

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU
PERIMETRE M'CHEDELLAH (W.BOUIRA) D'UNE
SUPERFICIE DE 110 HA A PARTIR D'UN RESERVOIR**

PRESENTE PAR :

M^r BENSALÉM Mohamed Amine

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r M.MEDDI	Professeur	Président
M ^{me} S.MEDJDOUB	M.A.A	Examinatrice
M ^{me} S.SAADOUNE	M.A.A	Examinatrice
M ^r D.KOLAI	Assistant	Examineur
M ^{me} W.AZIEZ	M.A.A	Promotrice

Session - 2014

REMERCIEMENT

J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à notre DIEU tout puissant, de m'avoir, donné le courage et la volonté pour mener à bien ce travail. Car sans lui rien n'est possible.

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à ma promotrice, M^{ème} AZIEZ WAHIBA qui m'a chaleureusement accueilli au sein de l'ENSH. Je la remercie pour les discussions, scientifiques que nous avons partagées, ainsi que pour son aide précieuse dans l'élaboration de ce mémoire.

- * A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.*
- * Aux membres de jury qui me font l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.*
- * A mon oncle ALI*
- * Une mention spéciale à ma famille et à mes amis pour m'avoir aéré l'esprit et pour la motivation qu'ils m'ont apportée tout au long de ce travail.*



BENSALEM MOHAMED AMINE

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

** A mes chers parents et mon oncle Ali*

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

** A mes chères et adorable frères et sœurs.*

** A toute la famille : BENSALÉM et BOUKABOUS*

** A mes amis et collègues de l'école nationale supérieure de l'hydraulique*

Nabil , rabi3 , Rabah , nadjibe , mossab , zakï , bilel 34 , Saïd kafeta , Hakim kfoja , Mustapha Obama , Rachid mimoza , Adnane , dhia , ghanou09 , raouf harachi , raouf et Chouaib 26 , Mounir la3rochi , Yacine Louza , minor , chiheb lah yerahmou...etc.

** Toute ma promotion, en générale et tous les étudiants de l'option irrigation et drainage en particulier*

BENSALÉM MOHAMED AMINE

ملخص :

إن الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لمنطقة مشدالله لولاية البويرة وذلك من أجل رفع المردودية الفلاحية لها وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي وتسيير أمثل للموارد المائية. وهذا لن يتحقق إلا بتبني أنظمة سقي حديثة والتي فرضت فعاليتها في الميدان كنظام السقي بالتنقيط الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي ومن بين ما يتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

Résumé :

Notre objectif ,rentre dans le cadre de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone de m'chedallah (W.Bouira) ; dont le but est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau En adaptant des systèmes d'irrigation modernes qui ont fait preuve de leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée la mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie. Ce système présente de multiples avantages, tels qu'une économie importante d'eau.

Abstract:

The aim of my present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feed back, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and from the other part. This is by adoption of modern irrigation system because of their reliability, i.e.: localized irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like saving important quantities of water

Liste des figures

Chapitre I : analyse des conditions naturelles

Figure I.1 : carte montre la situation géographique de la wilaya de Bouira.....	01
Figure I.2 : carte limites administratives de la wilaya de Bouira.....	02
Figure I.3 : Histogramme des températures moyennes mensuelles en °C.....	04
Figure I.4 : Histogramme des répartitions mensuelles des précipitations.....	04
Figure I.5 : Secteur de la répartition saisonnière des précipitations.....	05
Figure I.6 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s).....	06
Figure I.7 : Diagramme bioclimatique d'emberger.....	09
Figure I.8 : Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	10
Figure I.9 : diagramme de classification de l'eau d'irrigation	13

Chapitre II : calcul des besoins en eau des cultures

Figure II.1 : Graphe d'ajustement à une loi normale.....	20
Figure II.2 : Graphe d'ajustement à une loi log-normale.....	22

Chapitre III : choix des procédés et techniques d'irrigation

Figure III.1 : Les différents systèmes d'irrigation.....	32
Figure III.2 : irrigation localisée.....	36
Figure III.3 : Zone humidifié par le goutteur.....	36

Chapitre IV : Adduction et dimensionnement du réseau

Figure IV.1 : Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses.....	43
Figure IV.2 : Représentation du réseau de distribution avec pressions et débit.....	44

Chapitre V : protection du travail-organisation de chantier

Figure V.1 : Pelle équipée en rétro.....	58
Figure V.2 : Réseau à nœud.....	61

Chapitre VI : étude technico-économique

Figure VI. 1 : schéma d'une tranchée.....	64
--	----

liste des tableaux

Chapitre I : analyse des conditions naturelles

Tableau N° I.1: Moyennes mensuelles des températures période 1986-2010.....	3
Tableau N° I.2: Estimations des pluies moyennes mensuelles.....	4
Tableau N° I.3: Répartition saisonnière des précipitations.....	5
Tableau N° I.4 : Humidités relative mensuelles moyennes en (%) période 1986-2010.....	5
Tableau N° I.5 : Les moyennes mensuelles des vitesses du vent période 1986-2010.....	6
Tableau N° I.6 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco période	7
Tableau N° I.7: Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières de la période.....	7
Tableau N° I.8: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée.....	7
Tableau N° I.9 : classification du climat.....	8
Tableau N° I.10 : Qualité de l'eau brute de réservoir de m'chedallah.....	11
Tableau N° I.11: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	12
Tableau N° I.12: Classification des eaux en fonction de SAR.....	12

Chapitre II : calcule des besoins en eau des cultures

Tableau N°II.1: Caractéristiques de la station pluviométrique.....	14
Tableau N°II.2: Répartition des pluies moyennes mensuelles (1985-2011).....	15
Tableau N°II.3: détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station.....	17
Tableau N°II.4 : l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles à la loi normale....	19
Tableau N°II.5 : l'ajustement de la série des pluies à la loi log normale.....	21
Tableau N°II.6: L'année de calcul.....	23
Tableau N°II.7: Les résultats de l'évapotranspiration ETo.....	25
Tableau N°II.8: Besoins en eau d'irrigation de l'olivier.....	29
Tableau N°II.9: Besoins en eau d'irrigation de la tomate.....	29
Tableau N°II.10: Besoins en eau d'irrigation du la vigne.....	30
Tableau N°II.11: Besoins en eau d'irrigation de la carotte.....	30
Tableau N°II.12: Besoin en eau d'irrigation des cultures de périmètre	31
Tableau N°II.13: Occupation du sol.....	31

