



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

**THEME :**

**Etude du périmètre de Hassani Abdelkrim (secteur A) à partir  
des forages d'EL OUED (178 ha). Wilaya de OUED SOUF**

**Présenté par :**

**BENSEDGUA Mohamed Yacine.**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>MEDDI Mohamed</b>	<b>Professeur</b>	<b>Président</b>
<b>SADOUNE Samra</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>MAZOUZI Sabra</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>BELLABAS CHARIFI Salima</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Promoteur</b>
<b>TOUIL Youcef</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Co-promoteur</b>

Session octobre 2023

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*-A mes chers parents.*

*-A mes sœurs Sarah et Alaa.*

*-A mon frère Raid.*

*-A mes frères Louay, Haithem, Ahmed et Badis.*

*-Toute ma famille*

*-A tous mes amis et collègues de l'Ecole Nationale Supérieure  
de l'Hydraulique.*

# Remerciement

À l'issue de ce projet de fin d'études, qui représente le fruit de nombreuses années d'efforts, je souhaite exprimer ma sincère gratitude envers Dieu pour m'avoir accordé les ressources et le soutien nécessaires pour m'aider dans sa réalisation, ainsi qu'envers ceux qui ont accepté d'évaluer mon travail.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers ma promotrice, Mme. Salima BELLABAS CHARIF, qui a accepté de superviser mon travail. Elle s'est montrée compréhensive et particulièrement attentive aux divers problèmes auxquels j'ai été confronté. Je la remercie chaleureusement pour son aide inestimable et pour son encadrement fructueux.

J'adresse mes remerciements à tous les membres du jury, y compris le président et les examinateurs, pour leurs relectures minutieuses de ce document et pour leurs critiques constructives qui contribueront à améliorer la qualité de ce travail.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers l'ensemble du personnel et des enseignants de l'École Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH) qui ont contribué à ma formation, en particulier Mme Ouahiba AZIEZ .

## ملخص

في إطار التطور الذي شهده الإنتاج الفلاحي في السنوات الأخيرة في الجنوب الجزائري، سنحاول من خلال هذه المذكرة دراسة إمكانية تزويد المنطقة الفلاحية المتواجدة في بلدية حساني عبد الكريم ولاية واد سوف بأنظمة الري الحديثة، والتي تتضمن الري بالتنقيط والري بالرش المحوري، عن طريق الابار الارتوازية، نظرًا للفوائد العديدة التي تقدمها. ونأخذ في الاعتبار الظروف المناخية الصعبة، بالإضافة إلى قلة مصادر المياه. كل ذلك بهدف تطوير الإنتاج الفلاحي المحلي.

## Résumé

Dans le contexte de l'évolution récente de la production agricole, en particulier dans le sud de l'Algérie, nous tenterons, à travers ce mémoire, d'étudier la possibilité de fournir à la région agricole située dans la commune de Hassani Abdelkrim wilaya D'EL OUED des systèmes d'irrigation modernes, tels que l'irrigation par goutte-à-goutte et l'irrigation par aspersion, à partir des forages, en raison de leurs nombreux avantages. Nous tiendrons compte des conditions climatiques relativement difficiles ainsi que de la limitation des ressources en eau. Tout cela dans le but de développer la production agricole locale et d'améliorer la gestion des ressources en eau.

## Abstract

In light of the recent developments in agricultural production, particularly in southern Algeria, we will attempt, through this thesis, to study the possibility of providing the agricultural region located in the municipality of Hassani Abdelkrim EL OUED province with modern irrigation systems, such as drip irrigation and center-pivot irrigation, due to their numerous advantages. We will take into consideration the relatively challenging climatic conditions as well as the limited water resources. All of this is aimed at developing local agricultural production and improving water resource management.

# Sommaire

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

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

Introduction.....	3
I.1 Situation géographique du site .....	3
I.1.1 Présentation de la wilaya d'el oued .....	3
I-1.2 Situation Géographique de la ville de HASSANI ABDEL-KRIM.....	4
I.2 Caractéristiques topographiques et pédologiques de la zone .....	5
I.2.1. Relief.....	5
I.2.2 caractéristiques pédologiques .....	5
I.2.3 Géologie.....	5
I-2 CLIMATOLOGIE .....	6
I-2.1 Pluviométrie.....	6
I-2.2 Température : Les valeurs de températures C° .....	7
I-2-3 Ensoleillement .....	8
I-2-4 Vitesse du vent.....	8
I-2-5 Humidité relative .....	9
I-2-6 Évaporation.....	10
I-3 CLASSIFICATION DU CLIMAT .....	11
I-3-1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE .....	11
I-3-2 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER.....	12
I-3-3 Classification du climat selon pluviothermique de Gaussen .....	12
I-3-4 Comparaison des indices climatiques .....	13
CONCLUSION : .....	13

## Chapitre II : ressources en eaux et en sols

Introduction.....	15
II Ressources en sol .....	15
II-La zone d'étude .....	15
II 2-1 La zone d'oued souf.....	16
II2-2-1 Formation de l'ère Secondaire.....	16
II2-2-1-1 Le Barrémien .....	16
II2-2-1-2 L'Aptien : .....	16
II2-2-1-3 L'Albien .....	16
II2-2-1-4 Le Vraconien .....	16
II2-2-1-5 Le cénomanien.....	16
II2-2-1-6 Le Turonien .....	16
II 2-2-1-7 Le Sénonien .....	17
II 2-2-1-8 Le sénonien lagunaire .....	17

II 2-2-1-9Le sénonien carbonaté .....	17
II2-2-1-10Formations de l'ère Tertiaire .....	17
II2-2-1-11L'Eocène.....	17
II2-2-1-12Le Mi pliocène : .....	17
II2-2-2Formations du Quaternaire.....	17
II2-2-3Caractéristique morphologique .....	18
II2-2-4Perméabilité.....	18
II2-2-5Caractéristiques hydrodynamiques des sols .....	18
II2-2-5Les aptitudes culturales des sols .....	19
II3-1 Ressource en eaux.....	19
II3-2 Qualité des eaux d'irrigation .....	19
II3-2-1 La salinité : .....	20
II3-2-2 La conductivité électrique : .....	20
II3-2-3 L'analyse de l'eau d'irrigation .....	21
II3-2-3-1Caractéristiques physico-chimiques des eaux .....	21
II3-2-4Dose de lessivage .....	22

### **Chapitre III : besoins en eaux des cultures**

Introduction.....	24
III-1 Calcul des paramètres du bilan hydrique.....	24
III1-1 Evapotranspiration .....	24
III1-1-1Formule de l'ANRH .....	24
III1-1-2 Formule de Blaney et criddle.....	25
III1-1-3 Formule de PENMAN et MONTEITH modifiée.....	25
III2-1Calcul de la pluie efficace .....	27
III2-1-1A partir d'un pourcentage fixe .....	27
III2-1-2Par rapport à la zone (aride et semi-aride).....	27
III2-1-3Peff USDA :.....	27
III2-1-4Les valeurs mensuelles Peff.....	28
III3La réserve facile à utilisée (RFU) .....	28
III4Evapotranspiration réelle ETR .....	29
III5Structure d'Assolement et choix des cultures.....	29
III5-1Choix des cultures.....	29
III5-2Structure d'assolement.....	30
III5-3 Détermination des besoins d'irrigation des cultures .....	31

### **Chapitre IV : les techniques d'irrigation**

IV Introduction .....	37
IV 4-1 Les techniques d'irrigation .....	37
IV 4-1-1Irrigation par aspersion .....	37
IV 4.2.1.1.Les avantages d'irrigation par aspersion.....	37

IV 4.2.1.2.Les inconvénients d'irrigation par aspersion.....	38
IV 4.2.1.3.Fonctionnement .....	38
IV 4-2-2Irrigation localisée (goutte à goutte).....	39
IV 4-2-2-1Avantages d'irrigation localisée .....	39
IV 4-2-2-2Inconvénients de l'irrigation localisée .....	40
IV 4-2-2-3Fonctionnement .....	40
IV 4-2-2-4Composantes du réseau .....	41
IV 4-3-3L'irrigation gravitaire .....	44
IV 4-2-4L'irrigation par submersion .....	44
IV 4-2-4-1Avantages .....	44
IV 4-2-4-2désavantages.....	44
IV 4-2-5l'irrigation par ruissèlement .....	44
IV 4-2-5-1Avantages .....	44
IV 4-2-5-1Désavantages .....	44
IV 4-2-6L'irrigation par infiltrations .....	44
IV 4-2-6-1Avantages .....	44
IV 4-2-6-2désavantages.....	44
IV 4-2-7L'irrigation par pivot .....	45
IV 4-2-7-1Fonctionnement .....	45
IV 4-2-7-2Les éléments principaux d'un pivot.....	45
IV 4-2-7-3Les avantages.....	46
IV4-2-7 -4Les inconvénients .....	46
IV 4-2-7-5Type de l'installation du pivot.....	46
IV 4-3Choix de la technique d'irrigation .....	46

## **CHAPITRE V : Projection du réseau d'irrigation**

V Introduction .....	50
V5 -1Tailles des îlots d'irrigations .....	50
V5 -2Dimensionnement à la parcelle .....	50
V5 -2-1Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte .....	50
V5 -2-1-1Influence du taux de couverture du sol .....	50
V5 -2-1-2La dose d'irrigation nette pratique .....	51
V5 -2-1-3Calcul des besoins journalier corrigé ETM.....	51
V5 -2-1-4Fréquence d'arrosage .....	52
V5 -2-1-5Calcul de la dose réelle.....	52
V5 -2-1-6Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) .....	52
V5 -2-1-6Durée d'arrosage journalier .....	52
V5 -2-1-7Nombre de poste .....	52
V5 -2-1-8Surface du poste.....	53
V5 -2-1-9Le dimensionnement hydraulique .....	53
V5 -2-1-10Débit de la conduite secondaire .....	55
V5 -2-1-11Débit de la conduite principale .....	55

V5 -2-1-11Calcul du diamètre de la conduite tertiaire (conduite d'approche) .....	55
V5 -2-1-12Calcul des caractéristiques des conduites secondaires .....	56
V5 -2-1-13Calcul des caractéristiques des conduites principale.....	56
V5 -3Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion.....	56
V5 -3-1Données générales .....	56
V5 -3-2Calcul de la RFU .....	57
V5 -3-3Dimensionnement théorique .....	57
V5 -3-3-1Calcul du diamètre de l'ajutage .....	57
V5 -3-3-2Calcul de la portée du jet (L) .....	57
V5 -3-3-3Ecartement entre les rampes et les arroseurs .....	58
V5 -3-3-4Calcul du débit de l'asperseur.....	58
V5 -3-3-5Vérification de la pluviométrie de la buse .....	58
V5 -3-3-6Calcul du tour d'eau .....	59
V5 -3-3-6Calcul de l'unité d'arrosage Su.....	60
V5 -3-3-7Nombre d'aspenseurs requis.....	60
V5 -3-3-8Calcul du volume fourni par un asperseur par mois.....	60
V5 -3-4Dimensionnement hydraulique des rampes .....	60
V5 -3-4-1Longueur de la rampe : .....	60
V5 -3-4-2Nombre d'aspenseurs par rampe .....	60
V5 -3-4-3Nombre de rampe.....	61
V5 -3-4-4Débit des rampes.....	61
V5 -3-4-5Débit des portes rampes.....	61
V5 -3-4-6Dimensionnement des rampes et porte rampes.....	61
V5 -3-4-7Calcul des pertes de charges .....	61
V5 -3-4-8Calcul de la pression en tête du réseau : .....	63
V5 -3-5Réservoir de stockage .....	63
V5 -3-6Etude du réseau d'adduction .....	63
V5 -3-7La vitesse admissible .....	63
V5 -3-7Choix du matériau des conduites.....	64
V5 -3-7Calcul des débits aux bornes .....	64
V5 -3-8Choix du diamètre de la borne .....	65
V5 -4Choix de type de la borne.....	65
V5 -5Calcul du diamètre .....	66
V5 -6Estimation des pertes de charge .....	66
V5 -7Fonction de la borne d'irrigation : .....	70
V5 -8Les équipements du réseau de distribution .....	71
V5 -8-1 Les équipements de contrôle des conduites .....	71
V5 -8-1-1 Les vannes .....	71
V5 -8-1-2Les ventouses.....	71
V5 -8-1-3les bornes d'irrigation.....	72

V5 -9Choix de la pompe :.....	72
<b>Chapitre VI : Organisation du chantier et étude technico-économique</b>	
VI Introduction.....	73
VI6-1Différents travaux à entreprendre .....	73
VI6-1-1Travaux concernant le réseau distribution .....	73
VI6-1-2Exécution des tranchées .....	73
VI6-1-3pose du lit de sable.....	73
VI6-1-4La pose de canalizations .....	73
VI6-2Epreuve de joint et de la canalization .....	73
VI6-3Remblayage des tranchées .....	73
VI6-4Nivellement et compactage .....	74
VI6-5Pose de canalisation .....	74
VI6-6Calcul du volume de terrassement .....	74
VI6-7Profondeur de la tranchée.....	74
VI6-8Volume du déblai :.....	75
VI6-9Volume de remblais : .....	75
VI6-10Volume de sable : .....	75
VI6-11Calcul des différents volumes :.....	76

## Liste des figures

Figure 1.1 Localisation géographique de la wilaya d'el oued .....	3
Figure 1-2 situation géographique de la zone d'étude dans la wilaya d'el oued.....	4
Figure 1-3: relief du oued souf.....	5
Figure 1-4: graphe de l'insolation .....	9
Figure 1-5: vitesse du vent .....	10
Figure 1-6: histogramme de l'humidité relative.....	11
Figure 1-7: histogramme de l'évaporation.....	11
Figure 1-8: diagramme d'EMBERGER.....	13
Figure 1-9: diagramme de GAUSSEN .....	13
Figure 2-1 : Délimitation du périmètre de hassani abdelkarim. ....	16
Figure 2-2: classification de la qualité d'eau (RICHARDS 1958).....	24
Figure 3-1 : ET0 méthode Penman-monteith.....	26
Figure 3-2: pluie mensuelle méthode du pourcentage fixe .....	28
Figure 4-1: irrigation par aspersion .....	37
Figure 4-2 : Asperseur d'arrosage .....	38
Figure 4-3: irrigation localisée (goutte à goutte).....	39
Figure 4-4: schéma explicatif d'un réseau goutte à goutte. ....	40
Figure 4-5: goutteur d'irrigation.....	42
Figure 4-6: l'irrigation sur pivot dans une zone désertique .....	43
Figure 5-1: la pose de la canalisation .....	74
Figure 5-2: schéma d'une tranchée.....	75

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1: coordonnées de la station climatologique.....	7
Tableau 1-2: pluviométrie moyenne mensuelle en mm.....	7
Tableau 1-3: Les valeurs de la température °C. ....	8
Tableau 1-4: Moyenne mensuelle de l'insolation. ....	9
Tableau 1-5: vitesse du vent en km/h. ....	10
Tableau 1-6: Humidité relative %. ....	10
Tableau 1-7: répartition mensuelle de l'évaporation moyenne. ....	11
Tableau 1-8: Classification de climat selon Mr Martonne.....	12
Tableau 2.1 : Différentes classes de perméabilité. ....	20
Tableau 2.2 : Caractéristiques hydrodynamiques des sols.....	21
Tableau 2-3: coordonnées des forages.....	21
Tableau 2.4: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique. ....	21
Tableau 2-6: Caractéristiques physico-chimiques des eaux.....	22.
Tableau 2-7: Analyse des données. ....	22.
Tableau 3-1: les superficies des cultures. ....	31
Tableau 3-2: besoins en eaux d'irrigation de l'olivier.....	31
Tableau 3-3: besoins des eaux d'irrigation de tomate. ....	32
Tableau 3-4: besoins des eaux d'irrigation de la pastèque.....	32
Tableau 3-5: Besoins en eaux d'irrigation du palmier ....	33
Tableau 3-6: besoins en eau d'irrigation du sorgho.....	33
Tableau 3-7: bilan hydriques de toutes les cultures d'assolements. ....	34
Tableau 4-1: Évaluation multicritères pour la sélection de la méthode d'irrigation.....	45
Tableau 5- 1: caractéristiques de la conduite secondaire.....	55
Tableau 5-2: Caractéristiques de la conduite principale.....	55
Tableau 5-3: paramètres des rampes et des portes rampes ....	61
Tableau 5-4: types des bornes. ....	63
Tableau 5-6: Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de borne.....	63
Tableau 5-8: Calcul du diamètre des conduites principales.....	66
Tableau 6-1: calcul des volumes. ....	76
Tableau 6-2: calcul des prix. ....	76
Tableau 6-3: quantité des travaux de terrassement.....	77

## Liste des annexes

- 1/Caractéristiques hydriques de quelques sols.
- 2/ Bulletin FAO d'irrigation et drainage N°24 tableau39 (RFU).
- 3/Coefficient cultural Kc de chaque culture.
- 4/ Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROTZF 30

# Abréviation

**DRE** : Direction des Ressources en Eau.

**DSA** : Direction des Services Agricoles.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

**PEHD** : Polyéthylène haute densité.

**ONID** : Office nationale d'irrigation et du drainage

**ONM** : Office nationale de la météorologie

## **Liste des planches**

1/Plan de situation géographique

2/Carte d'assolement

3/ Plan du réseau de distribution

4/Profile en long de la conduite principale (Forage 06)

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

L'agriculture détient une position centrale au sein de la Wilaya d'EL OUED, revêtant une importance Cruciale sur les plans économiques, sociaux, et environnementaux. La région bénéficie d'une surface de terres cultivables importante. L'activité agricole revêt une signification particulière en fournissant des emplois et des revenus essentiels, contribuant ainsi au développement socio-économique local.

Cependant, l'impact de l'agriculture ne se limite pas à la simple 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.

Dans ce contexte, notre étude se concentre sur le dimensionnement d'un périmètre d'irrigation à Hassani Abdelkarim, Wilaya d'EL OUED, couvrant une superficie de 178 hectares, alimenté par des forages. L'objectif principal est d'optimiser l'utilisation des ressources en eau souterraine tout en assurant un développement agricole durable dans la région.

Notre approche s'inspire des meilleures pratiques observées dans des projets similaires. La première partie de notre étude se penchera sur la présentation de la zone du périmètre, incluant une analyse approfondie des composantes climatiques. Nous évaluerons les potentialités du sol en déterminant ses caractéristiques physico-chimiques et son aptitude à la culture, en plus d'évaluer la qualité des eaux disponibles. Enfin, nous établirons les besoins en eau spécifiques aux cultures, en prenant en compte le débit requis et la quantité nécessaire pour l'irrigation.

