035.714	295.0912
Ø 250	0.9	1.2	437.35	473.418	21.5	39.4715	412.4675	60.9155
Ø 315	0.9	1.2	1018.78	1189.9224	85.8	99.1802	1004.9642	184.9602
Ø 400	1	1.3	81.78	106.314	10.3	8.179	87.846	18.478
Ø 500	1.1	1.4	299	460.46	58.7	32.59	368.97	91.59
Ø 630	1.2	1.5	466.6	839.52	145.7	55.968	638.252	201.268
Ø 800	1.3	1.6	856	3860,48	792,7	241,28	2827,5	1032,98
Total				10183,408	1213,7	775,7833	8193, 9247	1989, 4833

Source : ALGERIE PRIX CONSTRUCTION

TableauVI)03: Facture des différents types de conduites et pièces spéciales du réseau de distribution

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ90 PEHD	m/l	223,4	608,62	135965
TubeØ110 PEHD	m/l	264	722,62	190507
TubeØ160 PEHD	m/l	660,58	1527,93	1008649
TubeØ200 PEHD	m/l	2649,64	2387,85	6351051
TubeØ250 PEHD	m/l	437,35	3709,85	1626235
TubeØ315 FONTE	m/l	1018,78	5882,51	6480130
TubeØ400 FONTE	m/l	81,78	9500,9	776993
TubeØ500 FONTE	m/l	299	14815,89	4430250
TubeØ630 FONTE	m/l	466,4	22513,76	10500517
TubeØ800 FONTE	m/l	856	26902,28	49930631
Bornes d'irrigation 100 mm	U	11	50000	550000
Goutteur autorégulant04 l/h	U	20000	7,37	147400
Vanne Ø110	U	1	10000	10000
Vanne Ø160	U	4	12000	48000
Vanne Ø315	U	6	14000	84000
filtres à sable	U	1	20000	20000
Injecteur d'engrais	U	1	17979	17979
		TVA (19%)	40469428,47	8480769
			Montant TTC	1554346

TableauVI)04: Coût des travaux de terrassement

Conduites	Unités de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	M3	10183,408	1000	10183408
Pose du lit de sable	M3	775,7833	1100	810461
Remblai de la tranchée	M3	8193,9247	600	4571354
Évacuation de terres excédentaires à la décharge	M3	1989,4833	500	970241
Réservoir	M3	1051	20000	21020000
TOTAL (DA)				38931466
Montant TTC (DA)				43948444

SOURCE : ALGERIE PRIX CONSTRUCTION

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 1554346.24 + 43948444,66 + 3361810 = 55027950,9 \text{ DA}$$

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini les étapes essentielles pour la pose des canalisations d'un réseau d'irrigation, suivi du calcul des volumes de terrassement nécessaires. Une installation correctement réalisée a un impact positif sur la canalisation, en faisant d'elle un moyen de transport fiable, économique et durable.

En fin de compte, la réalisation de ce projet repose sur une étude minutieuse qui a pris en compte toutes les phases de son exécution, avec une recherche approfondie des prix des matériaux sur le marché. Le coût total du projet, toutes taxes comprises, s'élève à 55027950,9 DA .

*CONCLUSION
GENERALE*

Conclusion générale :

En conclusion, cette étude a accompli plusieurs objectifs essentiels dans le cadre de l'irrigation du périmètre de HASSANI ABDELKRIM, qui s'étend sur une superficie de 190 hectares. Nous avons débuté par une analyse approfondie des conditions naturelles de la zone d'étude, incluant le climat et la topographie. Ensuite, nous avons examiné la production végétale et animale en situation de référence, ainsi que les besoins en eau des cultures, la répartition des cultures et l'utilisation des terres, tous étroitement liés au schéma d'aménagement hydroagricole du périmètre sous contrôle.

Nous avons également entrepris la détermination de la source d'eau, évalué la qualité de l'eau et quantifié le volume d'eau disponible pour l'irrigation, en prenant en considération les données pluviométriques annuelles appropriées pour le calcul des besoins en eau des cultures. Les caractéristiques du sol ont été étudiées pour évaluer leur pertinence pour la culture de plantes, et la sélection des cultures ainsi que le calcul de la demande mensuelle en eau ont constitué une étape importante de notre travail.

Une fois ces données recueillies, nous avons segmenté le périmètre en îlots, dimensionné le système d'adduction, planifié le réseau de distribution, sélectionné les pompes adaptées, déterminé l'emplacement et la capacité des réservoirs de stockage, et calculé la pression requise pour chaque borne d'irrigation.

Enfin, nous avons examiné le dimensionnement d'un réseau d'irrigation utilisant les techniques du goutte-à-goutte et de l'aspersion, en raison des nombreux avantages qu'elles offrent. Nous avons également évalué le coût global du projet et sa rentabilité.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE :

[1] BENZITA Oussama. (MFE 2020) ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE DE FENOUGHIL (SECTION A DE 400 HA) W. ADRAR A PARTIR DU FORAGE. ENSH.

[2] Boudiaf, A., Meghraoui, M., Ayadi, A., et al. Active tectonics of the eastern Tell Atlas (Algeria): Insights from geomorphology, neotectonic data, and GPS measurements 2017.

[3] BRIK SEYF EL ISLEM. (MFE 2023). ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DE CHALGHOUM LAID (SECTEUR OUEST) 160 HA A PARTIR DU BARRAGE HAMMAM GROUZ (W- MILA).ENSH

[4] T.BENDADA (MFE 2013): Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage réservoir.

[5] DAGHEL MOHAMED AMINE. (MFE 2020) Etude d'extension du périmètre d'irrigation d'Ain kercha partie est sur une superficie de 284 ha à Oum el bouaghi ENSH

[6] MOHAMADI SIFEDDINE (MFE 2015) DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION PERIMETRE MIHOUSANSA D'UNESUPERFICIE DE 200HAA PARTIR DU FORAGE OUED TORK (W.D'ELOUED) ENSH.

[7] Moussaoui R MFE 2013:Dimensionnementd'un réseau d'irrigation par système goutte à goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.

[8] OUAKLI Hadjer. (2021 MFE) Etude du périmètre d'irrigation de Béni Slimane (Secteur3) 251,87 HA, à partir du barrage de Béni Slimane (W. Médéa). ENSH.

ANNEXES

ANNEXE 01 : COEFFICIENT CULTUREL KC DE CHAQUE CULTURE

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

ANNEXE 02 : CARACTERISTIQUES HYDRIQUES DE QUELQUES SOLS

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

ANNEXE 03: LES VALEURS DE KHI CARRE .

$\frac{P}{\gamma}$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877
10	4.865	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209	29.588
11	5.578	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725	31.264
12	6.304	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217	32.909
13	7.042	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688	34.528
14	7.790	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141	36.123
15	8.547	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578	37.697
16	9.312	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000	39.252
17	10.085	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409	40.790
18	10.865	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805	42.312
19	11.651	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191	43.820
20	12.443	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566	45.315
21	13.240	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932	46.797
22	14.041	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289	48.268
23	14.848	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638	49.728
24	15.659	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980	51.179
25	16.473	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314	52.620
26	17.292	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642	54.052
27	18.114	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963	55.476
28	18.939	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	45.419	48.278	56.893
29	19.768	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.588	58.302
30	20.599	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892	59.703