Chapitre IV : Adduction et dimensionnement du réseau

Tableau N°IV.1 : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles	41
--	----

Tableau N°IV. 2: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation.....	42
Tableau N°IV.3: Caractéristiques des conduites de distribution.....	42
Tableau N°IV.4: calcul de D_{cal} de la rampe.....	51
Tableau N°IV.5: calcul de D_{cal} du porte-rampe.....	51
Tableau IV.6: calcul des diamètres des conduites secondaires.....	51

Chapitre V : protection du travail-organisation de chantier

Tableau N°V.1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.....	58
Tableau N°V.2: Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet.....	60

Chapitre VI : étude technico-économique

Tableau N°VI.1 : Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.....	63
Tableau N°VI.2 : Les volumes des travaux pour les conduites.....	65
Tableau VI.3 : Factures pro-forma terrassement.....	65

Liste des planches

Planche N°1 : plan de situation du périmètre de m'chedellah (W. Bouira)

Planche N°2 : plan d'occupation de sol de périmètre de m'chedellah (W. Bouira)

Planche N°3 : plan de réseau distribution du périmètre de m'chedellah (W. Bouira)

plancheN°4 : plan du réseau localisé (goutte a goutte)de la parcelle S03

PlancheN°5 : profil en long de la conduite principale

SOMMAIRE

Chapitre I

Introduction	1
I- présentation de la zone d'étude	1
I-1- le relief.....	3
I-1- géologie	3
II- données climatiques	3
II-1- Température moyenne	3
II-2- pluviometrie.....	4
II-3- L'Humidité relative	5
II-4- le vent	6
II-5- sirocco.....	6
II-6- L'insolation	7
II-7- gelée blanche.....	7
III- Les indices climatiques	8
III-1- L'indice d'aridité de MARTON	8
III-2- Quotient pluviométrique d'EMBERGER	9
III-3- Climogramme pluvio-thermique de BAGNOULS ET GAUSSEN	10
IV- Qualité de l'eau d'irrigation	11
IV-1- La conductivité électrique.....	11
IV-2- Le SAR (Sodium Absorption Ration).....	12
Conclusion	13

Chapitre II.

Introduction	14
III-1- partie hydrologie.....	14
III-1-1-Réseau pluviométrique.....	14
III-1-2- Homogénéité de la série pluviométrique.....	16

III-1-3-Etude de l'échantillon et choix du type de loi	18
III-1-3-1-Ajustement de la série pluviométrique	18
a. Ajustement à la loi normale (GAUSS)	18
b. Ajustement à la loi log-normale (GALTON)	20
III-1-4- Détermination de l'année de calcul	22
III-2- Partiederégimed'irrigation	23
III-2-1 Définition d'unrégimed'irrigation	23
III-2-2-Besoins en eau des cultures	23
III-2-2-1-Définition.....	23
III-2-2-2- L'évapotranspiration	23
III -2-3-Les paramètres fondamentaux du bilan hydrique	25
III-2-3-1-La pluviométrie	25
III-2-4- Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration	26
a)- Méthodes directes.....	26
b) Méthodes indirectes.....	26
III-2-5-Détermination des besoins en eaud'irrigation.....	28
III-2-5-1-Définition.....	28
III-2-5-2-Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	28
III-2-5-3- Besoins totaux nets en eau d'irrigation	31
III-2-6-Occupation du sol.....	31
III-2-7- Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique).....	31
Conclusion.....	32

Chapitre III

Introduction	33
I- Choix des Techniques d'irrigation.....	35
II- Irrigationlocalisée	35
a)- Les Avantages dela technique :.....	35
b)-Les inconvénients.....	35
III-3- Composition de l'installation.....	36
Conclusion.....	38

Chapitre IV

Introduction.....	38
IV-1-Réseau de distribution	39
IV-1-1-Ilotsd'irrigation.....	39
IV-1-2-Trace de distribution.....	39
IV -1-3-Caractéristiques des conduites du réseau d'irrigation	40
IV-1-4-Equipements	40
IV-1-5- Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles.....	41
IV-1-6- Dimensionnement du réseau de distribution.....	41
IV-2-Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte	45
IV-2-1- Calcul des besoins	45
a) Pourl'olivier	45
1) les besoins journaliers.....	45
2) Besoin journalier en tenant comptedela réduction K_R	45
3) La dose d'irrigation nette pratique	45
4) La dose d'irrigation brute	46
5) Fréquence des arrosages.....	46
6) la duréed'arrosage	46
7) Vérification de la duréed'arrosage	46
8)Calcul du nombre de postes	47
9) Surface d'un poste	47
IV-2-2 Calcul hydrauliques	47
IV -2-2-1Conditions hydrauliques	47

IV -2-2-1 Le débit	48
IV-2- 2-3 Calcul pour le poste 01	48
IV-2-2-4 Calcul pour le poste 02	49
IV2--2-5 Débit de la conduite secondaire	50
IV-3 Dimensionnement des différentes parties du réseau	50
IV-3-1 Le diamètre des rampes et les porte rampes	50
IV-3-3 Diamètre des conduites secondaires	51
Conclusion	52