La deuxième partie de notre étude se concentrera sur l'aspect technique du projet. Nous procéderons au dimensionnement des bornes, du réseau de distribution d'eau pour assurer une répartition efficace de la ressource sur l'ensemble du périmètre. L'objectif ultime est de concevoir un réseau d'irrigation performant, améliorant ainsi le rendement des cultures. Enfin, pour conclure notre travail, nous estimerons le coût total du projet d'irrigation à travers un chapitre de calcul technico-économique.

À travers cette étude, notre ambition est de contribuer au développement durable de l'agriculture dans la Wilaya d'EL OUED, en exploitant de manière efficiente la ressource en eau disponible tout en préservant l'environnement. Notre démarche s'aligne avec une vision responsable de l'agriculture, cherchant à maximiser les retombées positives sur la société et l'écosystème environnant.

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

**Introduction**

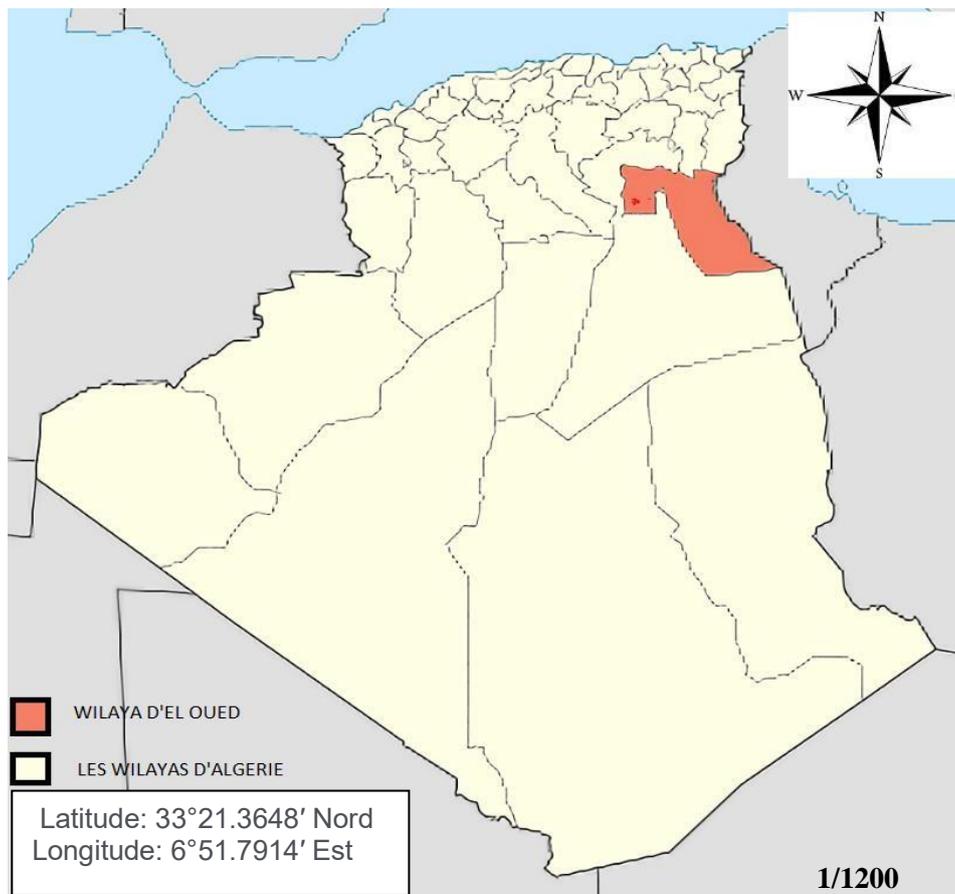
L'exposition de la zone d'étude revêt une importance cruciale dans le cadre de tout projet hydraulique, car elle permet de caractériser les divers aspects géographiques, démographiques, géologiques et climatologiques qui prévalent dans la zone d'investigation. Dans le présent chapitre, nous entreprendrons la mise en exergue de la zone d'étude, le périmètre de Hassani abdelkarim, situé au sein de la wilaya d'el oued.

**I.1 Situation géographique du site****I.1.1 Présentation de la wilaya d'el oued**

La wilaya d'Annaba est située à 570 km de la capitale Alger au sud- Est du pays, d'une superficie de 54 573Km<sup>2</sup>. Elle se situe dans le sahara oriental.

El oued est bordée par :

- Limité Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tebessa.
- Limité Au Sud par la willaya de Ouergla.
- A l'est, par les bordures tunisiennes.
- A l'Ouest par les willayas de Djelfa et Ouergla.



**Figure 1.1 localisation géographique de la wilaya d'el oued**  
(source ONID Oued souf 2020)

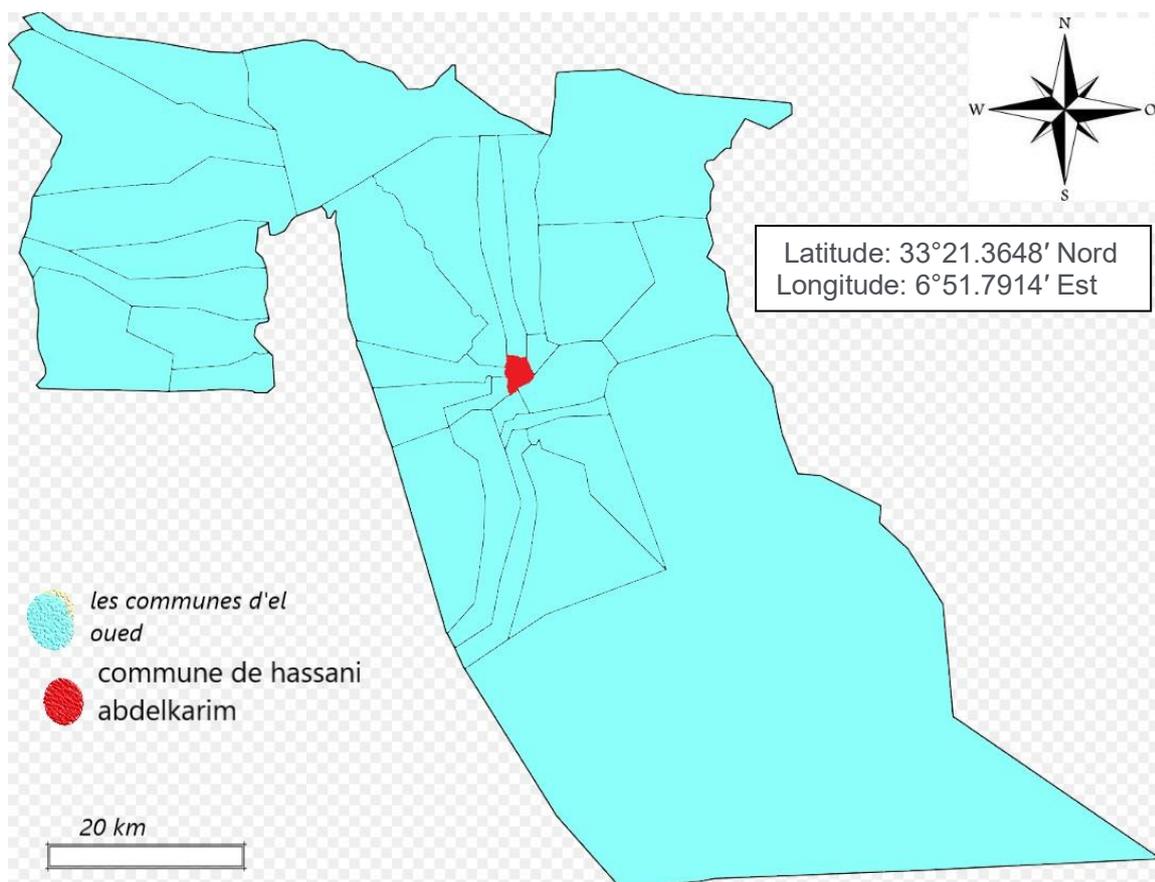
Avant toute élaboration d'un projet la collecte des données concernant le site est la première chose à faire. Nous allons présenter la ville de HASSANI ABDEL-KRIM, en indiquant sa situation géographique, sa topographie, son climat, ainsi que son relief.

Le périmètre en projet de HASSANI Abdelkarim à une altitude de 58 m en périphérie Nord et 61 m au Sud. L'étude de l'aménagement hydro-agricole du périmètre du HASSANI Abdelkarim -secteur A- (Wilaya de Oued ) sera réalisée sur une superficie de 178 ha occupant les terres agricoles de la commune de HASSANI Abdelkarim.

### I-1.2 Situation Géographique de la ville de HASSANI ABDEL-KRIM

Hassani Abdel-krim est l'une des municipalités de la wilaya d'EL-Oued situé au Nord de la vallée du Souf. elle occupe une superficie de 58 Km<sup>2</sup> , elle est située sur entre 55 et 70 m au-dessus du niveau de la mer, Elle est limité par :

- \* la commune de Sidi Aoun et Mograne au Nord.
- \* la commune Kouinine et Eloued au Sud
- \* la commune de Debila à l'Est.
- \* Guemmar a l'Ouest.



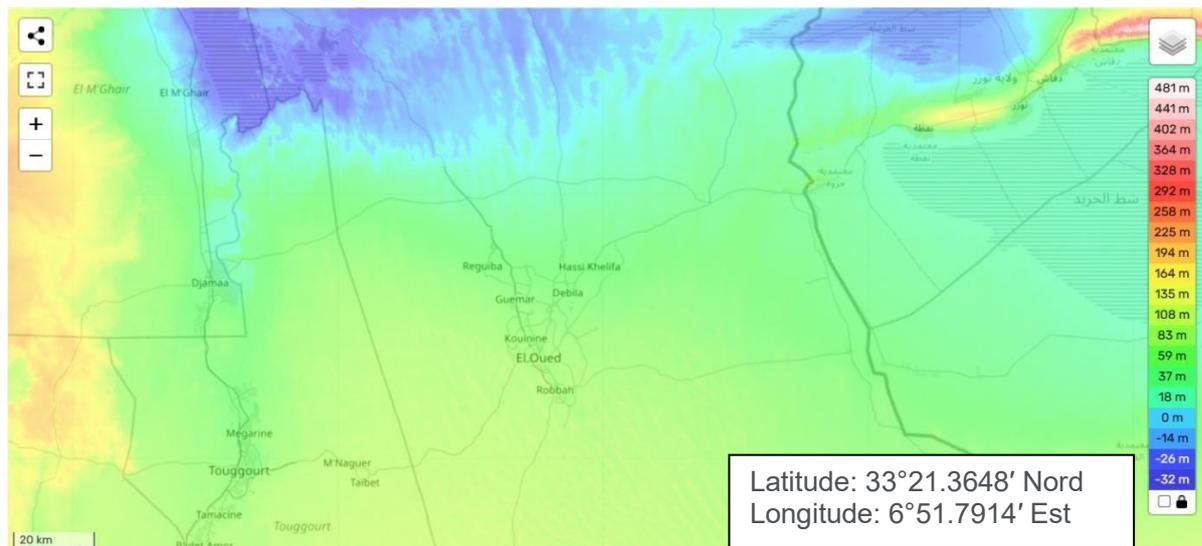
**Figure 1-2 : situation géographique de la zone d'étude dans la wilaya d'el oued**  
Source (ONID oued souf 2020)

## I.2 Caractéristiques topographiques et pédologiques de la zone

### I.2.1. Relief

La topographie de la région est généralement plate avec des zones de dunes de sable qui caractérisent le désert. Il y a des plaines étendues, interrompues par des oueds (cours d'eau intermittents) qui drainent les eaux pluviales en saison des pluies.

Figure 1- 3 : relief du oued souf



Source (ONID Oued souf 2022)

### I.2.2 caractéristiques pédologiques

1. Sols arides : Les sols de la région d'El Oued sont généralement arides en raison des faibles précipitations et de l'évaporation élevée. Ils sont souvent caractérisés par une faible teneur en matière organique.

2. Sols sableux : Les dunes de sable et les zones désertiques contiennent des sols sableux qui peuvent être bien drainés mais nécessitent une irrigation adéquate pour l'agriculture.

3. Salinité : Dans certaines zones, la salinité des sols peut poser un défi pour l'agriculture en raison de la présence de sels minéraux. Le drainage approprié est nécessaire pour éviter l'accumulation de sel dans les sols.

4. Sols alluviaux : Les sols des régions le long des oueds peuvent être plus fertiles en raison de l'apport de sédiments provenant des montagnes environnantes.

### I.2.3 Géologie

La région d'El Oued en Algérie, située dans le Sahara oriental, présente des caractéristiques géologiques distinctes :

1. Géologie désertique : La zone est principalement constituée de roches sédimentaires telles que grès, calcaires et argiles, formées au fil du temps dans un environnement désertique.

2. Bassins sédimentaires : El Oued se trouve dans des bassins sédimentaires où des dépôts de

sédiments se sont accumulés sur de nombreuses années, offrant un potentiel de ressources minérales.

3. Cours d'eau saisonniers : Les oueds ont façonné le paysage en créant des vallées et des dépressions géologiques et en transportant des sédiments.

4. Potentiel minier : Bien que la région puisse contenir des ressources minérales, l'exploitation minière est limitée en raison du caractère désertique de la région et des défis logistiques.

En somme, la géologie d'El Oued est fortement marquée par son environnement désertique, des roches sédimentaires, des cours d'eau saisonniers et un potentiel minier restreint.

## I-2 CLIMATOLOGIE

Dans le cadre de l'analyse climatologique, il est essentiel d'acquérir une compréhension approfondie des paramètres fondamentaux tels que la température, la vitesse du vent, les précipitations, entre autres. Tous ces éléments climatiques exercent un impact variable mais significatif sur la planification d'un projet d'irrigation. Par conséquent, nous sommes amenés à mener une exploration détaillée d'une variable complexe, à savoir la détermination des besoins en eau des cultures. Cette variable est simultanément influencée par le type de culture, son stade de croissance et les conditions climatiques.

Les données météorologiques utilisées dans cette étude sont issues de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), complétées par des informations additionnelles extraites de la base de données disponible à l'École Nationale Supérieure d'Hydraulique (ENSH) et obtenues auprès de l'Office National de la Météorologie. La station météorologique de référence pour la région étudiée, reconnue pour sa fiabilité, est située à Oued Souf. Les caractéristiques géographiques de cette station sont exposées ci-dessous :

**Tableau 1-1: coordonnées de la station climatologique**

Station	Latitude (nord), X	Longitude (E/W), Y	Altitude Z, m	Code de la station	Période d'observation
Oued	33°22	06°51	98	605590	1975-2020

### I-2.1 Pluviométrie

La station pluviométrique représentative est celle de BELAA, les données couvrent la période de 1971 à 2004. Il est à noter que la série a été reconstituée car incomplète, certaines données mensuelles étant manquantes. La répartition mensuelle des pluies est donnée par le tableau suivant.

**Tableau I.1 : pluviométrie moyenne mensuelle en mm.**

**Tableau 1-2: pluviométrie moyenne mensuelle en mm.**

Mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	dec	année
P(mm)	9	5	7	8	2	3	1	2	13	5	25	5	85

Source : station météorologique d'el oued (2008)

Le climat de El oued est subtropical désertique, avec des hivers doux (durant lesquels il peut faire froid la nuit), et des étés très chauds et ensoleillés.

### I-2.2 Température : Les valeurs de températures C°

A El oued, 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 1-3: Les valeurs de la température °C.**

Mois	T°min	T°max	T°moy
Janvier	5	17	11.4
Fevrier	7	20	13.2
Mars	11	24	17.2
Avril	14	28	21.2
Mai	19	33	26.2
Juin	24	38	30.9
Juillet	27	41	34
Aout	27	41	33.7
Septembre	23	36	29.2
Octobre	17	30	23.7
Novembre	11	23	16.7
Décembre	6	18	12.3
Annuelle	15.9	29.2	22.5

Source : Station météorologique d'el oued(2022)

Nous distinguons deux périodes dans l'année : une saison modérée de Novembre à Mars et une saison chaude de Avril à Octobre.

**I-2-3 Ensoleillement**

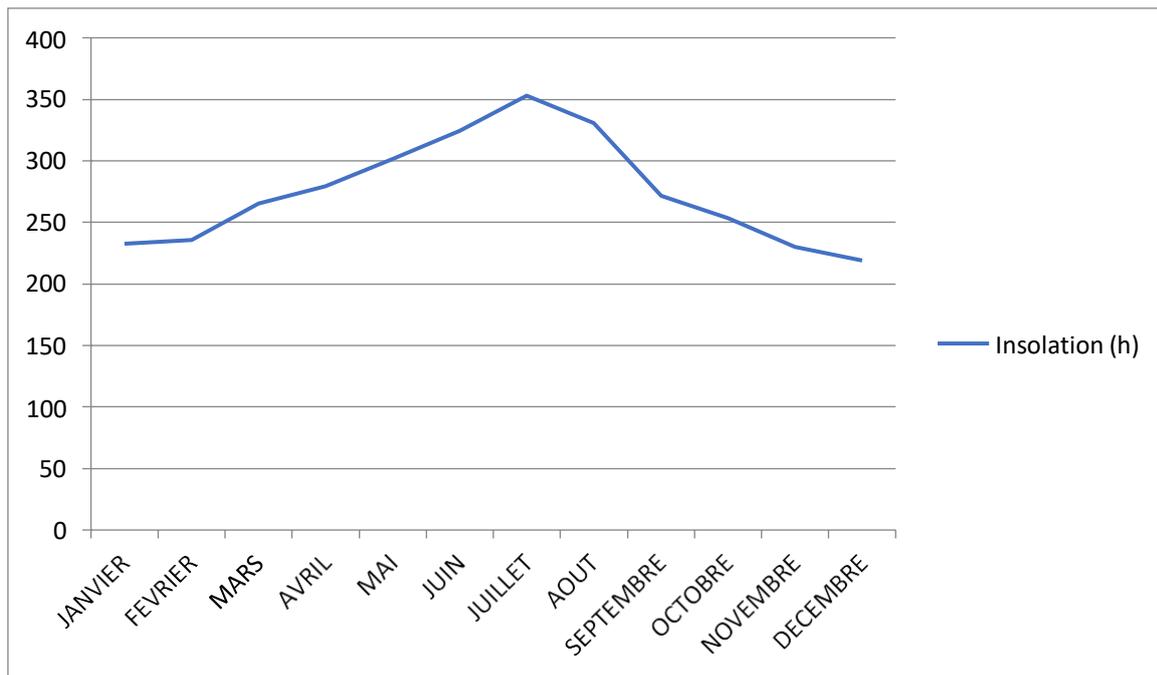
La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est élevée : la moyenne annuelle est de 13.1 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 3296 heures réparties entre 1 436 heures en hiver et 1 860 heures en été.