Chapitre V

V-1- Protection et sécurité de travail.....	53
V-1 -1- Introduction	53
V-1-2- Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique.....	53
V-1-2-1- Facteurs humains	53
V-1-2-2- Facteurs matériels	53
V-1-2-3- Liste des conditions dangereuses.....	54
V-1-2-4- Liste des actions dangereuses	54
V-1-3- Mesures préventives pour éviter les causes des accidents	54
V-1-3-1- Protection individuelle.....	54
V-1-3-2- Autres protections	55
V-1-3-3- Protection collective	55
V-1-3-4-Engin de levage.....	55
V-1-3-5-Appareillage électrique	55
V-2- Organisation de chantier.....	56
V-2-1- Introduction.....	56
V-2-2- Les différents travaux sur le chantier :.....	56
V-2-2-1- Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :	56
V-2-2-2- Nivellement de la plate-forme de pose :	56
V-2-2-3- Excavation des tranchées.....	56
V-2-2-3-1- La profondeur (H)	57

V-2-2-3-2- Largeur de la tranchée	57
V-2-2-4- Choix des engins de terrassement.....	57
V-2-2-4-1- Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation.....	57
V-2-2-4-1-1- Pelle équipée en rétro	57
V-2-2-4-1-2- Pelle équipée en butée.....	58
V-2-2-4-2- Calcul du rendement d'exploitation de la pelle.....	58
V-2-2-4-2-1- Calcul du temps d'excavation.....	59
V-2-2-5- Pose de la canalisation.....	59
V-2-2-6- Lit de pose	59
V-2-2-7- Introduction de la canalisation.....	59
V-2-2-8- Epreuve de joint et de canalisation	59
V-2-2-9- Remblaiement des tranchées.....	60
V-2-2-9-1- Choix du bulldozer	60
V-2-3- Exploitation du système d'irrigation.....	60
V-2-4- Planification de travaux du réseau	61
Conclusion	62

Chapitre VI

Introduction.....	63
VI-2- Factures pro-forma des conduites.....	63
VI-2 -2- les conduites	64
VI -3-devis estimatif pour les terrassements	65
Conclusion.....	66

INTRODUCTION GENERALE

Dans la plupart des pays méditerranéens, l'eau disponible pour l'agriculture est de plus en plus rare et coûteuse.

L'Algérie a connu dernièrement un manque accru en ressources hydriques, de ce fait l'agriculture est désormais confrontée à une irrigation mal conduite qui présente un risque de causer de grandes pertes d'eau ainsi que le lessivage des principaux éléments nutritifs du sol qui peut réduire sa productivité.

La micro-irrigation est la nouvelle technique de l'évolution de l'irrigation qui conviendrait à contrer la menace de pénurie d'eau et de pollution tout en augmentant les rendements agricoles. Elle ne s'applique pas à toutes les cultures, néanmoins, elle permet une grande économie d'eau et de fertilisants.

Cependant la solution ne peut se trouver que dans un cadre collectif et participatif, et cela se montre bien sur le plan organisationnel et financier.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est dimensionner le périmètre d'irrigation de M'chdallah wilaya de bouira (adduction et distribution) dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique, et assuré une qualité d'irrigation pour satisfaire le client c'est le plus important, et pour garantir un bon rendement de récolte sur court, moyen et long terme.

La première étape de notre travail, a consisté en une collecte des données sur le site de travail (situation géographique, climat, qualité de l'eau, qualité du sol...), puis on va calculer les besoins de notre zone d'étude ce qui nous permettra de dimensionner notre réseau d'irrigation avec des calculs hydrauliques et une étude technico-économique de notre projet avec une organisation de chantier.

I- Introduction :

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu, notamment le périmètre irrigué et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données propres de la zone d'étude, ainsi que la connaissance de la géologie du lieu qui nous permettra de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation

I-1 Présentation de la zone d'étude :

La wilaya de Bouira s'étend sur une superficie de 4454 Km², représentant 0,19% du territoire national et qui appartient au bassin hydrographique ALGEROIS.

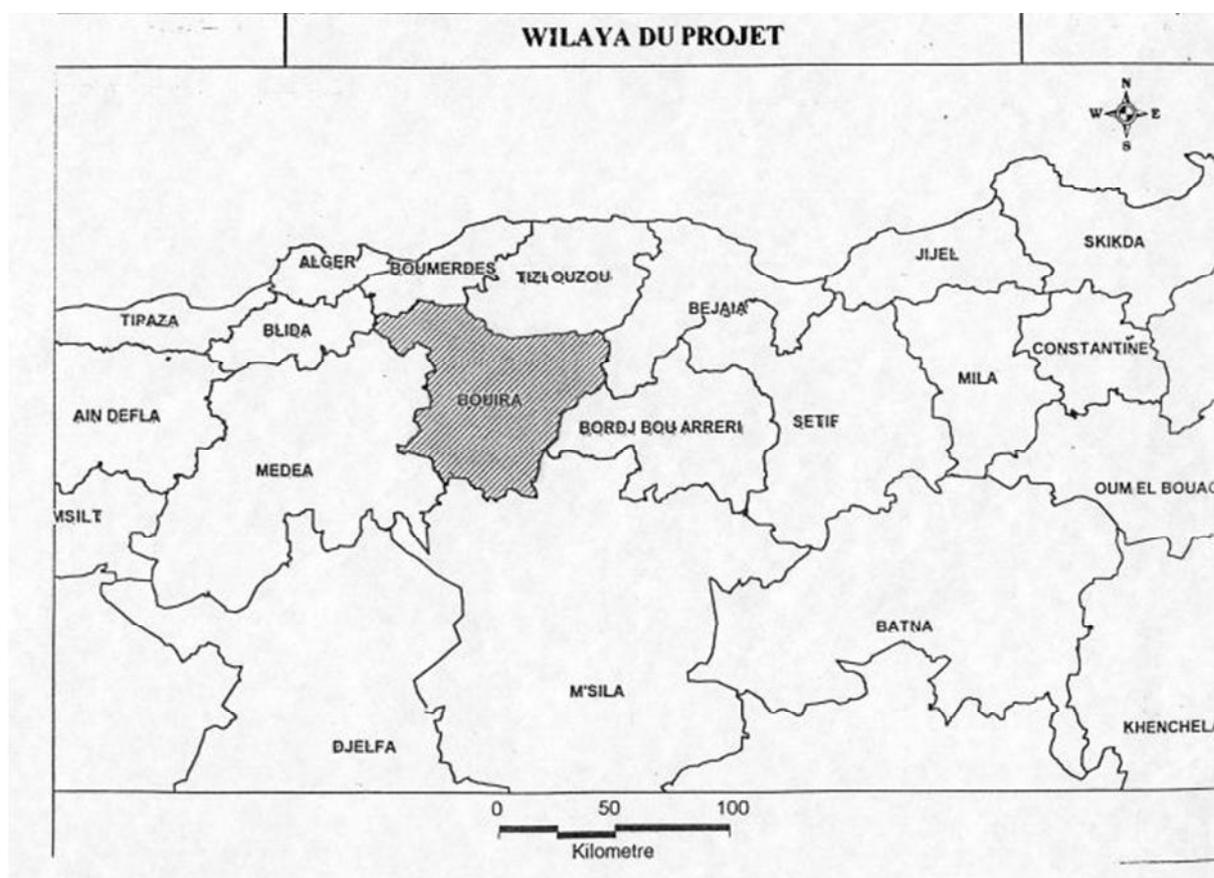


Figure I.1 : carte montre la situation de la wilaya de Bouira

La wilaya de Bouira est limitée :

- Au nord par les wilayas de Boumerdes et Tizi-Ouzou.
- Au sud et sud-ouest par les wilayas de M'Sila et Médéa.
- A l'est et au sud-est par les wilayas Bejaïa et Bordj-Bou-Argeridj.
- A l'ouest par de Blida et Médéa.

La grande chaîne du Djurdjura d'une part, et les montagnes de Dirah d'autre part, encadrent la wilaya qui s'ouvre de l'Ouest vers l'Est sur la vallée de la Soummam. Le territoire de la wilaya de Bouira est caractérisé par quatre (04) grands espaces géographiques :

- La terminaison orientale de l'atlas Blidéen,
- Le versant sud du Djurdjura,
- La chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud,
- La dépression sud Bibanique.

La wilaya de Bouira est composée de douze (12) dairas.

M'CHEDALLAH :

M'Chedallah anciennement Maillot est une commune de la wilaya de BOUIRA et chef-lieu de la daïra éponyme, située à 40 km environ à l'est de BOUIRA, à 80 km au sud-est de TIZI OUZOU et à 90 km environ au sud-ouest de BEJAIA elle est située entre BOUIRA et BEJAIA vers les montagnes de DJURDJURA. Elle est délimitée comme suit :

- Au nord Par saharidj .
- A l'Est les communes de chorfa et aithmansour.
- A l'Ouest les communes d'adjiba.
- Au sud les communes d'Ahnif.

La situation géographique de notre zone d'étude représentée dans la figure I.2



Figure I.2 : carte limites administratives de la wilaya de Bouira

I-1-1- Le relief :

Sur le plan du relief de la commune de m'chedallah, on s'aperçoit que cette région est délimitée au nord par la ligne de crête du Djurdjura, la partie Sud est caractérisée par un relief moins accidenté avec une pente douce d'Ouest en Est dont les cotes varient de 450 à 500 m

I-1-2- Géologie :

La géologie de la zone d'étude est caractérisée par les dépôts quaternaires qui comblent la dépression entre les massifs de Djurdjura et des Bibans. On distingue :

1. Les alluvions anciennes (conglomérats, calcaires, grès et formation argilo-gréseuses) forment les anciennes terrasses de l'actuel plateau de Bouira.
2. Les alluvions récentes (limons et argiles sableuses) occupent les fonds des vallées creusées par l'oued Eddous, les plateaux d'Asnam, de Bled El Madjen et de Bouira Le versant sud du massif du Djurdjura et le versant nord du massif des Bibans sont essentiellement formés d'argiles et de marnes intercalées de couches de calcaire (Crétacé supérieur).

Dans la partie centrale du massif des Bibans, on distingue surtout des calcaires avec des grès en plaquette, tandis que sur le versant sud apparaissent des schistes argileux avec alternances de marnes grises et calcaires marneux. Plus au sud, on rencontre des formations de marnes avec intercalations de grès quartzeux. La communes de m'chedallah possède une potentialité importantes en terrain agricole.

II- DONNEES CLIMATIQUES

Les données climatiques de la zone d'étude sont celles des observations effectuées sur les Principales stations hydro pluviométrique de l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (ANRH)

II-1- Température moyenne

Les températures mensuelles, moyennes sont récapitulées dans le tableau N°1

Tableau N° I.1: Moyennes mensuelles des températures période 1986-2010

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
T min °C	1.8	5.3	5.9	8.2	11.2	15	17.3	18	15.7	12	7.9	5.7
T max °C	13.2	14.9	18.1	20.3	25.3	31.9	35.2	35	29.6	25.1	17.7	14.1
T moy °C	7.5	10.1	12	14.25	18.25	23.45	26.25	26.5	22.65	18.55	12.8	9.9

Source ANRH Blida

T moy : Température moyenne en °C.

T max : Température maximale moyenne en °C.

T min : Température minimale moyenne en °C.

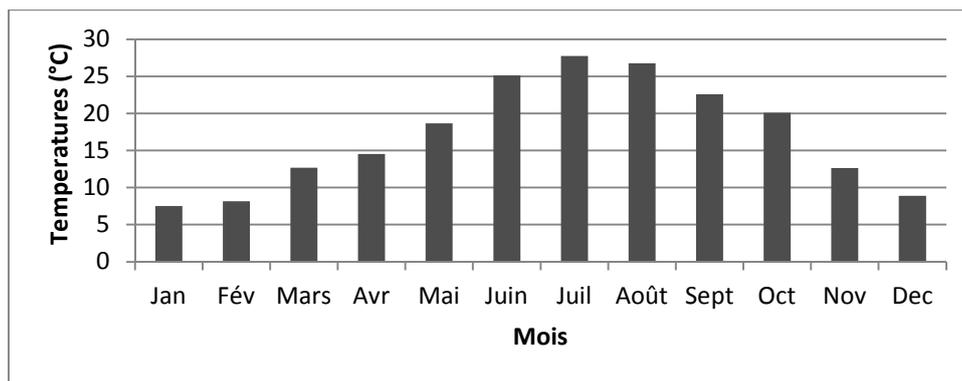


Figure I.3 : Histogramme des températures moyennes mensuelles en °C.