**Tableau 1-4: Moyenne mensuelle de l'insolation.**

Mois	jan	fev	mar	avr	Mai	jui	juil	aout	sep	oct	Nov	dec
Moy(h)	232.7	235.5	265.3	279	301.6	324.3	352.9	330.8	271.3	253.3	229.9	218.9
h/jour	10.2	11	12	13	13.9	14.3	14.1	13.3	12.3	11.3	10.4	10

Source : Source : station météorologique d'el oued (2008)

À cause de la faible nébulosité, la quantité de lumière solaire est relativement forte, ce qui est en effet desséchant en augmentant la température. En effet, La durée d'insolation est très importante au Sahara et varie avec d'une manière très importante d'une année à l'autre et même au cours de la même année.



**Figure 1-4 :graphe de l'insolation**

**I-2-4Vitesse du vent**

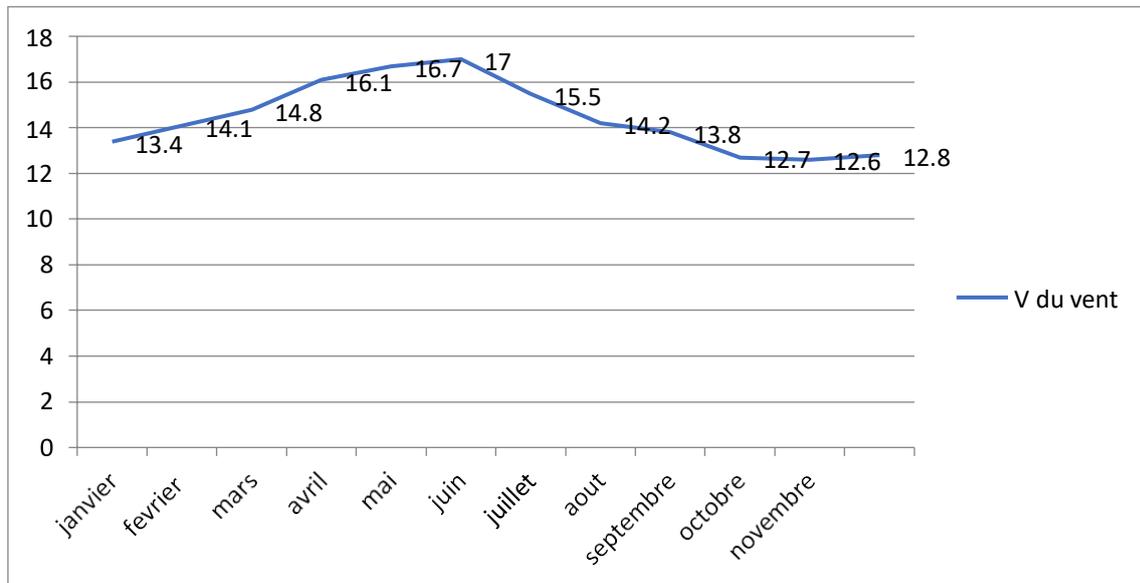
Les valeurs mensuelles et annuelles de la vitesse moyenne du vent enregistrées au niveau de la station climatologique d'El oued sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 1-5: vitesse du vent en km/h.**

Mois	Jan	Fev	mar	avr	Mai	jui	juil	aout	sep	oct	nov	dec
Vitesse	13.4	14.1	14.8	16.1	16.7	17.0	15.5	14.2	13.8	12.7	12.6	12.8

Source : Source : station météorologique d'el oued (2008)

La vitesse horaire moyenne du vent à Oued souf connaît une variation saisonnière faible au cours de l'année.



**Figure 1-5: vitesse du vent**

**I-2-5 Humidité relative**

On enregistre, au niveau de Oued, une humidité moyenne mensuelle qui se situe aux environs de 40%. La distribution mensuelle de l'humidité de l'air est donnée ci dessous.

**Tableau 1-6: Humidité relative %.**

Mois	jan	fev	mar	Avr	mai	jui	juil	aout	sep	oct	nov	dec
Humidité %	61	47	39	32	28	25	23	26	36	43	53	63

Source : station météorologique d'el oued (2008)

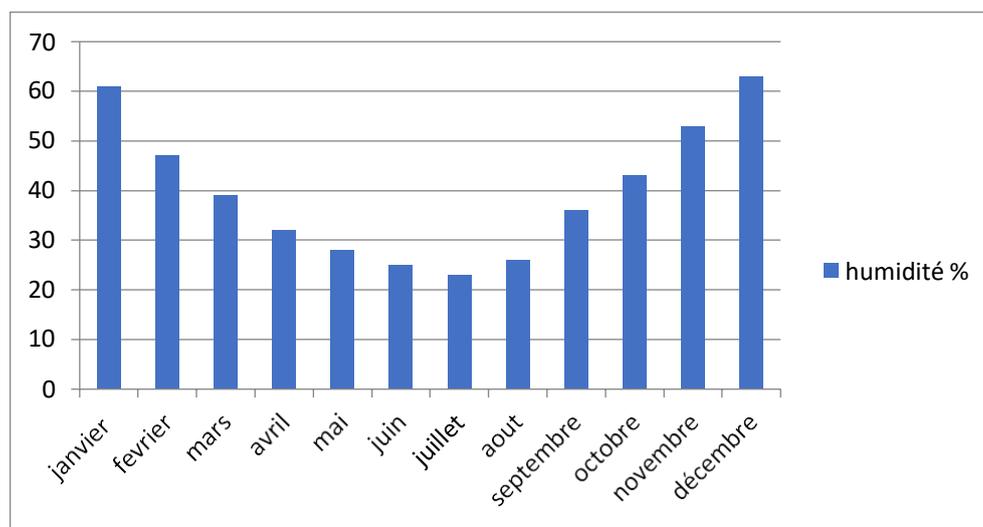


Figure 1-6: histogramme de l'humidité relative

### I-2-6 Évaporation

Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle et annuelle des plans d'eau dans la région d'études sont données dans le tableau ci-après.

Tableau 1-7: répartition mensuelle de l'évaporation moyenne.

Mois	Jan	fev	mar	avr	mai	jui	juil	aout	sep	oct	nov	dec	année
Evapo (mm)	46	101	148	196	248	276	309	274	198	148	99	73	2146

Source : Station météorologique d'el oued (2008)

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.

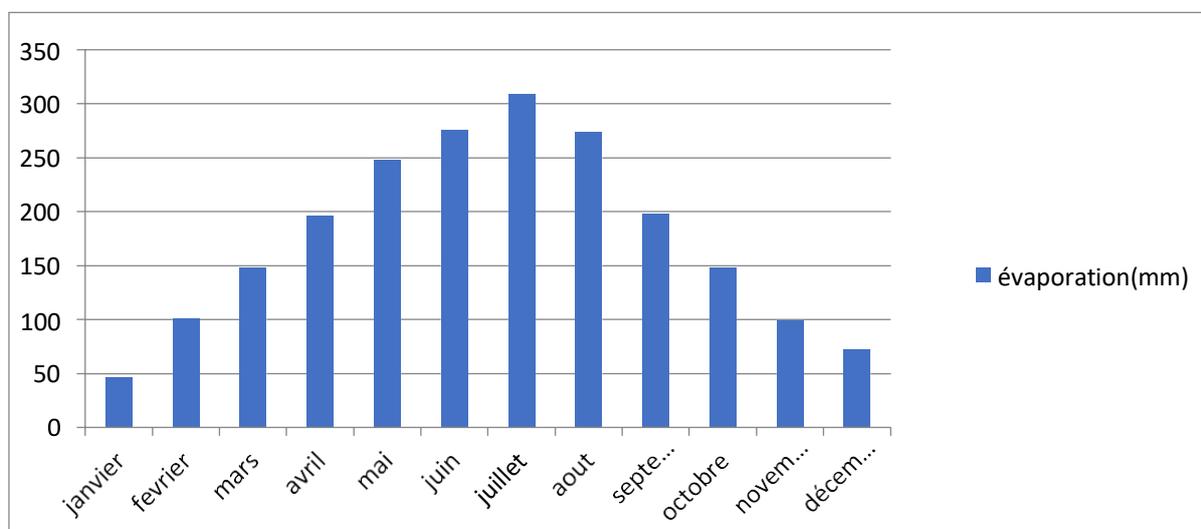


Figure 1-7: histogramme de l'évaporation

**I-3 CLASSIFICATION DU CLIMAT**

**I-3-1 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. Voir tableau n°I.7.

$$Ia = \frac{P}{T+10} \dots\dots\dots [1-1]$$

Avec :

- Ia : indice climatique.
- P : précipitation moyenne annuelle (mm).
- T : température moyenne annuelle (°C).

**Tableau 1-8: Classification de climat selon Mr 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

Pour :  
 P = 85 mm/an  
 T = 22.5°C

On aura :

$$I = \frac{85}{22.5+10} = 2.61$$

$$I=2.61 < 5$$

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

I-3-2 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \frac{P}{M - m} \quad [1.2]$$

- Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER.
- P : précipitation moyenne annuelle (mm).
- M : moyenne des températures maximales (Kelvin).
- m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

M = 29.2 + 273 = 302.2 K ..... 1.3  
 m = 15.9 + 273 = 288.9 K ..... 1.4

AN :  
 Q = 21.62

\* En se référant au diagramme bioclimatique d'EMBERGER, il est possible d'affirmer que le climat de notre localité correspond à un climat saharien, caractérisé par des conditions désertiques.

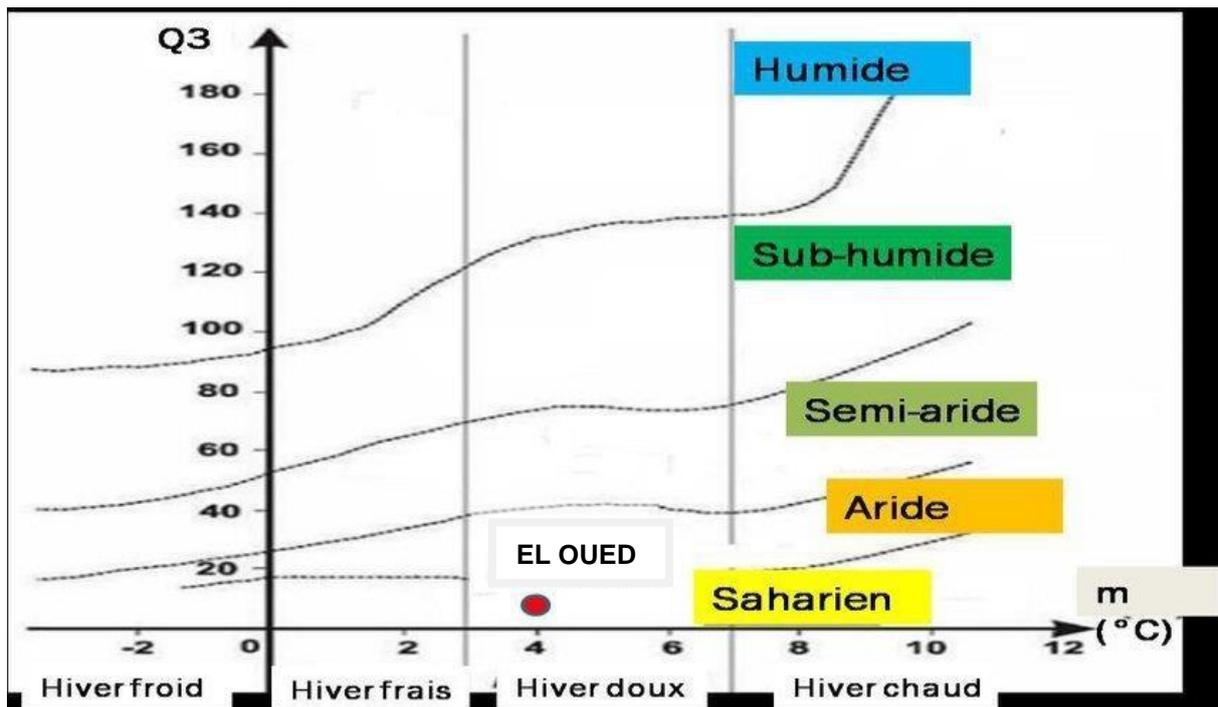


Figure 1-8: diagramme d'EMBERGER

I-3-3 Classification du climat selon pluviothermique de Gaussen

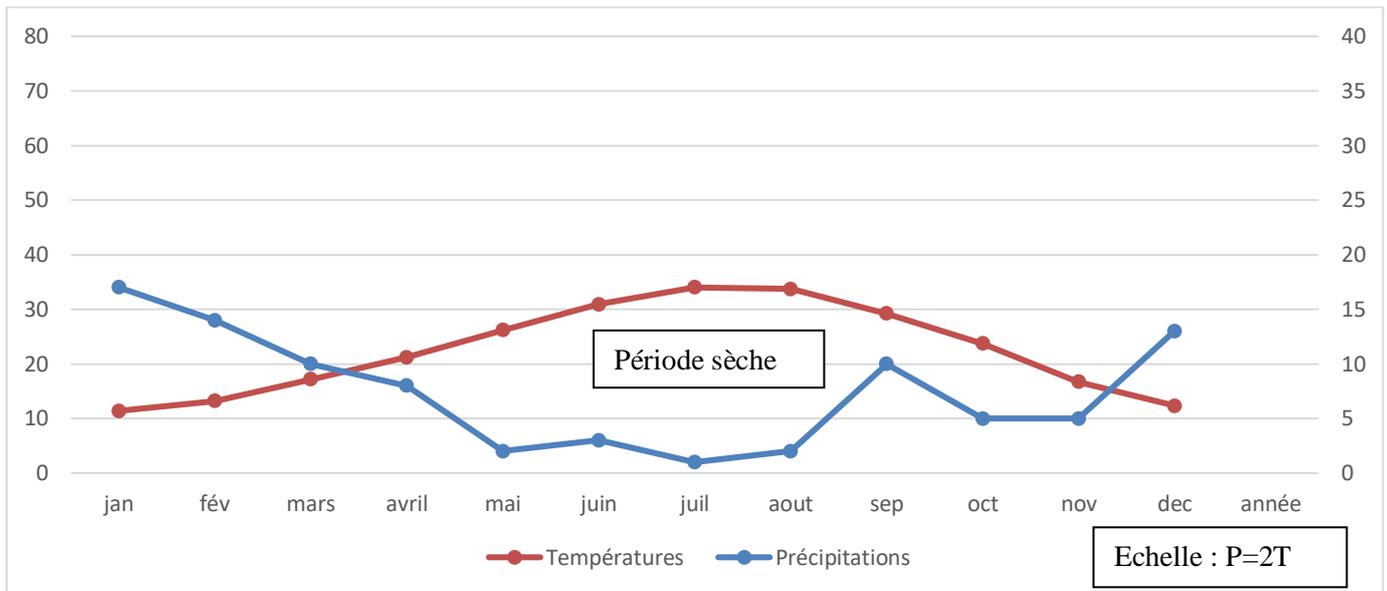


Figure 1-9 : diagramme de GAUSSEN

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

**Comparaison des indices climatiques**

Les méthodes qui intègrent les éléments climatiques clés tels que les précipitations, les températures et l'évaporation ont classé le climat de la région d'analyse en tant que "saharien".

**CONCLUSION :**

L'analyse climatologique met en évidence la nature saharienne de cette région, laquelle se caractérise par une faible pluviométrie annuelle d'environ 85 millimètres, une évaporation intense pendant la saison estivale (plus de 2000 mm), ainsi que des températures élevées. Les températures basses et les importantes variations thermiques témoignent également du caractère continental de cette zone.

## **Chapitre II : ressources en eaux et en sols**

# Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.

## Introduction

Pour bien comprendre le périmètre d'étude il faut faire des analyses bien détaillées Sur les compositions des sols, donc dans ce chapitre nous avons étudié la situation géologique et pédologique de notre zone d'étude.

## II Ressources en sol

### II-1-La zone d'étude

Dans cette zone, des profils ont été observés selon deux lignes orientées principalement du nord au sud, correspondant à la plus grande dimension. Les sols dans cette région sont remarquablement uniformes, aussi bien en surface qu'en profondeur, du nord au sud.

On remarque une présence de sable très fin dunaire jaune blanchâtre jusqu'à une profondeur de 1,50 m. Au-delà d'un mètre de profondeur, le sol présente une compacité suffisante selon le profil G.M.A.D1.4 en forme de U, cependant il n'y a pas de formation d'encroûtement et l'horizon indiqué reste friable.

Sur les 13 profils G.M.A.D1.10, cette formation de sable fin dunaire est présente dans une zone de 0 à 30 m et constitue seulement un îlot dans l'ensemble de la région.

Des traces d'enracinement de végétation ont été observées jusqu'à 80 cm de profondeur (G.M.A.D1.6).

En conclusion, la zone de Hassani Abdelkarim est principalement composée d'un sable très fin dunaire jaune blanchâtre, avec une perméabilité excellente. On peut estimer que cette perméabilité sera améliorée par l'irrigation. Si un sol n'est pas suffisamment proche de la surface, un encroûtement général se formerait. De plus, il serait possible de valoriser l'ensemble de la zone de Hassani abdelkarim par l'irrigation, et nous suggérons qu'un drainage vertical serait rapide dans cette région.



Figure 2-1 : Image satellitaire du périmètre du Hassani Abdelkarim.  
Source (ONID Oued souf 2022)

## **Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.**

### **2-1 La zone d'oued souf**

Trois profils ont été observés dans cette zone, et on retrouve ici le même type de sol jusqu'à une profondeur de 2 mètres. Il s'agit d'un sable fin très homogène, ce qui suggère une grande perméabilité 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 d'un puits (à un débit de 8000 litres par minute), l'eau ne parvenait pas à parcourir plus de 250 mètres dans le canal. Au bout de 24 heures, tout était infiltré.

Dans la première phase de mise en valeur, ce fait est un avantage car il permet une désalinisation rapide des sols. Cependant, il est recommandé d'apporter de l'humus par la suite, si cela est possible.

### **2-2 Stratigraphie régionale**

Selon les travaux de Cornet en 1964 et de Bel en 1968, ainsi que les données obtenues à partir des carottages, les profondeurs des couches géologiques présentent des variations d'une zone à l'autre. En se basant sur les enregistrements de forage de l'Albien réalisés par l'ANRH en 1993 dans la région d'Oued Souf, nous pouvons identifier les principales strates géologiques de cette région en ordre chronologique, de la plus ancienne à la plus récente.

#### **2-2-1 Formation de l'ère Secondaire**

##### **2-2-1-1 Le Barrémien**

Cette région du continental intercalaire est principalement caractérisée par une couche géologique composée de grès, d'argiles, de calcaire dolomitique et de strates de sable avec des dépôts de silex, ayant en moyenne une épaisseur de 200 à 230 mètres.