La zone d'étude située au pied du Djurdjura a un climat plus humide.

II-2- La pluviométrie :

Les pluies moyennes mensuelles représentées dans le tableau traduisent clairement les variations saisonnières et leur distribution à l'échelle annuelle. La station prise en considération dans la région d'étude fait ressortir deux périodes distinctes : une saison sèche et une autre humide

Tableau N° I.2: Estimations des pluies moyennes mensuelles.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	An
P en mm	31,0	23,5	33,2	52,9	54,3	34,2	38,5	35,1	29,2	10,7	5,1	7,0	354,7
P en %	8,7	6,6	9,4	14,9	15,4	9,6	10,9	9,9	8,2	3,0	1,4	2,0	100

Source ANRH Blida

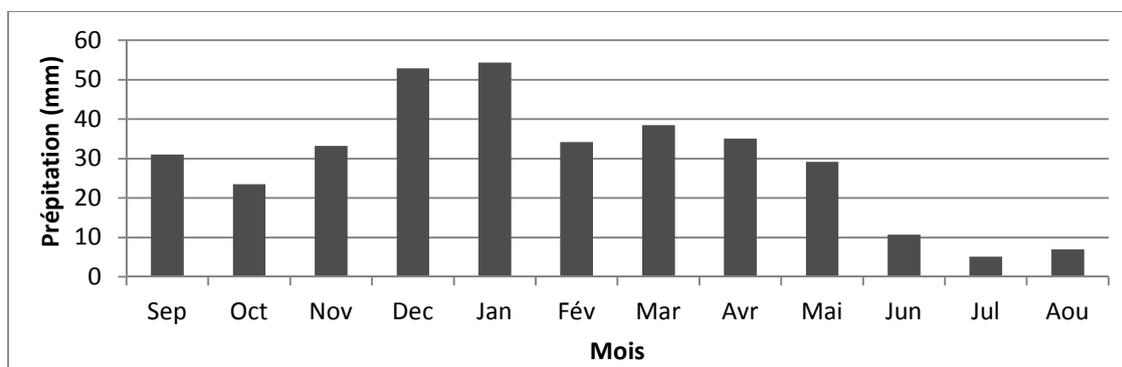


Figure I.4: Histogramme des répartitions mensuelles des précipitations.

On remarque l'existence d'une saison sèche qui correspond aux mois de juin à août, avec des pluies moyennes mensuelles inférieures à 20 mm et une saison humide qui correspond aux autres mois.

Tableau N° I.3: Répartition saisonnière des précipitations.

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Eté
P (%)	24,7	39,9	29,0	6,4

Source ANRH Blida

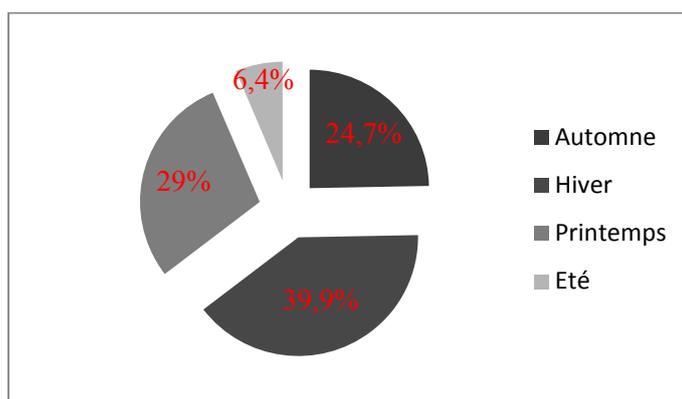


Figure I.5 : Secteur de la répartition saisonnière des précipitations

On remarque que la pluviométrie maximale se trouve au mois de janvier (54.3mm), et la plus faible pluviométrie se trouve au mois de juillet (5.1mm), et la pluviométrie moyenne annuelle est de 354.7mm

II-3- Humidité relative :

Les variations de l'humidité relative de l'air sont fondamentalement conditionnées par les variations de la température et par la nature des masses d'air locales. On admet que la variation de la température de l'air provoque, en règle générale, une variation contraire de l'humidité relative de l'air. La distribution spatiale des valeurs de l'humidité de l'air et variations journalières et annuelles, peuvent être modifiées par l'action des facteurs locaux

Tableau N° I.4 : Humidités relative mensuelles moyennes en (%) période 1986-2010

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
moy	84	82	74	71	68	56	51	54	66	71	73	84

Source : ONM Bouira

II-4- Le vent :

Le vent est un paramètre très important qui entre dans la projection du système d'irrigation surtout dans le cas où on utilise l'aspersion, elle est caractérisée par sa direction et sa vitesse. Le tableau suivant présente les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent (m/s).

Tableau N° I.5 : Les moyennes mensuelles des vitesses du vent période 1986-2010

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
V.vent (m/s)	2.6	2.6	2.5	3.1	2.8	2.8	2.7	2.5	2.3	2.0	2.4	2.6	2.6

Source : ONM Bouira

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscillant entre une valeur minimale en octobre, de l'ordre de 2.0 m/s et une valeur maximale de 3.1 m/s environ en avril. Le graphique ci-après présente une illustration de ce paramètre sur l'année :

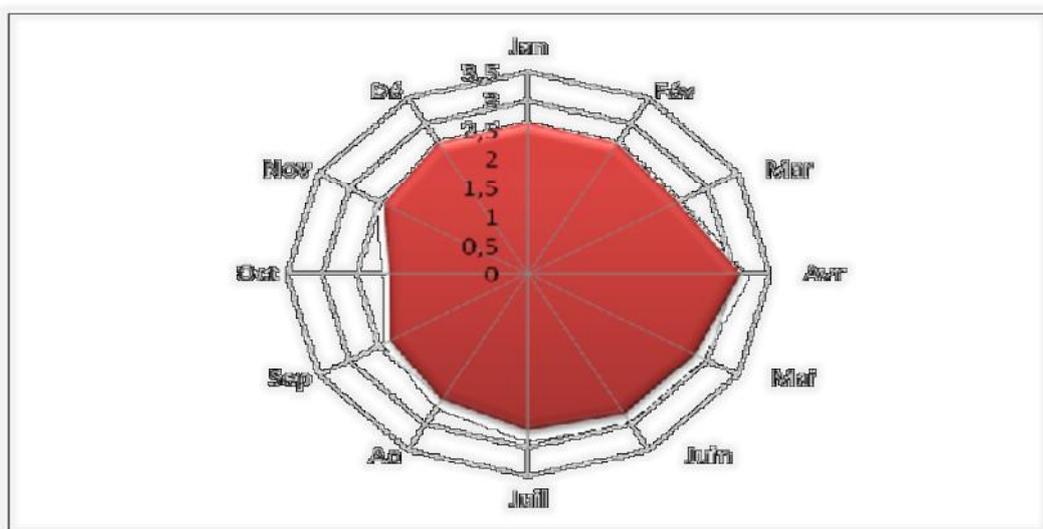


Figure I.6: Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s)

II-5- Sirocco :

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre

Les diverses valeurs observées sur les postes intéressant la zone d'étude sont présentées par le tableau ci-dessous

Nombre de jours moyens du sirocco relevé à la station de m'chedallah.

Tableau N° I.6 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco période 1980-2011

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
Nombre de Jours	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	4.0	1.0	2.0	0.0	0.0	11

Source : ONM Bouira

Le nombre moyen de jours de sirocco varie entre 1 à 4 jours entre Mai et septembre. La pointe est observée en aout avec 4 jours. Le total annuel est de 11 jours.

II-6- Insolation :

L'insolation dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre.

Le Tableau I.5 contient les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la durée d'insolation journalière. Les valeurs moyennes mensuelles varient régulièrement pendant l'année : les valeurs les plus élevées correspondent au mois d'été, avec comme valeur maximale 10,6 h par jour pour le mois de juin et valeur minimale pendant le mois de décembre (5,9 h par jour).

Tableau N° I.7: Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières de la période 1980-2011

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Nombre de Jours	3.9	6.5	7.1	6.8	5.5	8.8	12.1	9.5	6.9	6.2	1.8	3.2

Source : ONM Bouira

II-7- Gelée blanche :

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques et biochimiques vis à vis des rendements agricoles.

Les valeurs moyennes des gelées sont données dans le tableau ci-dessous

Tableau N° I.8: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée 1980-2011.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Nombre de Jours	7.4	7.6	6.4	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6

Source : ONM Bouira

III- Les indices climatiques :

Le but de ce calcul c'est la détermination de type de climat et voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : pluviométrie et température.

Les indices les plus connus sont ceux d'E.MARTON (1926) et E.EMBERGER (1932).

III-1- L'indice d'aridité de MARTON:

III -1-1- L'indice d'aridité de Marton :

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

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

Avec : P: précipitation annuelle en mm P = 354.7 mm

T: température moyenne en (°C). T = 16.85°C

I_A: indice d'aridité

$$\text{AN: } I_A = \frac{P}{T + 10} = \frac{354.7}{16.85 + 10} = 13.21$$

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONNE sont données dans le tableau ci-dessous:

Tableau N° I.9 : Classification du climat

Valeur	Type de climat	Irrigation
$I_A < 5$	Désertique	Indispensable
$5 \leq I_A \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 \leq I_A \leq 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 \leq I_A \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$30 \leq I_A$	Humide	Utile

Selon la classification de MARTONNE; notre climat est désertique, ce qui rend l'irrigation souvent indispensable.

III-2- Quotient pluviométrique d'emberger :

Cet indice a pour but de déterminer l'étage bioclimatique. Il est déterminé par la formule d'EMBERGER :

$$Q = \frac{1000 \cdot p}{\frac{M + m}{2} \cdot (M - m)} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot p}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots (I-2)$$

Q Quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : Précipitation moyenne annuel mm

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en K°(degré kelvin)

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en K°

Avec P : 354.7 mm

M : 35.2°c

m : 1.8° c

On aura $Q = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 354.7}{(35.2 + 273)^2 - (1.8 + 273)^2} = 36.43$