##### **2-2-1-2 L'Aptien**

L'Aptien, similaire au Barrémien, est caractérisé par des couches géologiques de dolomie, de marne et de marno-calcaire, avec une épaisseur généralement ne dépassant pas 30 mètres, comme indiqué par les données des forages dans la région.

##### **2-2-1-3 L'Albien**

Couche géologique composée de marnes, grès, calcaires, silex, et argile, avec une épaisseur moyenne de 100 à 150 mètres, parfois jusqu'à 200 mètres, entre le sommet de l'Aptien et l'apparition de faciès argilo-carbonatés.

##### **2-2-1-4 Le Vraconien**

Cette couche géologique est une transition entre l'Albien sableux et le Cénomaniens argilo-carbonaté. Elle est composée principalement d'argilo-dolomites, avec des zones d'argiles sableuses et quelques bancs de grès cimentés au calcaire. Son épaisseur moyenne dans la région est de 250 à 300 mètres, et elle est importante en raison de la présence d'argiles.

##### **2-2-1-5 Le cénomaniens**

Cette couche est une barrière imperméable composée de dolomies, de calcaires dolomitiques, de marnes dolomitiques, d'argiles et d'anhydrites. Sa limite inférieure est définie par l'apparition d'évaporites et de dolomies, tandis que sa limite supérieure est marquée par l'apparition d'évaporites et de calcaires, correspondant à la limite inférieure du Turonien.

## **Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.**

### **2-2-1-6 Le Turonien**

L'étage du complexe terminal est principalement composé de formations carbonatées, comprenant des calcaires dolomitiques et des dolomies microcristallines compactes, avec parfois des strates de calcaires turoniens et occasionnellement des marnes. Son épaisseur varie considérablement d'un endroit à l'autre, atteignant parfois plus de 650 mètres.

### **2-2-1-7 Le Sénonien**

Le Sénonien en Algérie se divise en deux ensembles bien différenciés : le Sénonien lagunaire à la base et le Sénonien carbonaté au sommet, avec des caractéristiques faciales distinctes.

### **2-2-1-8 Le sénonien lagunaire**

Le Sénonien lagunaire est clairement délimité et se caractérise par un faciès évaporitique distinctif, comprenant des anhydrites, des calcaires dolomitiques, des argiles et des bancs de sel massif atteignant environ 150 mètres d'épaisseur. Sa limite supérieure correspond au sommet de la dernière couche d'anhydrite.

### **2-2-1-9 Le sénonien carbonaté**

Le deuxième sous-étage comprend des dolomies, des calcaires dolomitiques avec des strates marneuses et argileuses, ainsi que des calcaires fissurés. Son épaisseur peut dépasser 300 mètres, et il présente une continuité lithologique avec le Sénonien carbonaté et l'Éocène, partageant des calcaires similaires avec des nummulites.

## **Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.**

### **2-2-1-10 Formations de l'ère Tertiaire**

#### **2-2-1-11 L'Eocène**

L'Eocène dans cette région est composé de sables, d'argiles, de gypses et de graviers, avec des formations carbonatées à la base et des argiles lagunaires en partie supérieure. Son épaisseur moyenne est d'environ 150 à 200 mètres.

#### **2-2-1-12 Le Mi pliocène**

Il repose en discordance sur différentes formations géologiques, notamment sur le Primaire d'un côté, et sur le Crétacé inférieur, comprenant le Turonien, le Cénomaniens et l'Eocène, de l'autre. Il est inclus dans ce que l'on appelle généralement le Complexe Terminal (C.T).

La plupart des coupes de sondages qui traversent cette couche montrent que le Miocène est constitué d'une succession de strates alternativement sableuses et sablo-argileuses, avec des intercalations de gypse et des bancs de grès.

À travers tout le Sahara oriental, Bel et Demargne ont identifié quatre niveaux distincts au sein de cette couche :

- **Niveau Argileux**
- **Niveau Grés sableux**
- **Niveau sableux**

### **2-2-2 Formations du Quaternaire**

Ces dunes de sable se manifestent comme des formations dont le dépôt semble perdurer jusqu'à nos jours. Les formations quaternaires représentent la couche de surface, se concentrant principalement dans les dépressions et couvrant la majeure partie du bas Sahara. Elles sont constituées de matériaux alluviaux et éoliens, ce qui conduit à la formation d'alluvions comprenant des sables et des argiles.

## Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.

### 2-2-3 Caractéristique morphologique

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

### 2-2-4 Perméabilité

La perméabilité d'un sol se réfère à son aptitude à favoriser ou entraver la mobilité de l'eau. Elle s'établit en fonction de sa vitesse d'infiltration, qui correspond à la quantité maximale d'eau pouvant traverser le sol au sein d'une période de temps spécifiée, couramment exprimée en millimètres par heure (mm/h).

**Tableau II.1 : Différentes classes de perméabilité.**

Nature de sol	K (mm/h)
Argileux	3 à 8
Limoneux	9 à 20
Limono-Sableux	20 à 30
Sableux	30 à 60

*(Source : Référence bulletin FAO d'irrigation et drainage)*

## Interprétation

Dans notre situation, le sol présente une texture classée comme limoneuse-sableuse, ce qui place la perméabilité dans l'intervalle de 20 à 30.

### 2-2-5 Caractéristiques hydrodynamiques des sols

Les caractéristiques physiques du sol peuvent être évaluées à l'aide de paramètres mesurables, dont les valeurs sont principalement influencées par la structure et la texture du sol. Pour déterminer la quantité d'eau d'irrigation requise, il est essentiel de prendre en compte les paramètres hydrodynamiques pertinents, qui sont répertoriés dans le tableau suivant :

## Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.

Tableau II.2 : Caractéristiques hydrodynamiques des sols.

Paramètres	unité	Valeur moyenne
Texture	-----	Limoneux sableux
Point de flétrissement (Hpf)	%	12
Densité apparente (Da)	g/cm <sup>3</sup>	1.3
Perméabilité Porchet (K)	mm/h	20
la capacité au champ Hcc	%	21

(Source : Référence bulletin FAO d'irrigation et drainage)

### 2-2-5 Les aptitudes culturales des sols

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

L'utilisation de fertilisants.

L'utilisation des pesticides.

L'utilisation des cultures de couverture.

L'utilisation des méthodes de gestion hydrique.

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

### 3-1 Ressource en eaux

L'origine de l'eau est essentielle pour évaluer la qualité, voire les imperfections, de l'eau destinée à l'irrigation. Dans notre contexte, l'irrigation est réalisée à partir d'un puits alimenté par des eaux souterraines.

Tableau 2-3: coordonnées des forages

Forages	X	Y	Z	Débit(1 /s)	Profondeur(m)
F1	33°30 '13	6°50'38	57	50	1500
F2	33°30 '13	6°50'52	58	49	1455
F3	33°29'52	6°50'51	59	47	1460
F4	33°29'38	6°50'25	59	50	1500
F5	33°29'38	6°50'55	59	50	1430
F6	33°29'42	6°50'39	60	46	1500
F7	33°29'53	6°50'50	59	50	1410

Source :(ANRH2022)

## Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.

### 3-2 Etude de la qualité des eaux d'irrigation

#### 3-2-1 L'analyse de l'eau d'irrigation

##### 3-2-1-1 Caractéristiques physico-chimiques des eaux

Tableau 2-6: Caractéristiques physico-chimiques des eaux

Eléments	Mg/l
Ca <sup>2+</sup>	646
Mg <sup>2+</sup>	87
Na <sup>+</sup>	734
Cl <sup>-</sup>	319
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1722
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	80

Source : (ONID EL OUED 2022)

Tableau 2-7: Analyse des données.

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

Source : (ONID EL OUED 2022)

#### 3-1-1 La salinité :

La qualité médiocre de l'eau peut avoir des conséquences graves sur la croissance des plantes. Les plantes peuvent absorber l'eau de deux manières : soit par les organes aériens, comme dans le cas de l'irrigation par aspersion, soit par les racines. Cependant, la quantité d'eau absorbée par les feuilles est toujours limitée. Ce sont les racines qui fournissent la quantité d'eau nécessaire aux plantes.

#### Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

Lorsque l'eau contient une quantité élevée de sodium, celui-ci peut se lier au complexe du sol et entraîner une action de défloculation. Pour évaluer le risque alcalin, on compare les concentrations des ions Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> dans l'eau.

$$SAR = \sqrt{\frac{NA}{CA+MG}}$$

$$SAR = \sqrt{734 / (646 + 87)} = 1.19 \dots\dots\dots (2-1)$$

## Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

- \*S1 : Risque faible  $S.A.R \leq 10$  ;
- \* S2 : Risque moyen  $10 < S.A.R \leq 18$  ;
- \* S3 : Risque élevé  $18 < S.A.R \leq 26$  ;
- \* S4 : Risque très élevé  $S.A.R > 26$  ;

### Interprétation :

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

### 3-1-2 La conductivité électrique

La salinité totale des eaux est évaluée par la conductivité électrique (CE), mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

Quatre catégories de risque salin ont été établies :

**Tableau II.4: 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 desalinité.	Pour toutes les cultures.
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen desalinité.	Pour les plantes moyennement tolérantes.
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé desalinité.	Ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé desalinité.	Eau difficilement utilisable.

(Source: Water and the innovation issues in irrigation and drainage, Spon Press, (1998))

## Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.

Avec :

$$\text{Mmhos/cm} = 1 \text{ mS/cm} = 1000 \text{ umhos/cm} = 1000 \text{ us/cm.}$$

Donc la conductivité électrique = 3.905 mmhos/cm.

### Interprétation :

D'après cette classification, notre eau est de classe C4 avec une Eau de risque très élevé de salinité.

La limite de la conductivité électrique de l'eau pour l'irrigation varie en fonction des variétés des cultures et ses conditions spécifiques.

D'après les valeurs de la conductivité électrique et du SAR, les eaux appartiennent à la classe (C4S1) avec :

Classe S1 : le S.A.R < 10 donc la quantité de sodium est de Risque faible pour les sols.

\*C1 : convient pour toutes les cultures.

\*C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.

\*C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.

\* C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

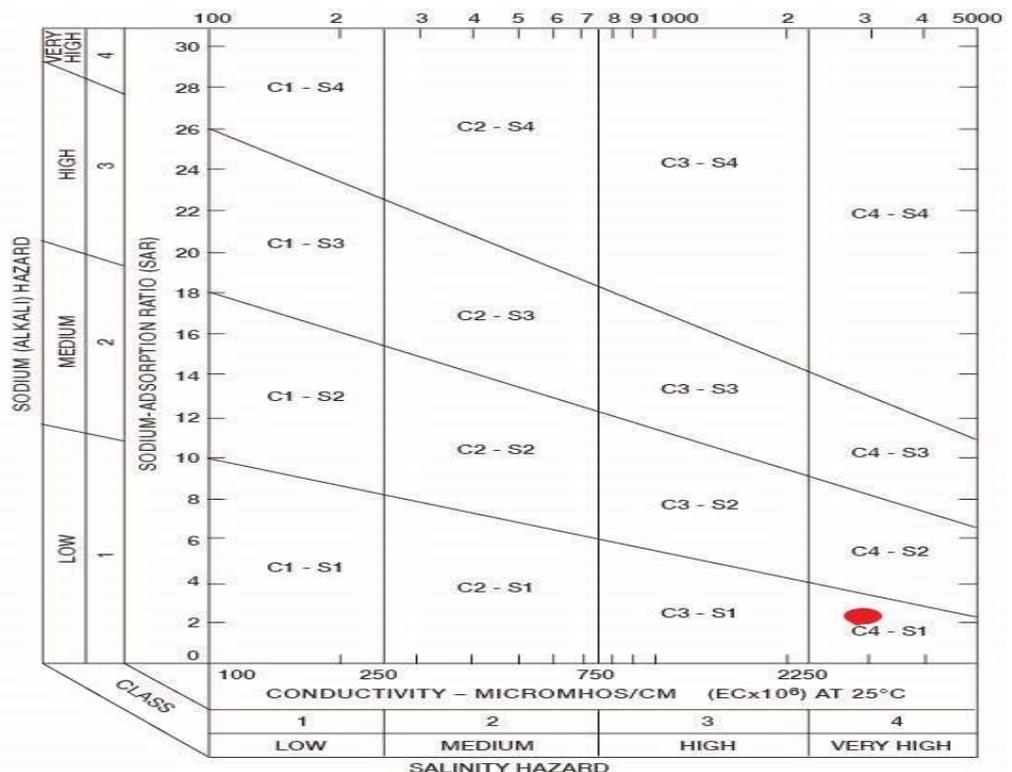


Figure 2-2: classification de la qualité d'eau (RICHARDS 1958)

## Chapitre II : Ressources en eaux et en sols.

Le risque élevé de salinité implique une dose de lessivage

### 3-2-4 Dose de lessivage

Nous devons calculer la dose de lessivage, cette dernière est calculée en pourcentage de l'ETM. La conductivité électrique dans notre sol est de l'ordre 3 mmho /cm.

$$LR = \frac{C_{eiw}}{(5C_{ees} - C_{eiw})} \dots\dots\dots(2-2)$$

$$AN : LR = 3.58 / (5 * 3 - 3.58) = 0.31$$

$$C\grave{a}d : LR = 31\% \text{ de l'ETM.}$$

### CONCLUSION

Après l'analyse des zones environnantes de Hassani Abdelkarim, destinées à bénéficier de l'irrigation à partir des puits qui intersectent la nappe du complexe terminal, nous avons conclu que :

- Notre sol est de texture (limoneux sableux)
- Les aptitudes culturales sont bonnes
- L'eau des forages est de classe C4S1 donc un risque faible d'alcalinité et un risque très élevé de salinité

# **Chapitre III : besoins en eaux**

## **Des cultures**

## Introduction

Afin de développer efficacement un projet d'irrigation, il est nécessaire d'étudier attentivement une variable multidimensionnelle : la détermination des besoins en eau des cultures. Cette variable dépend de plusieurs facteurs, tels que le type de culture, son stade de développement, les caractéristiques du sol, le climat et ses diverses composantes, en particulier la température, le vent, l'humidité et l'insolation.

## 1 Calcul des paramètres du bilan hydrique

### 1-1 Evapotranspiration

Le terme "besoins en eau" (B), également connu sous le nom de "déficit hydrique", représente la différence entre l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture en question et les précipitations efficaces. L'évaluation des besoins en eau du périmètre repose sur la détermination des besoins spécifiques de chaque culture mentionnée dans le calendrier agronomique.

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

Ce sont les méthodes indirectes exprimées sous forme de formule , chacune correspond à un climat bien spécifié.

✓ Si  $Hr < 50\%$  , la formule est :

#### 1-1-1 Formule de l'ANRH

$$ETP = 0.40 * (ig + 50) * \left(1 + \frac{50 - Hr}{70}\right) * \left(\frac{T}{T + 15}\right) \dots\dots\dots (3-1)$$

Dans laquelle :

Hr : L ; humidité de l'air en %.

T : Température moyenne mensuelle (°C).

Ig : Radiation globale mensuelle (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

Et :

$$I_g = I_{ga} * (0.18 * 0.62)^{\frac{h}{H}} \dots\dots\dots (3-2)$$

\*/I<sub>ga</sub> : radiation maximale théorique

\*/H : durée astronomique du jour en heure (heure/mois)

\*/h : durée d'insolation de la station considérée (heure/mois)

\*/ h/H : Insolation relative en heure.

Formule de Turc :

On l'utilise pour les régions humides uniquement (Hr > 50%).

$$ETP = 0.40 * (ig + 50) * \frac{T}{T + 15}$$

## 1-1-2 Formule de Blaney et criddle

$$ETP = K*(0.46t+8.13)*P \dots\dots\dots (3-3)$$

- \*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
- Kt : coefficient climatique rattaché à la température moyenne de l'air t (en degrés Celsius) :
- Kt : 0.031t + 0.24

## 1-1-3 Formule de PENMAN et MONTEITH modifiée

$$ET0 = C*[W*Rn+(1-w)*F(u)*(ea-ed)] \dots\dots\dots (3-4)$$

- \*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.
- (ea-ed) : facteur de correction .

Le calcul se fait par le logiciel CROPWAT :

Month	Avg Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ET0
	°C	%	m/s	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/month
January	11.4	61	3.7	10.2	14.7	73.43
February	13.2	47	3.9	11.0	18.3	100.29
March	17.2	39	4.1	12.0	23.0	163.35
April	21.2	32	4.4	13.0	27.4	217.35
May	26.2	28	4.6	13.9	30.3	287.75
June	30.9	25	4.7	14.3	31.3	330.34
July	34.0	23	4.3	14.1	30.6	355.98
August	33.7	26	3.9	13.3	28.2	323.39
September	29.2	36	3.8	12.3	24.3	243.27
October	23.7	43	3.5	11.3	19.5	175.05
November	16.7	53	3.5	10.4	15.4	104.32
December	12.3	63	3.5	10.0	13.6	70.17
<b>Average</b>	<b>22.5</b>	<b>40</b>	<b>4.0</b>	<b>12.2</b>	<b>23.0</b>	<b>2444.71</b>

Figure 3-1 : ET0 méthode Penman-monteith

## 1-2 Calcul de la pluie efficace

Afin de prendre en considération les pertes, l'outil Cropwat nous permettra de réaliser le calcul des précipitations effectives. Ces précipitations effectives sont définies comme la part des précipitations qui réellement contribuent 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'estimation des précipitations effectives s'avère complexe en l'absence de mesures effectuées sur de longues périodes et en divers endroits. Par conséquent, en l'absence de telles données, il est courant d'utiliser des méthodes expérimentales. Un exemple de méthode utilisée est celle du pourcentage fixé, où dans notre contexte, le pourcentage est fixé à 70% (ce qui suppose que 30% des précipitations se perdent par évaporation et percolation en profondeur).

L'estimation des précipitations effectives peut être réalisée selon plusieurs approches, notamment :

### 1-2-1A partir d'un pourcentage fixe

$$P_{eff} = A * P_{moy} \dots\dots\dots(3-5)$$
$$0.7 < A < 0.9$$

### 1-2-2 Par rapport à la zone (aride et semi-aride)

$$P_{eff} = 0.6 * P_{moy} - 10 \quad \text{si } P_{moy} \leq 70 \text{ mm}$$
$$P_{eff} = 0.8 * P_{moy} - 25 \quad \text{si } P_{moy} > 70 \text{ mm} \dots\dots\dots(3-6)$$

### 1-2-3 Peff USDA

$$P_{eff} = P_{moy} * (1 - 0.2 * P_{moy} / 125) \quad \text{si } P_{moy} \leq 250 \text{ mm}$$
$$P_{eff} = P_{moy} * 0.1 + 125 \quad \text{si } P_{moy} > 250 \text{ mm} \dots\dots\dots(3-7)$$

1-2-4 Les valeurs mensuelles Peff

La quantification de cette réserve est influencée par les propriétés du sol et la type de végétation présent.