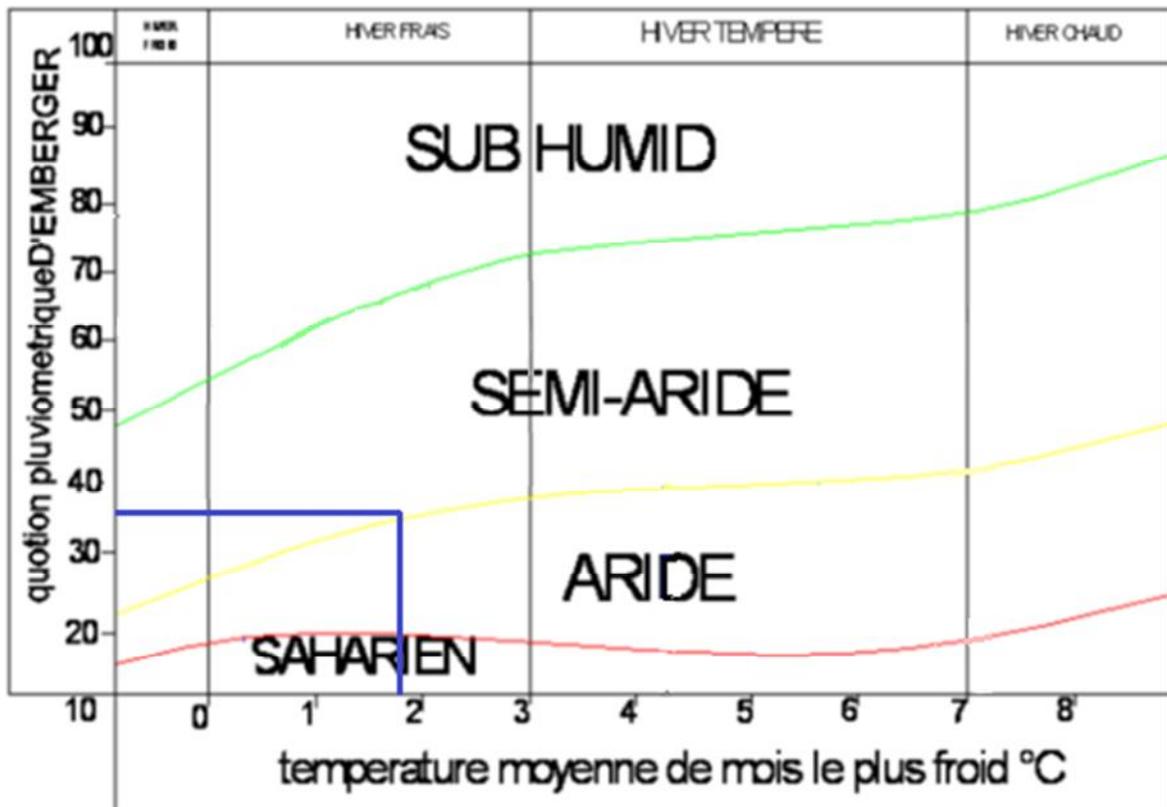


Figure I.7 : Diagramme bioclimatique d'emberger

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, (Figure I.7) et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre régions situé dans:

L'étage bioclimatique: Semi-aride [1]

III-3- Climogramme pluvio-thermique de BAGNOULS ET GAUSSEN :

Ces deux auteurs considèrent qu'un mois est sec quand le total de la précipitation **P** en (mm) est inférieur au double de la température **T**, c'est-à-dire quand le rapport $P/T < 2$ ou $P < 2 T$

Le diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche.

Sur le diagramme sont reportés :

- En abscisses: les mois de l'année.
- En ordonnées: les températures mensuelles d'un côté, et les précipitations moyennes mensuelles à une échelle double de celle des températures de l'autre.

Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les points d'interactions des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

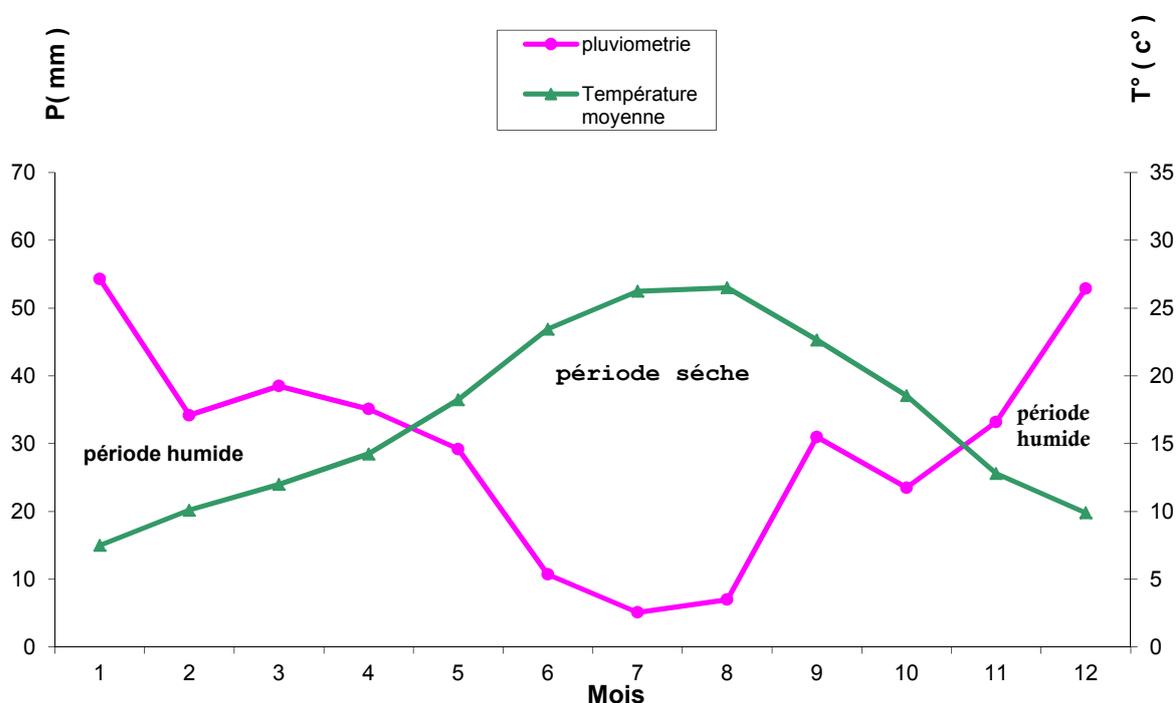


Figure I.8 : Diagramme ombrothermique de GausSEN.