	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
<b>Total</b>	<b>85.0</b>	<b>68.0</b>

Figure 3-2: pluie mensuelle méthode du pourcentage fixe

1-3 La réserve facile à utilisée (RFU)

La quantification de cette réserve est influencée par les propriétés du sol et la type de végétation présent.

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z \cdot \rho_a \cdot Y \dots\dots\dots (3-8)$$

- \*/H<sub>cc</sub> : Humidité à la capacité au champ ;
- \*/H<sub>pf</sub> : humidité du sol au point de flétrissement ;
- \*/Z : Profondeur d'enracinement (m) ;
- \*/ρ<sub>a</sub> : Densité apparente ;
- \*/Y = 1/3 sable et 2/3 argile.

### 1-4 Evapotranspiration réelle ETR

Selon la formule suivante :

$$\boxed{ETR=ETP*KC} \dots\dots\dots(3-9)$$

## 2Structure d'Assolement et choix des cultures

### 2-1Choix des cultures

Lors de la sélection des cultures à mettre en place, il est impératif de prendre en considération les éléments suivants :

- Les caractéristiques climatiques propres à la région sous étude.
- La disponibilité et la qualité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude du sol à la culture, évaluée à partir de l'étude pédologique.

En tenant compte des particularités locales, des compétences traditionnelles et des normes spécifiques à la zone, ainsi que des caractéristiques pédologiques et des aptitudes à la culture des sols, il a été suggéré d'introduire une sélection de cultures. Cela inclut le palmier dattier, l'olivier, les cultures annuelles et les cultures maraîchères, le tout pratiqué en irrigations de plein champ selon un cycle biennal.

#### 2-1-1Culture de l'olivier

Les sols de ce périmètre semblent présenter une bonne aptitude pour l'arboriculture fruitière, notamment l'olivier. Compte tenu de la nature pédologique des sols et de leurs aptitudes culturales, l'olivier est l'espèce arboricole qui convient bien à ces sols. L'olivier s'adapte à une grande variété de sols. Il présente une bonne tolérance au calcaire et peut supporter de basses températures (jusqu'à — 8 ° C). Les plantations arboricoles d'olivier en irriguée vont concerner la superficie de 50 ha(28%).

#### 2-1-2 Cultures maraîchères

L'exploitation des cultures maraichères. Pour le périmètre, ces cultures seront exploitées sur 50 ha (28%). elles seront subdivisées en deux parties installées 25 ha pour chaque culture à travers le périmètre.

### 2-1-3 Cultures Palmiers Dattier

La culture du palmier s'adapte de manière optimale aux conditions exigeantes de son environnement, principalement son climat. Cependant, l'eau demeure la ressource naturelle la plus influente pour son développement.

- En ce qui concerne les conditions climatiques locales, elles sont propices à la culture du palmier dattier en raison de températures favorables à son cycle végétatif, d'une humidité modérément faible, de précipitations torrentielles peu fréquentes et d'une durée d'ensoleillement adéquate.

- En ce qui concerne le choix de l'emplacement, la plantation des palmiers se fera sur 50ha de la circonférence autour des puits, couvrant environ 28% du périmètre total.

- En ce qui concerne les ressources hydriques, l'irrigation des futures plantations sera réalisée à l'aide d'eaux souterraines provenant soit de la nappe du complexe terminal de l'Éocène inférieur, soit de la nappe du complexe intercalaire de l'Albien. Ces eaux seront exploitées à travers des forages.

Ainsi, la culture du palmier dattier est une option idéale pour cet environnement spécifique, en tenant compte des facteurs climatiques, géographiques, et hydriques, ainsi que des propriétés du sol.

### 2-1-4 Culture céréales

L'exploitation des cultures maraichères. Pour le périmètre, ces cultures seront exploitées sur 28 ha (16%).

## 2-2 Structure d'assolement

Les cultures maraichères menées de manière intensive requièrent une rotation des cultures bien planifiée. Le respect de certaines séquences de cultures dans l'espace et dans le temps est essentiel pour atteindre les objectifs suivants :

- Maintenir l'équilibre nutritionnel des sols, ce qui nécessite une attention continue.

- Appliquer des amendements organiques en fonction des besoins spécifiques de chaque espèce. Certaines espèces comme le concombre, la courgette, le melon, la fève, le haricot et le pois n'exigent pas de fertilisation organique, tandis que d'autres en bénéficient et donnent de très bons résultats, tels que la pomme de terre, la tomate, le poivron, l'aubergine, la laitue, les choux, le chou-fleur, etc.

- Pour des espèces comme la carotte, l'oignon, l'ail et le navet, elles profitent d'avantage d'amendements organiques bien décomposés.

- Combattre les parasites et les maladies cryptogamiques, dont les effets nocifs sont exacerbés par la répétition de la même espèce ou d'espèces de la même famille sur le même emplacement.

- Gérer la croissance des mauvaises herbes, surtout dans des conditions de culture irriguée qui favorisent leur propagation.

En somme, une planification appropriée de la rotation des cultures est essentielle pour optimiser les rendements des cultures maraichères en intensive tout en prenant en compte des considérations nutritionnelles, biologiques et de gestion des parasites.

3 Détermination des besoins d'irrigation des cultures

Le besoin en eau d'irrigation de la culture B est la quantité d'eau nécessaire pour garantir que la culture reçoive soit la totalité, soit une fraction prédéterminée de ses besoins en eau. Lorsque l'irrigation constitue la seule source d'eau, le besoin en eau d'irrigation est au moins égal aux besoins hydriques de la culture, et il est souvent plus élevé en raison des pertes sur la parcelle (telles que le lessivage, la percolation profonde et les disparités de distribution). Le choix des cultures dépend du type de sol, de la source d'eau disponible et de leur tolérance aux niveaux de salinité.

Tableau 3-1: les superficies des cultures.

Cultures	Superficie (ha)	Pourcentage(%)
Palmier	50	28
Olivier	50	28
Pastèque	25	14
Tomate	25	14
Céréale (le Sorgho)	28	16

La formule du calcul des besoins en eaux :

$$B = ETR - (Pe_{eff} + RFU) \dots\dots\dots (3-10)$$

3-1 Besoins d'irrigation de l'olivier

Tableau 3-2: besoins en eaux d'irrigation de l'olivier.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Kc	ETR(mm/mois)	Bnet(mm/mois)
Janvier	7.2	73.43	0.5	36.715	29.515
Février	4	100.29	0.5	50.145	46.145
Mars	5.6	163.35	0.5	81.675	76.075
Avril	6.4	217.35	0.6	130.41	124.01
Mai	1.6	287.75	0.7	201.425	199.825
Juin	2.4	330.34	0.8	262.272	258.872
Juillet	0.8	355.98	0.7	260.784	259.94
Aout	1.6	323.39	0.8	258.712	257.112
Septembre	10.4	243.27	0.7	170.289	159.889
Octobre	4	175.05	0.6	105.03	101.03
Novembre	20	104.32	0.6	62.592	42.592
Décembre	4	70.17	0.6	42.102	38.102
Totale	68	2444.71	-----	1688.151	1620.151

### 3-2 Besoins d'irrigation de la tomate

Tableau 3-3: besoins des eaux d'irrigation de la tomate.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	K <sub>c</sub>	ETR(mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)
Aout	1.6	323.39	0.5	161.695	160.095
Septembre	10.4	243.27	0.85	206.779	196.379
Octobre	4	175.05	1.02	178.551	174.551
Novembre	20	104.32	0.85	88.672	68.672
Décembre	4	70.17	0.75	52.627	48.627
totale	40	916.2		688.324	648.324

### 3-3 Besoins d'irrigation de la pastèque

Tableau 3-4: besoins des eaux d'irrigation de la pastèque.

Mois	Pe <sub>eff</sub>	ETP	K <sub>c</sub>	ETR	B <sub>net</sub>
Avril	8	217.35	0.75	163.012	155.012
Mai	2	287.75	0.8	230.2	228.2
Juin	3	330.34	0.7	231.306	228.306
Juillet	1	355.99	0.7	248.789	247.789
totale	68	2444.71		1118.316	859.316

## 3-4 Besoin d'irrigation du palmier

Tableau 3-5: Besoins en eaux d'irrigation du palmier

Mois	Pe <sub>eff</sub>	ETP	K <sub>c</sub>	ETR	B <sub>net</sub>
Janvier	7.2	73.43	0.7	51.401	44.201
Février	4	100.29	0.8	80.232	76.232
Mars	5.6	163.35	0.8	130.68	125.08
Avril	6.4	217.35	0.8	173.88	167.48
Mai	1.6	227.75	0.8	182.2	180.6
Juin	2.4	230.34	0.9	207.306	205.306
Juillet	0.8	290.42	0.9	261.382	260.582
Aout	1.6	223.39	0.9	201.051	199.451
Septembre	10.4	213.27	0.9	200.943	189.543
Octobre	4	175.05	0.7	122.535	118.535
Novembre	20	104.32	0.7	73.024	53.024
Décembre	4	70.17	0.7	49.119	45.119
Totale	68	2444.71		2038.753	1970.753

## 3-5 Besoin d'irrigation de la céréale (sorgho)

Tableau 3-6: besoins en eau d'irrigation du sorgho.

Mois	Pe <sub>eff</sub>	ETP	K <sub>c</sub>	ETR	B <sub>net</sub>
Janvier	7.2	73.43			
Février	4	100.29			
Mars	5.6	163.35			
Avril	6.4	217.35			
Mai	1.6	287.75			
Juin	2.4	330.34	0.6	198.204	195.804
Juillet	0.8	355.98	0.6	213.588	212.788
Aout	1.6	323.39	0.5	161.695	160.095
Septembre	10.4	243.27	0.5	121.635	111.235
Octobre	4	175.05			
Novembre	20	104.32			
Décembre	4	70.17			
Total	68	2444.71			

3-6 Bilan hydrique

Tableau 3-7: bilan hydriques de toutes les cultures d'assolements.

Cultures	Besoins en eaux en Moi de pointe (mm)
L'olivier	259.06
Palmier	260.582
Tomate	196.379
Pastèque	247.789
Céréale	212.788

3-7 Débit fictif continu moyen pour l'ensemble du périmètre

Les débits spécifiques sont établis en fonction des exigences hydriques de chaque culture, basées sur la répartition des cultures. La quantité d'eau requise pour l'irrigation en période de pointe est fournie de manière continue pendant 22 heures sur 24, afin de répondre aux besoins mensuels en eau. Les débits spécifiques sont déterminés à l'aide de la formule suivante :

$$q = \frac{Bm \cdot 10000}{T \cdot t \cdot 3600 \cdot K} \text{ (l/s/ha)} \dots\dots\dots (3-11)$$

Avec :,

- B m : Besoin mensuel maximum net, exprimé en mm/mois égale 260,582;
- T : Temps d'irrigation par jour, pris égale à 22 h/jour;
- t : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour égale 30 jour;
- K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0,75.

Le besoin en eau du mois de pointe et de la culture la plus exigeante, est évalué à 260.582mm/mois, ce mois correspond au mois de Juillet de la culture de la Pastèque.

$$q = \frac{260,582 \cdot 10000}{22 \cdot 30 \cdot 0.75 \cdot 3600} = 1.46 \text{ (l/s/ha)}$$

Donc le débit spécifique est évalué à 1.46 l/s/ha.

La surface du périmètre est égale à 178 ha, le débit caractéristique de la totalité du périmètre est estimé à 260.28 l/s.

Le nombre de forage à est estimé comme suit :

$$N = \frac{\text{debit total destiné à l'ensemble du périmètre}}{\text{debit moyen du forage}} = \frac{260.28}{50} = 6 \text{forages}$$

Et nous avons 7 forages donc l'eau d'irrigation est largement suffisant

### Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons examiné de manière approfondie les exigences en eau des cultures, qui constituent le fondement de tout projet d'irrigation. Après avoir calculé les volumes requis pour chaque culture et en tenant compte des surfaces attribuées à chacune d'entre elles, nous avons évalué les besoins en eau globaux pour la zone, se chiffrant à environ 11727m<sup>3</sup>/an.

## **Chapitre IV : les techniques d'irrigation**

### Introduction

La quantité d'humidité présente naturellement dans le sol est généralement inadéquate. Afin d'assurer une production agricole optimale, l'irrigation est employée. Il existe diverses méthodes d'irrigation disponibles. Dans cette section, nous examinerons ces diverses techniques et sélectionnerons celle qui convient le mieux aux caractéristiques de notre zone cultivée.

### 4-1 Les techniques d'irrigation

#### 4-1 -1Irrigation par aspersion

La méthode d'irrigation par aspersion implique l'approvisionnement en eau des plantes au moyen d'une imitation de pluie artificielle, grâce à des dispositifs d'aspersion alimentés en eau sous pression.



Figure 4-1: irrigation par aspersion

##### 4-1-1-1 Les avantages d'irrigation par aspersion

- ✓ Aucun pré-aménagement de la zone d'irrigation n'est requis.
- ✓ Elle entraîne une oxygénation significative de l'eau lorsqu'elle est dispersée en pluie.
- ✓ Elle offre la possibilité d'un dosage précis et d'une répartition homogène de la quantité d'eau dispensée.
- ✓ Elle confère aux exploitations des options d'arrosage extrêmement flexibles.

### 4-1-1-2 Les inconvénients d'irrigation par aspersion

- ✓ Initialement, chaque irrigant doit faire face à des coûts substantiels pour la mise en place, en plus de la nécessité fréquente d'une main-d'œuvre nombreuse pour l'installation.
- ✓ Elle encourage l'évaporation, qui devient d'autant plus notable lorsque les gouttelettes sont plus fines et que la zone est plus sèche.
- ✓ Elle contribue à la prolifération des mauvaises herbes.
- ✓ La distribution d'eau peut entraîner la formation d'une croûte superficielle dans le cas de sols argileux.

### 4-1-1-3 Fonctionnement

L'irrigation par aspersion reproduit l'effet de la pluie en permettant le contrôle de l'intensité et de la hauteur des précipitations. Cette méthode requiert une pression modérée à élevée (de 3 à 6 bars à la buse). L'élément central de ce système est l'asperseur, où une buse génère un jet dirigé vers la cuillère. Le mouvement rotatif de l'asperseur est enclenché par le bras mobile qui est actionné par le jet, tandis qu'un ressort de rappel assure le retour du bras mobile, assurant ainsi la rotation de l'asperseur.



Figure 4-2 : Asperseur d'arrosage

#### 4-2-2 Irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation goutte-à-goutte, gagne en popularité dans les domaines de la culture maraîchère et fruitière. Cette méthode favorise une utilisation efficace de l'eau avec des pertes par évaporation réduites par rapport à l'irrigation par aspersion, car l'eau est directement appliquée à la zone racinaire.



Figure 4-3: irrigation localisée (goutte à goutte)

#### 4-2-2-1 Avantages d'irrigation localisée

##### Efficienc e de l'eau

Il y a peu d'évaporation car les gouttes d'eau n'ont pas de trajectoire aérienne, le feuillage n'est pas excessivement mouillé, une partie du sol reste sèche, la croissance des mauvaises herbes est fortement restreinte (Rieul, 1992). Par conséquent, il n'y a pas de ruissellement ni de débordement sur les parcelles avoisinantes.

##### Avantages agronomique

- ✓ Les racines maintiennent une humidité élevée du sol tout en permettant une bonne aération constante.
- ✓ L'application d'engrais en mélange avec l'eau d'arrosage est facile à réaliser.
- ✓ Contrairement à l'aspersion, l'air près des plantes n'est pas surchargé en humidité.
- ✓ La croissance des mauvaises herbes est limitée.
- ✓ Les tâches de culture ne sont pas entravées par les procédés d'arrosage.

### Avantages économiques

L'espacement entre les lignes a un impact significatif sur le coût de production, qui est considérablement inférieur à celui d'autres systèmes fixes tels que l'aspersion. En ce qui concerne les coûts opérationnels, ils demeurent bas, en partie grâce à la basse pression requise.

#### 4-2-2 Inconvénients de l'irrigation localisée

\*/obstruction des goutteurs

\*/ accumulations de sels

#### 4-2-2-3 Fonctionnement

Le système d'irrigation goutte à goutte, fonctionnant à basse pression (0,5 à 2 bars), utilise des goutteurs pour apporter de manière régulière et ciblée la juste quantité d'eau nécessaire aux racines des plantes. Parmi ces goutteurs, les plus couramment employés sont les goutteurs intégrés, les boutons et, dans une moindre mesure, les goutteurs en ligne. Tous ces types de goutteurs sont conçus pour distribuer l'eau à un faible débit, en régime turbulent. Ils sont également disponibles en versions autorégulées, ce qui garantit un débit uniforme même en cas de variation de pression dans une certaine plage.

Dans le contexte de la culture de la canne à sucre, il est essentiel que les lignes de goutteurs soient complètement enfouies sous terre. Étant donné la densité des goutteurs requis, seul le modèle intégré est utilisé.

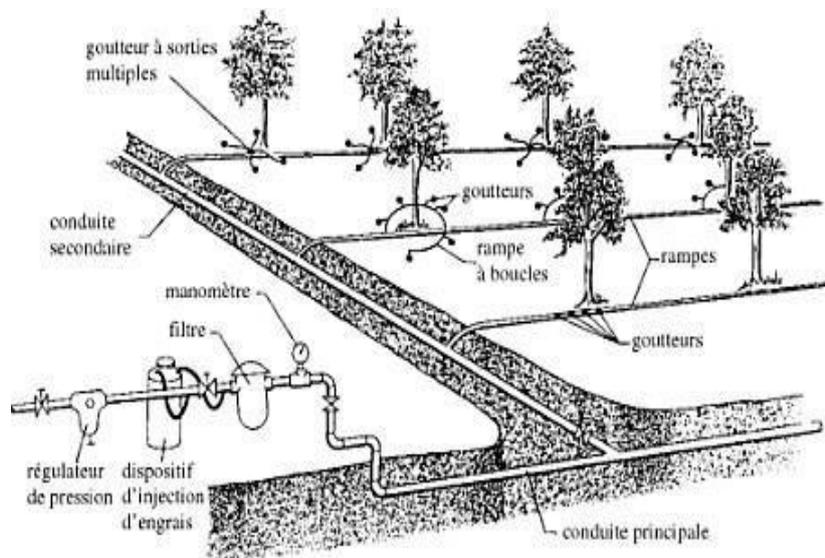


Figure 4-4: schéma explicatif d'un réseau goutte à goutte.

L'irrigation goutte-à-goutte implique l'application individualisée d'eau en quantités modestes, précises et fréquentes à chaque plante au moyen d'un dispositif nommé goutteur. C'est la méthode d'irrigation la plus avancée, offrant le plus haut niveau d'efficacité d'application. L'eau est administrée de façon continue à un même point sous forme de gouttelettes, pénétrant le sol pour humidifier la zone racinaire à la fois par la gravité en profondeur et par capillarité latéralement. Cela résulte en une humidification partielle de la zone plantée.

Dans les sols de structure moyennement dense et de bonne qualité, la migration horizontale de l'eau sous la surface est plus prononcée que dans les sols sableux (voir tableau V.1). De plus, lorsque le débit du goutteur dépasse la capacité d'absorption du sol ainsi que sa conductivité hydraulique, l'eau peut s'accumuler en surface. Ceci a pour effet de favoriser une répartition de l'eau qui est davantage latérale que verticale. Les valeurs suivantes concernant la dispersion latérale de l'eau servent d'indicateurs :

### 4-2-2-4 Composantes du réseau

Un système complet d'irrigation goutte-à-goutte englobe une infrastructure de départ, des canalisations principales et secondaires, des points de distribution, des canaux d'adduction, ainsi que des conduits latéraux munis de goutteurs

- L'ouvrage de tête
- Les conduites principales et secondaires
- Les bornes



Figure 4-6: Borne d'irrigation

- Les adducteurs
- Les conduites latérales à goutteur

### Les goutteurs

Les goutteurs représentent de petits dispositifs de distribution en plastique hautement qualitatifs. Ils sont disposés à des intervalles réguliers le long de petits tuyaux flexibles en PE. L'eau est acheminée vers les goutteurs sous une pression d'environ 1 bar et est émise sans pression sous forme de gouttelettes continues, avec un débit faible allant de 1 à 24 litres par heure.



Figure 4-7: goutteur d'irrigation

### 4-2-3L'irrigation gravitaire

Cette méthode demande une grande quantité d'eau par unité de superficie, et elle repose sur la distribution de l'eau en utilisant la configuration naturelle du terrain en pente. Elle peut être divisée en :

### 4-2-4L'irrigation par submersion

Elle implique l'application d'une couche d'eau épaisse sur le sol, qui est maintenue pendant une période suffisante pour qu'elle puisse s'infiltrer à la profondeur requise. Cette profondeur d'infiltration dépend des exigences de croissance des plantes. Cette approche reste appropriée pour les terrains perméables avec une pente inférieure à 2 %.

### 4-2-5L'irrigation par ruissèlement

Cette méthode implique l'écoulement de l'eau sur la surface du sol, où elle pénètre verticalement. On permet à l'eau de s'écouler pendant la durée nécessaire pour que le sol puisse s'humecter en profondeur jusqu'à atteindre la couche active.

### 4-2-6L'irrigation par infiltrations

L'eau s'écoule le long des fossés, des rigoles ou des raies, puis elle s'infiltrate latéralement dans le sol jusqu'à atteindre les racines des plantes.

### 4-2-7L'irrigation par pivot

L'irrigation pivot est un système automatisé qui arrose un cercle en utilisant de l'énergie électrique pour actionner le processus. L'eau est distribuée le long de rangées alignées en série, qui pivotent de manière coordonnée autour d'un point central.



Figure 4-8: L'irrigation sur pivot dans une zone désertique

#### 4-2-7-1 Les éléments principaux d'un pivot

- La tour centrale
- Centrale de commande
- La travée charpente
- Accouplement
- Porte à faux
- Tour mobile

#### 4-2-7-2 Les avantages

- ✓ Économie d'eau : en ajustant la pluviométrie en temps réel selon les exigences de la culture.
- ✓ Résilience accrue.
- ✓ Rentabilité optimisée.
- ✓ Précision accrue.
- ✓ Polyvalence fonctionnelle.
- ✓

#### 4-2-7-3 Les inconvénients

- ✓ Coût initial élevé
- ✓ Dépendance à l'électricité
- ✓ Consommation d'eau importante

- ✓ Pertes d'eau par évaporation et ruissellement
- ✓ Utilisation d'énergie non renouvelable
- ✓ Contribution aux émissions de gaz à effet de serre et au changement climatique

**4-2-7-4 Type de l'installation du pivot**

On distingue deux types d'installation :

Installation mobile

Installation fixe

**4-3 Choix de la technique d'irrigation**

Afin de sélectionner la méthode d'irrigation appropriée, il est crucial d'avoir une compréhension complète des limitations associées à chaque méthode d'arrosage. Une évaluation multicritères des diverses techniques d'irrigation, prenant en compte plusieurs contraintes, est indispensable pour déterminer la technique d'irrigation la mieux adaptée à la zone en question. Notre analyse sera exposée en détail comme suit :

Tableau 4-2: Évaluation multicritères pour la sélection de la méthode d'irrigation.

Contraintes	Irrigation localisée	Irrigation de surface par rigole	Irrigation par aspersion
*/Évaporation	+++	+	++
*/Vent	+++	+++	+
*/Texture (limoneux - sableux)	+++	++	++
*/ Perméabilité (bonne)	+++	++	+++
*/ Pente	+++	+	++
*/ Qualité d'eau (moyenne)	++	++	++
*/Cultures : Maraîchage céréales	+++	+++	+++
arbres	×	×	+++
*/ Contraintes économique :	+++	+++	×
○ économie d'eau	+++	×	++

Avec :

+++ = Très adapté ;

++ = Adapté ;

+ = Adapté avec réserve ;

× = inadéquat ou déconseillé ;

### **Conclusion**

Ce chapitre aborde les différentes modalités d'irrigation existantes, en exposant leurs mérites et limites intrinsèques, en vue de la sélection éclairée de la méthode la plus pertinente au regard des caractéristiques climatiques de notre région d'analyse. Suite à une analyse approfondie des alternatives disponibles, nous avons fait le choix de deux systèmes d'irrigation spécifiques : l'irrigation par aspersion et l'irrigation au goutte-à-goutte.

## **CHAPITRE V : Dimensionnement du réseau de distribution et à la parcelle**

## Introduction

Nous allons étudier au cours de ce chapitre, le dimensionnement détaillé du réseau à la parcelle pour les deux techniques choisies qui sont l'irrigation localisée et l'irrigation par aspersion, ainsi que le dimensionnement du réseau de distribution.

### 1 Découpage des îlots d'irrigation

Le terme "îlot d'irrigation" se réfère à l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Cette borne comprend une ou plusieurs sorties, également appelées "prises", en fonction du nombre d'arrosages qu'elle doit simultanément gérer, en particulier lorsqu'elle est située à la limite de plusieurs exploitants.

Chaque borne, et même chaque sortie, doit remplir toutes les fonctions d'une prise, ce qui implique :

- La régulation du débit, ou plus précisément, sa limitation au module approprié.
- La régulation de la pression.
- La comptabilisation de la quantité d'eau fournie.
- La gestion des interruptions accidentelles de l'approvisionnement en eau.

### 1-1 Tailles des îlots d'irrigations

La taille de l'îlot est déterminée en prenant en compte le débit de l'équipement de prise, en relation avec le débit fictif continu maximum à l'intérieur de l'îlot. Par ailleurs, le débit délivré par la prise d'irrigation doit correspondre à la quantité d'eau requise pour mettre en pratique la méthode d'irrigation choisie au sein de l'exploitation.

## 2 Dimensionnement à la parcelle

### 2-1 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle P6 alimentée par la borne B5 et dont la pression disponible est de l'ordre de 4,56 bars. Ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de l'ordre de 6.25 ha.

- ✓ Culture : olivier
- ✓ Espacement entre arbres : 4 m
- ✓ Espacements entre rangs : 4 m
- ✓ Besoins de pointe mensuelle (olivier) = 259.94 mm
- ✓ Caractéristiques du goutteur Débit nominal : 4l/h
- ✓ Pression nominale : 10 mce

- ✓ Espacement des goutteurs : 2 m
- ✓ Le nombre de goutteurs par arbre : 3

**2-1-1 Influence du taux de couverture du sol**

En utilisant la micro-irrigation, l'apport d'eau est ciblé sur une zone très restreinte du sol, qui se trouve à proximité immédiate des plantes et à l'abri de leur feuillage. En conséquence, la quantité d'eau évaporée directement à partir du sol est considérablement réduite, comme l'ont souligné Ollier & Poirée en 1981.

Dans ce contexte, un coefficient de réduction, noté Kr, est appliqué à l'ETM (Évapotranspiration de référence). La valeur de Kr est influencée par le taux de couverture du sol (Cs = 60%) pour les plantes matures. Plusieurs formules sont suggérées ci-dessous pour le calcul de Kr.

KELLER et KARMELI (1974) :

$$Kr = Cs/85 = 0,71 \dots\dots\dots (5-1)$$

La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs) = 0.8 \dots\dots\dots (5-2)$$

On prend La formule de Freeman et Garzoli : (Kr =0.8).

### 2-1-2 La dose d'irrigation nette pratique

Le besoin d'irrigation (Bnet). Est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

$$Dp = (Hcc - Hpf) \cdot Da \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \times \% \dots \dots \dots (5-3)$$

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= 1500 mm)
- ✓ Da : est la densité apparente du sol (Da=1.35)
- ✓ P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot Spd \cdot Sh}{Sa \cdot Sr} = 56\%$$

Avec :

- ✓ 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 (2m).
- ✓ Sh : Largeur de la bande humidifiée (1m).
- ✓ Sr : Ecartement entre rangs d'arbre (4m).
- ✓ Sa : espacement des arbres sur les rangs (4m)

$$DP = (9-5) / 100 \times 1500 \times (2/3) \times 1.35 \times 0.56$$

$$Dp = 30.24 \text{ mm}$$

### 2-1-3 Calcul des besoins journalier corrigé ETM

$$\text{Calcul de l'ETM journaliers} = ETM/30 = 259.94/30 = 9.46 \text{ mm}$$

$$ETMc = ETM * Kr = 9.46 * 0.8 = 7.57 \text{ mm}$$

**2-1-4Fréquence d’arrosage**

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

$$Tr = \frac{\text{Dose nette}}{ETMc} \dots\dots\dots(5-4)$$

$$Tr = 30.24/7.57 = 3.99$$

On prend : Tr = 4 jours

**2-1-5Calcul de la dose réelle**

On recalcule la nouvelle dose réelle (dose brute) (Compaore. 2003):

$$\text{Dose réelle} = \frac{Dr}{Cu*Eff} \dots\dots\dots(4-5)$$

$$= \frac{7.57*10}{0.96*0.75} = 105.13 \text{ mm}$$

**2-1-6Durée de fonctionnement par d’arrosage (h)**

$$\theta = \frac{Dr*Sd*Sr}{n*Qg} \dots\dots\dots(5-6)$$

$$\theta = \frac{105.13*2*4}{3*4} = 70.08$$

**2-1-6Durée d’arrosage journalier**

$$Dj = \frac{\text{Durée d’arrosage}}{Tr} \dots\dots\dots(5-7)$$

$$Dj = \frac{70.08}{4} = 17.52 = 18 \text{ hr/jr}$$

**2-1-7Nombre de poste**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{22h}{18} = 1.2 = 1 \text{ poste}$$

2-1-8 Surface du poste

$$\text{Nbr} = \frac{\text{Su hect}}{\text{Su espacement}}$$

$$\text{Nbr} = \frac{10000}{4 \times 4} = 625 * 3 = 1875 \text{ goutteurs /hectares}$$

2-1-9 Le dimensionnement hydraulique

Les calculs hydrauliques englobent l'évaluation des éléments ci-après :

- Les débits au sein de chaque segment et à l'origine du réseau.
- Les diamètres des conduites.
- Les vitesses d'écoulement de l'eau à travers les conduites.
- Les pertes de pression cumulatives.

Conformément à la règle de Christiansen, la plus grande fluctuation de débit entre les goutteurs ne devrait pas excéder 10%.

La variation maximale de débits entre goutteurs :

$$\Delta q = 10 \%$$

$$q = K * H \quad \text{donc : } \frac{\Delta q}{qg} = x \frac{\Delta H}{Hn} \dots \dots \dots (5-8)$$

En utilisant les notations suivantes :

qg : le débit d'un goutteur.

Hn : la pression nominale.

nous pouvons énoncer l'équation comme suit :

$$0.1 = 0.5 \times \Delta H / 10 \text{ Donc } \Delta H = 2mce$$

Supposons que les pertes de charge singulières équivalent à 10%, ce qui se traduit par une valeur de 0.2 mce.

De plus, les pertes de charge linéaires sont de 1.8 m.

Dans ce contexte, la répartition de la perte de charge se présente de la manière suivante :

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

$$(mm) = \left( \frac{Pdc(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right)^{\frac{-1}{4.75}} \dots \dots \dots (5-9)$$

La longueur de la rampe = 100m

Nombre d'arbre = 100/4 = 25

Nombre de goutteur = 25 X 3 = 75 goutteurs

Qrampe = Ng x 4 = 300 l/h

$$D(mm) = \left( \frac{Pdc(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right)^{\frac{-1}{4.75}}$$

$D_{rampe} = 14.4 \text{ mm}$

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=16 mm

**Pertes de charge unitaire :**

$$I = 0.178 \cdot D^{(-4.75)} \cdot Q^{1.75} \dots\dots\dots (5-10)$$

Avec :  $J \text{ (m/m)} ; Q \text{ (l/h)} \text{ et } D \text{ (mm)}$

$$I = 0.0073 \text{ m/m}$$

$$J_{totale\_rampe} = 0.007 \times 100 = 0.7 \text{ m}$$

**Même calcule pour porte rampe :**

Longueur porte rampe = 180 m

Longueur de la porte rampe/écartement =  $180/4 = 45 \text{ rampes}$

$$Q_{porte \ rampe} = 45 \times Q_{rampe} = 45 \times 300 \text{ L} = 13500 \text{ l/h}$$

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

$$(mm) = \left( \frac{Pdc(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right)^{\frac{-1}{4.75}} = 76.42 \text{ mm}$$

On arrondit à 80 mm

Perte de charge unitaire :

$$I = 0.178 \times 80^{(-4.75)} \cdot 13500^{1.75} = 0.0027 \text{ m/m}$$

$$I = 0.0027 \text{ m.}$$

Perte de charge totale de la porte rampe  $J_{tpr} = 0.0027 \times 180 = 0.486$

Perte de charge totale réseau =  $0.7 + 0.486 = 1.186 < 1.8$

**2-1-10 Débit de la conduite secondaire**

On a 03 parties

- Partie 02 :

$$Q_{csl} = Q_{pr} \times N_{pr} \dots\dots\dots(5-11)$$

$$= 13500 \times 2 = 27000 \text{ L/h}$$

- Partie 01 :

$$Q_{csl} = Q_{pr} \times N_{pr}$$

$$= 13500 \times 4 = 54000 \text{ L/h}$$

**2-1-11 Débit de la conduite principale**

$$Q_{cpl} = Q_{pr} \times N_{pr} \dots\dots\dots(5-12)$$

$$= 13500 \times 6 = 81000 \text{ L/h}$$

**2-1-11 Calcul du diamètre de la conduite tertiaire (conduite d’approche)**

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d’écoulement d’environs

1.05 m/s

Avec :

- Q : débit de la conduite considérée (m<sup>3</sup>/s).
- V : Vitesse d’écoulement (m/s).

$$D = \frac{\sqrt{4Q}}{\pi V} \dots\dots\dots(5-12)$$

**2-1-12 Calcul des caractéristiques des conduites secondaires**

**Tableau 5- 1: caractéristiques de la conduite secondaire**

partie	L(m)	Q (l/h)	V supposée(m/s)	Dcal(mm)	Dn (mm)	Vcal(m/s)	hcal(m)
01	90	54000	1.05	245.95	250	1.01	0.451
02	90	27000	1.05	180.98	200	0.94	0.246

**2-1-13 Calcul des caractéristiques des conduites principales**

**Tableau 5-2: Caractéristiques de la conduite principale**

Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)
81000	1.05	313.48	325	0.97

**2-2 Dimensionnement du réseau d’irrigation par aspersion**

Il est crucial d’évaluer certains paramètres essentiels à la conception d'un système d'irrigation par aspersion avant de le dimensionner correctement.

**2-2-1 Données générales**

- Choix de la culture :  
Compte tenu de la grande valeur des cultures cultivées dans la région, nous avons opté pour l'irrigation par aspersion du Sorgho.
- Choix de la parcelle :  
Le réseau d’irrigation sera installé sur la parcelle P12 alimentée par la borne B9 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 4 ha.
- Temps du travail :  
22 heures par jour, 26 jours par mois.
- Besoins en eaux de pointe :  
212.788mm pour le moi du juillet
- Perméabilité du sol :  
Le sol est de type limoneux – sableux avec une perméabilité estimée de :  
 $0.1 < K < 0.3$

**2-2-2 Calcul de la RFU**

La RFU est calculée comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z \dots\dots\dots(5-13)$$

Y : degré de tarissement = 2/3

Da : densité apparente = 1.35

Z : profondeur d'enracinement mm (60 cm pour Le sorgho) .

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

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

$$RFU = 21.6mm$$

**2-2-3 Dimensionnement théorique**

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

Avec une perméabilité du sol de K égale à 8 mm/h, nous établissons une condition où la pluviométrie de la buse, notée p, doit être inférieure ou égale à K.

Le diamètre de la buse est calculé comme suit :

$$p = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots(5-14)$$

Implique :

$$d = \frac{1.04 \times p}{1.5} = 5.2 \text{ mm}$$

D'après les spécifications techniques d'un arroseur de type PERROT, le diamètre de buse standard le plus proche est de 5,5 mm.

**2-2-3-2 Calcul de la portée du jet (L)**

La portée du jet se calcule comme suit :

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25} \dots\dots\dots(5-14)$$

Tel que :

d = Diamètre de la buse en mm .

h = Pression de la buse en mètres ; dans notre cas h = 3 bars = 30 m

$$L = 3 \cdot 5.5^{0.5} \cdot 30^{0.25} = 16.46 \text{ m}$$

En théorie, cette formule est applicable, mais elle nécessite une précision accrue en tenant compte du diamètre spécifique recommandé par le fournisseur. Selon le catalogue du fournisseur Perrot, avec une buse de diamètre de 5,50 mm et une pression de service minimale de 3,0 bars, la portée calculée est de 17 mètres.

**2-2-3-3Ecartement entre les rampes et les arroseurs**

Selon les normes américaines, l'écartement maximal entre les lignes d'arrosage, noté *El*, dépend de la vitesse du vent. Pour un vent faible, *El* est égal à 1,25 fois la longueur de la portée du jet (*L*), tandis que pour un vent fort, il est de 1,02 fois la longueur de la portée d'arrosage. De même, l'écartement maximal entre les arroseurs sur la rampe, noté *Ea*, varie en fonction de la vitesse du vent. Pour un vent faible, *Ea* est égal à 0,8 fois la longueur de la portée d'arrosage (*L*), et pour un vent fort, il est de 0,5 fois la longueur de la portée d'arrosage. Nous avons une vitesse du vent faible, donc :

$$El = 1.25 \times 17 = 21.25 \text{ m}$$

$$Ea = 0.8 \times 17 = 13.6 \text{ m}$$

Prenant les valeurs normalisées :

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

$$Ea = 12 \text{ m}$$

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

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

$$q = 0.95 \times \frac{\pi d^2}{4} \times \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (5-15)$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times 5.5^2}{4} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 30}$$

$$q = 1.87 \text{ m}^3/\text{h}$$

**2-2-3-5Vérification de la pluviométrie de la buse**

En supposant que l'écartement soit proportionnel à la longueur de la portée d'arrosage (*L*), la pluviométrie horaire (*p*) en millimètres par heure (mm/h) peut être estimée à l'aide de la relation suivante :

$$P = \frac{q}{Ea \times El} \dots\dots\dots (5-16)$$

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

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie

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

**2-2-3-6 Calcul du tour d'eau**

Le tour d'eau se calcule comme suit :

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{Dose RFU} \times N_j}{B \text{ pointe}} \dots\dots\dots(5-17)$$

Tel que :

- Dose RFU = 21.6 mm
- Nj = 26 jours / mois
- B pointe = 142.275 mm

$$T_{\text{eau}} = \frac{21.6 \times 26}{142.275}$$

$$T_{\text{eau}} = 3.94 \text{ jours}$$

Donc le nombre d'irrigation sera égal à 8 irrigations par mois, soit une irrigation chaque 4 jours.

- Efficience d'irrigation = 0.75
- Besoin journalier = 212.788/30 = 4.74 mm
- La nouvelle dose réelle = 10 x 4.74 = 47.4 mm
- La nouvelle dose brute = 47.4/0.75 = 63.2 mm

Le temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration :

$$T_a = \frac{\text{dose brute}}{P} \dots\dots\dots(5-18)$$

$$T_a = \frac{63.2}{8} = 7.9$$

$$T_a = 8 \text{ heures}$$

Par conséquent, il est possible d'utiliser deux emplacements par jour pour chaque asperseur.

**2-2-3-6 Calcul de l'unité d'arrosage Su**

La surface unitaire arrosée ou unité de surface se calcule comme suit :

$$Su = \frac{s}{T \times n} \dots\dots\dots(5-19)$$

$$Su = \frac{4}{4 \times 2} = 0.5 \text{ ha}$$

**2-2-3-7 Nombre d'asperseurs requis**

Le nombre se calcule avec la formule suivante :

$$N_{asp} = \frac{\text{surface à arroser}}{\text{implantation}} \dots\dots\dots (5-20)$$

$$= \frac{0.5 \text{ ha}}{12 \times 18} = 23.14$$

$$N_{asp} = 24 \text{ asperseurs}$$

**2-2-3-8 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois**

Le calcul du volume se fait par la formule suivante :

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times El \times Ea \dots\dots(5-21)$$

$$V = (2 * 8 * 63.2 * 18 * 12) / 1000$$

$$V = 218.41 \text{ m}^3$$

**2-2-4 Dimensionnement hydraulique des rampes**

La procédure de dimensionnement varie d'une parcelle à l'autre, car elle dépend des dimensions de la parcelle et de la manière dont le système d'aspersion est planifié. Dans notre cas spécifique, la parcelle mesure 282 mètres de long sur 260 mètres de large.

**2-2-4-1 Longueur de la rampe**

$$L_r = \frac{\text{largeur du terrain}}{2} - \frac{Ea}{2} \dots\dots\dots(5-21)$$

$$L_r = \frac{160}{2} - \frac{12}{2}$$

$$L_r = 124 \text{ m}$$

**2-2-4-2 Nombre d'asperseurs par rampe**

$$N_{asp/rampe} = \frac{L_r}{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots(5-22)$$

$$N_{asp/rampe} = \frac{124}{12} = 10.33$$

$$N_{asp/rampe} = 11 \text{ asperseurs}$$

2-2-4-3 Nombre de rampe

$$N_{rampes} = \frac{N_{asp/rampe}}{N_{asp/rampe}} = \frac{21}{11} \dots\dots\dots(5-22)$$

$$N_{rampes} = 2 \text{ rampes}$$

On doit travailler avec deux rampes.

2-2-4-4 Débit des rampes

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times N_{asp/rampes} \dots\dots\dots(5-23)$$

$$Q_{rampe} = 1.50 \times 11 = 16.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

2-2-4-5 Débit des portes rampes

$$Q_{porte\ rampe} = Q_{rampe} \times N_{rampes} \dots\dots\dots(4-24)$$

$$Q_{porte\ rampe} = 16.5 \times 2 = 33 \text{ m}^3/\text{h}$$

2-2-4-6 Dimensionnement des rampes et porte rampes

Pour déterminer le diamètre des canalisations, nous utilisons une valeur de vitesse, qui est comme suit :

$$V \leq V_{adm} ;$$

$$V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s} ;$$

On suppose que  $V = 1.5 \text{ m/s}$  et on calcule le diamètre des canalisations :

$$D_{pr} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} = 0.08 \text{ m} \dots\dots\dots(5-25)$$

2-2-4-7 Calcul des pertes

La formule de type Hazen Williams est couramment utilisée pour calculer l'expression générale des pertes de charge linéaire dans les conduites.

$$\Delta H = \frac{(3.592)^{1.852}}{CH} \frac{Q^{1.852}}{D^4} \dots\dots\dots(5-26)$$

Tel que :

- $\Delta H$  : Perte de charge unitaires (m/m)
- $Q$  : Débit de la conduite en  $\text{m}^3/\text{s}$
- : coefficient équivaut à 130.

Pour la rampe on a :  $L = 70 \text{ m}$ ,  $D = 0.08 \text{ m}$ ,  $Q = 0.0029 \text{ m}^3/\text{s}$  / Pour le porte rampe on a :  $L = 153 \text{ m}$ ,  $D = 0.08 \text{ m}$ ,  $Q = 0.0029$

Lorsqu'une perte de charge totale de 0,02 mètres est atteinte, on peut constater que la règle de Christiansen est respectée. Les données sont synthétisées dans le tableau qui suit :

**Tableau 5-3: paramètres des rampes et des portes rampes**

Paramètres	Porte de rampe	Rampe
Longueur (m)	260	62
Diamètre (mm)	80	80
Débit (m <sup>3</sup> /h)	33	16.5
Vitesse (m/s)	1.5	1.5
Perte de charge (m)	0.02	0.02

**2-2-4-8 Calcul de la pression en tête du réseau :**

$$H = H1 + H2 + H3 \dots\dots\dots(5-26)$$

- H : pression à la tête de la parcelle.
- H1: Pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).
- 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 de 3,04 bars est adéquate, car elle dépasse la pression requise de 4,56 bars aux bornes.

**2-3 Réservoir de stockage**

Chaque parcelle sera équipée d'un réservoir de stockage et de régulation. Nous recommandons un bassin de stockage d'une capacité de 50 mètres cubes. Pour optimiser les performances de la pompe et garantir un bon refoulement, il est nécessaire de surélever le bassin de 2 mètres par rapport à la cote naturelle (la base du bassin doit être élevée de 3 mètres au-dessus du niveau du sol). Chaque réservoir sera pourvu d'une pompe submergée horizontale chargée du refoulement de l'eau vers les parcelles d'exploitation par le biais du réseau d'irrigation.

**2-4 La vitesse admissible**

L'établissement d'une limite de vitesse autorisée vise à prévenir les dangers associés aux vitesses excessives (risque d'érosion) et aux vitesses trop faibles (risque de dépôts 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.

## 2-5 Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau de canalisation doit prendre en considération la nature corrosive du sol, ainsi que la capacité à répondre aux exigences hydrauliques telles que le débit et la pression, tout en tenant particulièrement compte de la disponibilité sur le marché. Parmi les matériaux couramment utilisés, on peut mentionner l'acier, la fonte, le PVC, et d'autres encore.

\*/ Les conduites **en fonte** présentent plusieurs avantages, notamment une bonne résistance aux forces internes, une bonne résistance à la corrosion, ainsi qu'une grande rigidité et solidité. Cependant, elles ont pour inconvénient un coût relativement élevé.

\*/ Les conduites **en PEHD** sont les plus couramment utilisées en raison de leurs nombreux avantages, tels que leur légèreté, leur facilité de découpe, de bonnes propriétés hydrauliques, leur disponibilité sur le marché, une installation de canalisation aisée, et un coût relativement bas. Cependant, leur inconvénient réside dans le risque de rupture en cas de mauvaise soudure.

\*/ En ce qui concerne les conduites **en PRV**, elles sont fabriquées à partir d'une combinaison de résine de polyester, de fibres de verre et de matériaux de renforcement. Dans notre cas, les conduites seront en PEHD si leur diamètre est inférieur ou égal à 315 mm, tandis qu'elles seront en fonte si leur diamètre est supérieur à 400 mm.

## 2-7 Calcul des débits aux bornes

Le calcul du débit pour chaque borne destinée à alimenter un îlot est exprimé de la manière suivante :

$$Q_b = q_s \cdot S$$

Avec :

- ❖  $Q_b$  : Débit de chaque îlot (l/s)
- ❖  $q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha)
- ❖  $S$  : Superficie de l'îlot (ha)

## 2-8 Choix du diamètre de la borne

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

**Tableau 5-4: types des bornes.**

TYPE	DEBIT FOURNIS	ENTREE	SORTIE
Type A2	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$	1 entrée Ø80.100	2 sorties Ø65
Type A4	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$	2 entrée Ø80.100	4 sorties Ø65
Type B	$40 < Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$	2 entrée Ø80.100.125	2 sorties Ø100
Type C	$80 < Q \text{ m}^3/\text{h}$	2 entrée Ø80.100.125	1 sorties Ø150

## 2-9 Choix de type de la borne

Le choix du type de borne dépend de la superficie de manière générale, avec les critères suivants :

- Pour les îlots ayant un nombre de parcelles compris entre 4 et 8, ainsi qu'une superficie inférieure à 15 hectares, la borne à quatre prises (Borne de type A4) est sélectionnée.
- Pour les îlots composés de deux parcelles avec une superficie inférieure à 15 hectares, la borne à deux prises (Borne de type A2) est utilisée.
- Pour les îlots comportant deux parcelles et ayant une superficie supérieure à 15 hectares, la borne à deux prises (Borne de type B) est préférée.
- Pour les îlots de grande envergure, des bornes de type C sont envisagées.

**Tableau 5-6: Calcul des débits des îlots et choix du diamètre et type de borne.**

Îlot	N° de la parcelle	Surface de la parcelle (ha)	Matériel	Type de la borne	Débit de la borne (l/s)
1	P1	10.36	Fonte	Borne d'irrigation type A2	21.652
2	P2	11.4	Fonte	Borne d'irrigation type A2	23.826
3	P3	12.08	Fonte	Borne d'irrigation type A2	25.247
4	P4	12	Fonte	Borne d'irrigation type A2	50.16
	P5	12			50.16
5	P6	6.25	Fonte		43.367

	P7	14.5		Borne d'irrigation type A2	43.367
6	P8	13.12	Fonte	Borne d'irrigation type A2	27.42
7	P9	13.06	Fonte	Borne d'irrigation type A2	27.29
8	P10	6.625	Fonte	Borne d'irrigation type A2	27.69
	P11	6.625			27.69
9	P12	4	Fonte	Borne d'irrigation type A2	38.53
	P13	14.44			38.53
10	P14	13.23	Fonte	Borne d'irrigation type A2	56.91
	P15	14			56.91
11	P16	14.31	Fonte	Borne d'irrigation type A2	29.9

**2-10 Calcul du diamètre**

Les diamètres sont déterminés en utilisant la formule de "LABYE", qui nous fournit une estimation du diamètre économique, que nous normalisons ensuite.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots (5-27)$$

Avec :

Q : débit

D: diamètre exprimé en mm .

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.5 m/s .

**2-11 Estimation des pertes de charge**

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, quiest donnée par la formule suivante :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots (5-28)$$

$$J=L \times Q^M/D^N \dots\dots\dots (5-29)$$

Tableau 5-7: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K(m)	L	M	N
0.1	1.15	1.89	5.01
0.5	1.6	1.96	5.19
1	1.4	1.975	5.25

La rugosité équivalente : K=0.1 mm, donc : L=1.15 M=1.89 N=5.01.

Dans notre situation, les canalisations seront en fonte si leur diamètre est de 315 mm ou plus, sinon elles seront en PEHD. En ce qui concerne les canalisations en fonte/PEHD, nous estimons que les pertes de charge singulières correspondent à 10% des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont expliqués en détail dans le tableau qui sera présenté par la suite. L'estimation des pressions repose sur l'application du principe de Bernoulli entre le point 1 et le point 2 :

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

Où h1 et h2 sont les hauteurs de pressions ,V1 et V2 sont les vitesses d'écoulement dans 1 et 2 et Z1 et Z2 sont les côtes du terrain naturel. ΔH : sont les pertes de charge entre 1 et 2.

Tableau 5-8: Calcul du diamètre des conduites principales.

TRANCON	Q (l/s)	Dcal(m)	Dcal(mm)	Dnor(mm)	Dint(mm)	longueur(m)	perte decharge	Vitesse (m/s)	Pression (bar)
F1- N11	50	0.230203	230.20345	250	230.8	25	$1.2606 \cdot 10^{-5}$	0.74	4.67
N11-N12	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.66	4.59
N11-N13	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.61	4.84
F2- N21	50	0.23020	230.20345	250	230.8	25	$1.2606 \cdot 10^{-5}$	0.75	4.50
N21-N22	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.87	4.49
N21-N23	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.61	4.48
F3- N31	50	0.230203	230.2034	250	230.8	25	$1.5089 \cdot 10^{-5}$	0.73	4.58
N31- N32	39	0.1993620	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.81	4.43
N31-N33	39	0.1993620	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.81	4.28
F4- N41	50	0.230203	230.2034	250	230.8	25	$1.5089 \cdot 10^{-5}$	0.89	4.41
N41- N42	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.83	4.20
N42- N43	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.82	4.18
F5- N51	50	0.23020	230.20345	250	230.8	25	$1.5089 \cdot 10^{-5}$	0.80	4.4

N51-N52	45.5	0.215335	215.33561	250	230.8	120	0.00011664	0.71	4.14
N52-N53	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.72	4.09
F6-N61	50	0.23020	230.20345	250	230.8	25	$1.5089 \cdot 10^{-5}$	0.95	3.99
N61-N62	45.5	0.215335	215.33561	250	230.8	120	0.00011664	0.75	4
N62-N63	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.72	4.14
F7-N71	50	0.230203	230.20345	250	230.8	25	$1.2606 \cdot 10^{-5}$	0.92	4.82
N71-N72	45.5	0.215335	215.33561	250	230.8	25	$1.3703 \cdot 10^{-5}$	0.44	4.01
N72-N73	39	0.199362	199.36204	200	184.6	100	$7.5444 \cdot 10^{-5}$	0.68	4.18

## 2-11 Fonction de la borne d'irrigation :

Chaque borne et même chaque sortie doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire. laisser passer ou arrêter le débit. régler le débit. et le limiter au module. régler la pression.

Assurer le comptage de l'eau livrée. et enfin encaisser les suppressions accidentelles.

Tableau 5-9: Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne

N° d'Ilots	N° de la borne	surface en Ha	Debit Spécifique en m <sup>3</sup> /s	Débit de la borne en m <sup>3</sup> /s	diamètre de la borne	Nombre de sortie en DN65
1	B1	10.36	0.002	0.02	65	2
2	B2	11.4	0.002	0.021	65	2
3	B3	12.08	0.002	0.022	65	2
4	B4	24	0.002	0.045	65	2
5	B5	20.75	0.002	0.039	65	2
6	B6	13.12	0.002	0.024	65	2
7	B7	13.06	0.002	0.024	65	2
8	B8	13.25	0.002	0.025	65	2
9	B9	18.44	0.002	0.035	65	2
10	B10	27.23	0.002	0.051	65	2
11	B11	14.31	0.002	0.027	65	2

Nous avons **11 borne d'irrigation** avec diamètre d'entrée de 65mm a deux sortie DN65.

### 3 Les équipements du réseau de distribution

#### 3-1 Les équipements de contrôle des conduites

##### 3-1-1 Les vannes

Dans le contexte des réseaux d'irrigation, les vannes de sectionnement jouent un rôle fondamental en matière d'isolation des dispositifs situés en dérivation sur le réseau, tels que les ventouses, les clapets d'entrée d'air et les soupapes de décharge. Elles sont également essentielles pour la réalisation des opérations de vidange des conduites et l'isolation de certaines parties du réseau, permettant ainsi d'intervenir, que ce soit pour des réparations ou la création de nouvelles connexions, sans nécessiter une interruption complète de l'approvisionnement en eau du réseau d'irrigation.

Afin de garantir une conformité aux normes établies, chaque groupe de deux bornes dans notre réseau sera systématiquement pourvu d'une vanne de sectionnement en amont. De plus, toute borne isolée sera équipée d'une vanne de sectionnement en amont, sauf lorsque la distance entre la conduite secondaire et la borne est inférieure à 50 mètres, auquel cas la vanne sera installée à proximité immédiate de la borne.

En ce qui concerne la mise en œuvre du sectionnement des conduites, deux types de vannes sont utilisés : les vannes à opercule à cage ronde pour les diamètres de conduite supérieurs à 300 mm, et les vannes à papillon pour les diamètres plus importants.



Figure 5-1: vanne à opercule à cage ronde

##### 3-1-2 Les ventouses

Les ventouses revêtent une utilité significative dans les systèmes de canalisations en opération, où elles sont employées à des fins de dégazage. Elles interviennent spécifiquement lors du processus de remplissage pour évacuer l'air présent et pendant la vidange pour permettre l'entrée d'air. Cette fonctionnalité permet de pallier le phénomène de coup de bélier induit par des surpressions résultant de l'arrêt brusque de l'écoulement d'eau, notamment à la fin de la purge, lorsque l'eau remplace soudainement l'air évacué. De plus, elles sont efficaces lors de

l'évacuation accidentelle d'air qui survient lors de l'ouverture de la vanne de garde d'une borne, alors qu'une poche d'air s'est accumulée.

Le principe de fonctionnement des ventouses repose sur l'action d'un flotteur qui obstrue un orifice situé au sommet de la ventouse. Lorsque de l'air s'accumule dans le corps de la ventouse, le flotteur descend, libérant ainsi l'orifice jusqu'à ce que tout l'air accumulé soit complètement expulsé.

Les emplacements stratégiques pour l'installation des ventouses se trouvent généralement aux points culminants des conduites d'alimentation, et elles sont systématiquement positionnées entre deux vannes. Le choix de la ventouse se fait en fonction directe du diamètre de la conduite, comme détaillé dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5-10: diamètre des ventouses adapte à la canalisation

Diamètre de la conduite	Type de ventouse
D < 500 mm	D = 80mm
500 < D < 1200	D = 100mm

### 3-1-3les bornes d'irrigation

La borne d'arrosage représente un dispositif compact, spécifiquement conçu pour les réseaux à fonctionnement à la demande, combinant diverses fonctions essentielles. Elle assure l'arrêt ou la mise en service de la borne, la distribution à un ou plusieurs utilisateurs, chacun bénéficiant d'une prise individuelle, la régulation de la pression, la limitation du débit prélevé par chaque prise à la valeur maximale attribuée à l'utilisateur, et en dernier lieu, la comptabilisation des volumes d'eau distribués par chaque prise, tout en offrant une protection contre le gel et la formation de poches d'air.

### 3-2Choix de la pompe :

Le choix de la pompe est déterminé en fonction de deux caractéristiques primordiales :

1. Le débit de la pompe.
2. La hauteur de relevage (HMT).

Les caractéristiques de la pompe :

- ✓ -Pompe immergée semi-axiale.
- ✓ -Corps d'aspiration, de refoulement et diffuseur : en fonte.
- ✓ -Roues : en fonte, bloquées sur l'arbre par des douilles coniques en acier inoxydable.
- ✓ -Arbre : en acier inoxydable, guidé par aux extrémités et au niveau de chaque diffuseur par des paliers protégés contre la pénétration de sable.
- ✓ -Accouplement, visserie, crépine et gouttière de protection des câbles en acier inoxydable.
- ✓ -Clapet de retenue : incorporé, avec orifice fileté.
- ✓ -Peinture : homologuée pour eau potable. Moteur électrique

- ✓ -Asynchrone, triphasé, lubrifié par le liquide interne.
  - ✓ -Rotor en court-circuit.
  - ✓ -Stator : rebobinable, en fil de cuivre revêtu par une gaine en matériau hydrofuge à haut degré d'isolement spécifique au fonctionnement à bain d'eau.
  - ✓ -Chemise du stator : en acier inoxydable.
  - ✓ -Paliers supérieur et inférieur : en fonte.
  - ✓ -Arbre : en acier inoxydable guidé par des paliers en bronze.
  - ✓ -Butée : type Michel, à patins oscillants.
  - ✓ -Membrane de dilatation pour l'équilibrage entre la pression interne et externe.
  - ✓ -Visserie : en acier inoxydable.
  - ✓ Peinture : homologuée pour eau potable. Données techniques / Caractéristiques
- 
- ✓  $Q = 39.89 \text{ l/s}$
  - ✓  $H = 62.9 \text{ m}$
  - ✓ n. pôles : 2
  - ✓ Fréquence: 60 Hz
  - ✓ Monophasé / Triphasé : 3~
  - ✓ Puissance moteur P2 : 30 kW
  - ✓ Tension : 460 V
  - ✓ Diamètre refoulement : G5"
  - ✓ Max. diamètre : 193

## Conclusion

Dans ce chapitre, Nous avons étudié la planification de l'irrigation au niveau de la parcelle, en mettant l'accent sur deux systèmes spécifiques : l'aspersion et le goutte-à-goutte. Pour le système d'irrigation par aspersion, nous avons souligné l'importance de prendre en compte deux paramètres critiques, à savoir la perméabilité du sol et la vitesse du vent. De plus, nous avons réalisé divers calculs liés au réseau de la distribution.

# **Chapitre VI : Organisation du chantier et étude technico-économique**

## **Introduction**

Après avoir effectué une analyse technique des options employées, il devient impératif d'entreprendre une évaluation économique du projet. Ce chapitre englobe sa phase préliminaire, visant à définir les aménagements pertinents requis dans la zone d'intervention du projet, tandis que sa phase ultérieure concerne l'estimation des coûts d'implantation. Elle inclut typiquement l'ensemble des tarifs relatifs aux équipements hydrauliques et à leur installation.

Nous n'avons comme travaux que l'installation du réseau de distribution et les réseaux à la parcelle. Car les forages sont déjà réalisés et ils sont situés dans notre périmètre alors on n'a pas besoin d'un réseau d'adduction.

## **6-1 Différents travaux à entreprendre**

### **6-1-1 Travaux concernant le réseau distribution**

Les opérations comprises dans les activités nécessaires à l'établissement du réseau de distribution consistent en :

#### **6-1-2 Exécution des tranchées**

Il s'agit d'une opération de décapage du sol qui implique la réalisation d'excavations. Ces excavations seront effectuées au moyen d'une pelle hydraulique, tandis que les matériaux excavés seront disposés à proximité de la tranchée. L'autre côté de la tranchée sera réservé à la pose des conduites.

#### **6-1-3 pose du lit de sable**

Cette étape implique la mise en place d'une couche de sable au fond de la tranchée, avec une épaisseur de 12 centimètres dans notre situation.

#### **6-1-4 La pose de canalizations**

Avant de procéder à la descente du pipeline dans la tranchée, celui-ci est trié de manière à retirer les éléments qui ont été affectés. Ensuite, un dispositif de levage est employé pour les abaisser lentement dans la tranchée. Pendant cette opération d'installation, une surveillance régulière de l'alignement du pipeline est effectuée pour garantir une connexion sans problème des tuyaux.

## **6-2 Epreuve de joint et de la canalization**

Dans un souci accru de sécurité, l'essai de pression des canalisations et des raccords est réalisé avant le remblai. Cet essai est effectué au moyen d'une pompe d'essai qui implique le remplissage de la conduite avec de l'eau sous une pression équivalant à 1,8 fois la pression de service à laquelle la conduite sera soumise lors de son utilisation opérationnelle.

## **6-3 Remblayage des tranchées**

Il s'agit d'une forme de terrassement qui inclut à la fois l'enterrement des tuyaux et l'utilisation de matériaux de remblai issus des excavations.

### 6-4 Nivellement et compactage

Après avoir achevé le remblayage, nous procéderons à l'opération de nivellement, qui englobe l'aplanissement de la surface, suivie d'une phase de compactage visant à accroître la densité du sol, prévenant ainsi tout tassement ultérieur.

### 6-5 Pose de canalisation

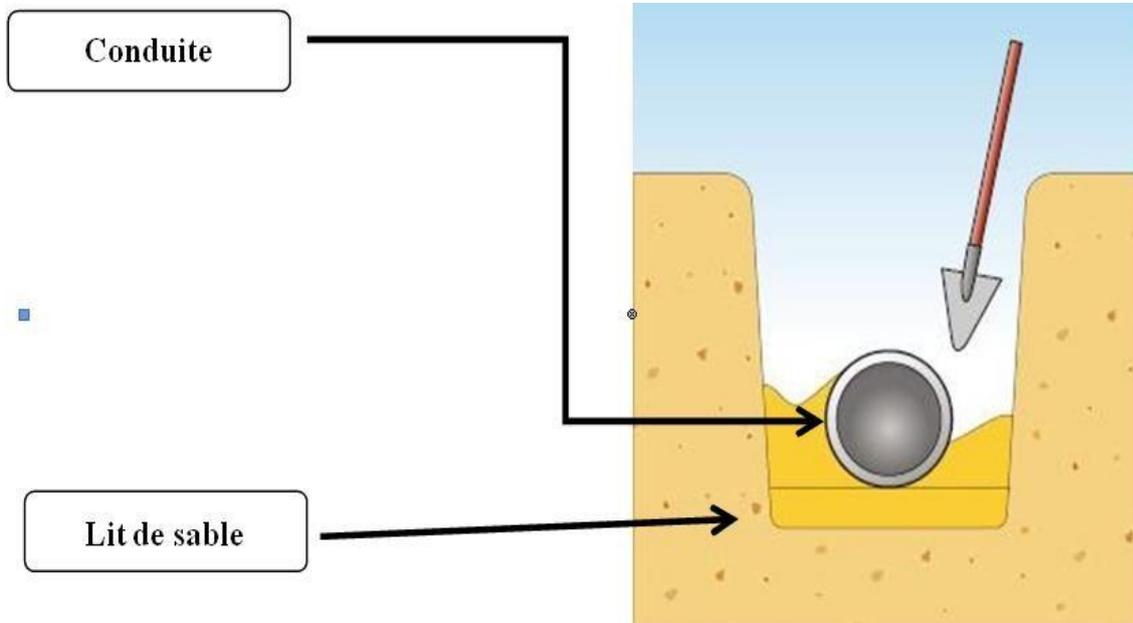


Figure 5-1: la pose de la canalisation

### 6-6 Calcul du volume de terrassement

La largeur du fond de la tranchée pour la pose en terre des conduites est déterminée par la formule suivante :

$$B = D + 2 \times 0.3 \dots\dots\dots (5-1)$$

Où :

B : largeur de la tranchée (mètres)

D : diamètre de la conduite (mètres)

### 6-7 Profondeur de la tranchée

Il est essentiel que la profondeur de la tranchée soit adéquate pour garantir la réalisation correcte des branchements particuliers et prévenir toute intercommunication avec les autres conduites.

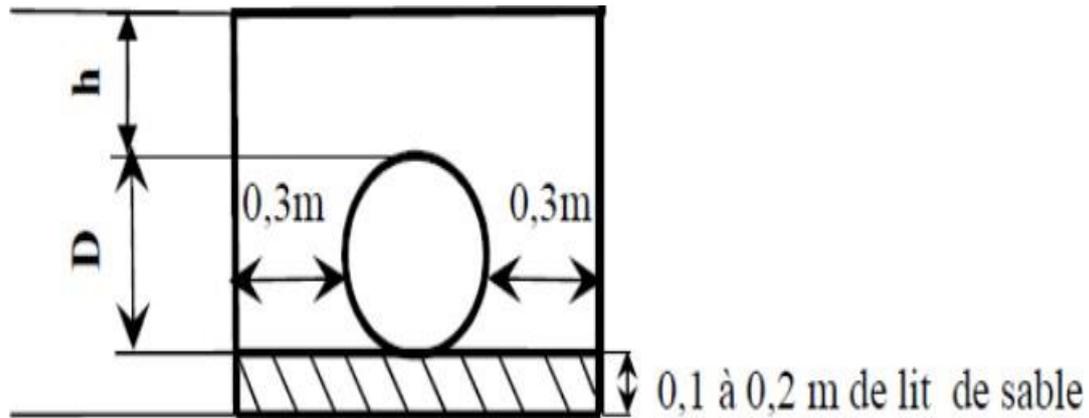


Figure 5-2: schéma d'une tranchée

La profondeur de la tranchée (H) est calculée en additionnant la hauteur du lit de pose (e), le diamètre de la conduite (d), et la hauteur du remblai au-dessus de la conduite (h) en mètres.

La largeur de la tranchée, qui dépend de la section des conduites, est déterminée par la formule :

$$l = D + 2 \times 0.3 \text{ mètres}$$

La hauteur totale de la tranchée (H) est évaluée en utilisant la formule :

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \text{ mètres}$$

Où :

- H : profondeur de la tranchée (en mètres)
- e : hauteur du lit de pose (en mètres)
- d : diamètre de la conduite (en mètres)
- h : hauteur du remblai au-dessus de la conduite (en mètres)
- l : longueur de la tranchée (en mètres)
- D : diamètre de la conduite
- h\_sable : hauteur du lit de sable, comprise entre 0.1 et 0.2 mètres.

### 6-8 Volume du déblai :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \text{ (m}^3\text{) ..... (5-2)}$$

### Volume de remblais :

$$V_{\text{rem}} = V_{\text{deb}} - (V_{\text{cond}} + V_{\text{Sable}}) \text{ ..... (5-3)}$$

### Volume de sable :

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égale à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} * L * l \text{ ..... (5-4)}$$

**6-9 Calcul des différents volumes :****Tableau 6-1: calcul des volumes.**

Conduites	l (m)	h(m)	L(m)	Vdéb(m3)	Vcond(m3)	Vsab(m3)	V remb(m3)	V exc(m3)
Tube Ø80PEHD	0.7	1	5980	4186	30.04	418.6	3737.36	448.64
Tube Ø200 PEHD	0.8	1.1	1190	1047.2	37.36	190.4	819.44	227.76
Tube Ø250 PEHD	0.9	1.2	530	477	26	95.4	355.6	121.4
Tube Ø325 FONTE	0.9	1.2	1120	1209.6	92.86	201.6	915.14	294.46
<b>TOTAL</b>				<b>6919.8</b>	<b>186.26</b>	<b>906</b>	<b>5827.54</b>	<b>1092.26</b>

**Tableau 6-2: calcul des prix.**

Pièces	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø16 PEBD(m)	557	15,02	8366.14
Tube Ø80 PEHD(m)	5980	178.6	1068028
Tube Ø200 PEHD(m)	1190	2932,06	3489151.4
Tube Ø250 PEHD(m)	530	3519,72	1865451.6
Tube Ø325 FONTE(m)	1120	5881,51	6587291.2
Vanne Ø90	11	4200	46200
Vanne Ø250	7	5200	36400
Goutteur	11719	6,13	71.837.4
Filtre	7	25926	181482
Pompe	7	750000	5250000
Forage	7	10000000	70000000
Bassin d'accumulation 50 m3	7	450000	3150000
Asperseur	96	1900	182400
Injecteur d'engrais	1	17979	17979
Electrification(km)	3.5	3000000	105 000 00
Poste Transformateur 160KVA	1	1600000	1 600 000
	TVA(19%)	15867738	91769586.7
<b>Montant TTC</b>			<b>109205808</b>

Tableau 6-3: quantité des travaux de terrassement.

Conduites	Unités demesure	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant(DA)
Déblai	M3	6919.8	1000	6919800
Pose du lit desable	M3	906	1100	996600
Remblai de la tranchée	M3	5827.54	600	3496524
Évacuation de terres excédentaires à la décharge	M3	1092.26	500	546130
Total			3200	11959054
Montant TTC				14231274.3

**SOURCE : ALGERIE PRIX CONSTRUCTION**

L'estimation total du cout du projet est de l'ordre de :

$$CT = 109205808 + 14231274.3 = 123437082 \text{ DA}$$

### Conclusion :

D'après notre analyse des coûts de la conception des systèmes de distribution, il est évident que l'évaluation du réseau d'irrigation localisée et de celui par aspersion présente une augmentation significative. Cette hausse découle de l'emploi d'un nombre considérable de conduites, en particulier dans le réseau d'irrigation localisée, et de la nécessité d'utiliser des équipements de filtration onéreux.

# Conclusion générale

## **Conclusion générale**

Le projet de création d'un périmètre agricole d'une superficie totale de 178 hectares à Hassani Abdelkarim, dans la wilaya d'El Oued, est conçu pour favoriser la culture de dattes et d'olives, ainsi que la production de cultures maraîchères destinées à répondre aux besoins de la commune et de la wilaya. Ce projet est caractérisé par des aspects techniques et économiques viables.

Ce projet hydro-agricole poursuit plusieurs objectifs visant à promouvoir le développement économique et social durable de la région. Ses principales finalités sont les suivantes :

1. Faciliter la fixation de la population dans la région et réduire l'émigration vers d'autres zones à la recherche d'emplois.
2. Créer de nouvelles opportunités d'emploi, notamment pour les diplômés, avec chaque parcelle de terre capable d'employer jusqu'à dix travailleurs, à la fois permanents et saisonniers.
3. Satisfaire la demande locale en légumes et fruits, tout en augmentant les rendements.

Sur le plan environnemental et écologique, ce projet revêt une importance significative pour la collectivité. Il contribue notamment à la préservation de l'équilibre du milieu naturel grâce à une utilisation rationnelle des ressources en eau (en favorisant une exploitation prudente et durable) et du sol (en améliorant la fertilité du sol et en luttant contre l'érosion). De plus, il vise à créer des intégrations paysagères de grande qualité.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] DAGHEL MOHAMED AMINE. Etude d'extension du périmètre d'irrigation d'Ain kerchapartie est sur une superficie de 284 ha à Oum el bouaghi. ENSH, 2020.
- [2] J. Doorenbos; A. Kassam. Reponse des rendements à l'eau. FAO Bulletin d'Irrigation et de Drainage (N33). 1980.
- [3] Water and the innovation issues in irrigation and drainage, Spon Press, (1998)
- [4] (S.MOHAMADI)(2005), Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre mih ouansa d'une superficie de 200 ha à partir du forage oued tork (W.D'el oued).
- [5] OUAKLI Hadjer. Etude du périmètre d'irrigation de Béni Slimane (Secteur3) 251,87 HA, à partir du barrage de Béni Slimane (W. Médéa). ENSH, 2021.
- [6] M. BENZITA Oussama. ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE DE FENOUGHIL (SECTION A DE 400 HA) W. ADRAR A PARTIR DU FORAGE. ENSH, 2020.
- [7] (BRIK.S)(2001). Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre d'irrigation de chalghoum laid (secteur ouest) 160 ha à partir du barrage hammam grouz (w- mila)

# ANNEXES

**ANNEXE 1 : 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 02

## 5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (q) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ETcult = 5-6 mm/jour

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (q) de l'eau utilisable <sup>1</sup>	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m <sup>2</sup>		
			T.fin	T.moyenne	T.grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	55
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot <sup>2</sup>	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.5-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trifile	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Cacao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Courcoubre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Daté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitière cade.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales <sup>2</sup>	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Cérif. d'hiver <sup>2</sup>	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laine	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs <sup>2</sup>	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Oliver	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poivron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	20
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave mûr.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Canne à sucre <sup>2</sup>	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournefort <sup>2</sup>	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Potato douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
lard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	80	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau de sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

<sup>1</sup> Quand  $ET_{cult} < 3$  mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand  $ET_{cult} > 8$  mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).

<sup>2</sup> Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Smart et Hagan (1972), Saher et Goods (1967), Rijssen (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

**ANNEXE 3 : COEFFICIENT CULTUREL KC DE CHAQUE CULTURE**

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Bananiier tropical	0.4-0.5	0.7-0.85	1.0-1.1	0.9-1.0	0.75-0.85	0.7-0.8
Bananiier subtropical	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0-1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
Haricot sec	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
Chou	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
Coton	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Maïs grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
Oignon vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
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 04 :



**Caractéristiques de  
l'asperseur circulaire  
PERROT ZF 30**

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h			
				m		□	△	□	△	□	△
				disp.	disp.	disp.	disp.	disp.	disp.		
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88		
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36		
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57		
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76		
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42		
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64		
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85		
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3		
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78		
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05		
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29		
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64		
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2		
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,6		
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82		
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04		
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43		
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77		
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05		
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26		
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22		
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45		
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71		
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98		
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75		
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12		
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43		
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76		
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1		
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6		
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	8,0	6,0		
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	8,5	6,2		

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)