IV- Qualité de l'eau d'irrigation :

Il est important de disposer d'une réserve satisfaisante en eau pour l'irrigation quantitativement parlant, mais mieux serait d'en disposer d'une eau de qualité ; pour cela il est impératif de faire son diagnostic afin de rechercher les éléments dont leur excès peut nuire aux cultures. Dans le cadre de cette étude, la qualité de l'eau de surface qui sera utilisée pour l'irrigation a été caractérisée par l'analyse des données de qualité d'eau brute de Barrage Tilesdit (échantillonnage fait dans les années 2007, 2008 et 2009) présentées dans l'étude de la station de traitement. Les valeurs de référence en ce qui concerne la qualité de l'eau brute pour la station hydrométrique de Barrage Tilesdit sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau N° I.10 : Qualité de l'eau brute de la station hydrométrique de réservoir de m'chedallah

aramètres	moyenne	maximum	minimum
Conductivité en mmhos/cm	0.720	0.760	0.680
Résidu Sec en mg/l	1568	2040	660
PH	7,9	8,2	7,2
CL- en mg/l	311	631	109
Na+ en mg/l	70.5	101	40
Ca++ en mg/l	140	212	67
Mg++ en mg/l	59	93	25
K+ en mg/l	14	21	8
SO42- en mg/l	550	960	178
HCO3 en mg/l	122	182	70
NO3- en mg/l	11	32	2

Source : ANRH

Pour l'ensemble des paramètres analysés ici, on remarque que selon les normes de la FAO pour la classification des eaux d'irrigation applicables dans la majorité des aménagements hydro agricoles des régions arides et semi-arides, leurs valeurs moyennes correspondent à des valeurs de classes de restriction d'utilisation faibles à modérées ; ne causant pas de préjudice aux cultures. Mais pour le pH, quelques problèmes relatifs à la précipitation du calcium qui peut entraîner des incrustations sont prévisibles.

IV-1- La conductivité électrique :

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique

Tableau N° I.11: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C1	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible
C2	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen
C3	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevée
C4	CE > 2,25	Eau de risque très élevée

Remarque :

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

L'eau du réservoir de m'chedallah prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne CE = 0,72mmhos/cm.

IV-2- Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na⁺ et celle en ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺. Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

$$SAR = 7.068$$

Tableau N° I.12: Classification des eaux en fonction de SAR

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S1	SAR ≤ 10	Risque faible
S2	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S3	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
S4	SAR > 26	Risque très Elevé

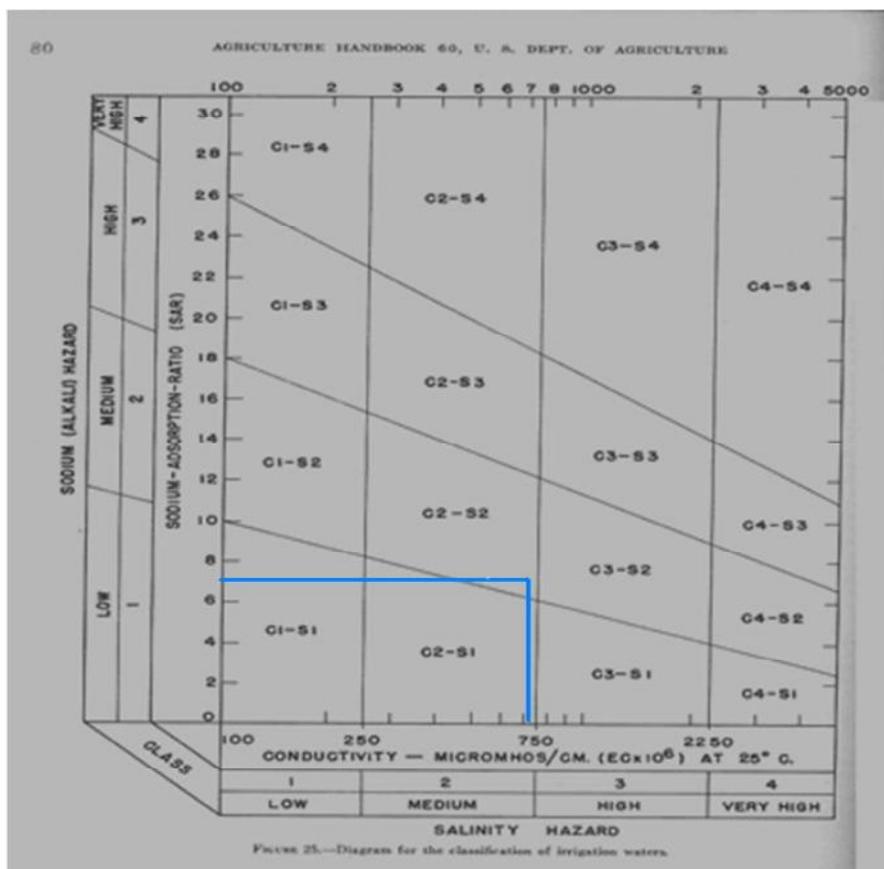


Figure I.9 : diagramme de classification de l'eau d'irrigation

On se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation. On peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un risque d'alcalinité moyen aussi, c'est pour ça on le trouve dans l'intervalle (C2-S2), ce qui montre que la qualité de ces eaux est acceptable dans le domaine d'irrigation.

Conclusion :

D'après les analyses des conditions climatiques on conclue que ce climat est de type continental avec une saison pluvieuse allant de septembre à avril et un été sec et chaud.

La pluviométrie de la zone est autour de 354.7mm/an.

Introduction

Dans ce chapitre nous allons étudier de près le bilan hydrique qui régné dans notre secteur d'étude en commençant premièrement par l'hydrologie qui a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donné ,qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques, et l'étude fréquentielle des séries pluviométrique par des lois statistiques pour faire ressortir les pluie efficace pour calcule le bilan hydrique.

Il viendra par la suite, l'étude du régime d'irrigation, ou nous pouvons évaluer quantitativement les besoin en eau des cultures.

II-1- PARTIE HYDROLOGIE :

II-1-1-Le Réseau pluviométrique :

Pour l'étude des pluies nous avons utilisé la série pluviométrique de la station qui dispose d'une série longue et représentative pour la zone d'étude, par l'Agence Nationale des Ressources en Hydrauliques (ANRH).

Le tableau suivant décrit la position de cette station

Tableau N°II.1: Caractéristiques de la station pluviométrique

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années
M'CHEDALLAH	150301	X(Km)	Y(Km)	450	1975-2011	35
		640.9	341.7			

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique de m'chedallah sont données dans le tableau si après

Tableau N°II.2: Répartition des pluies moyennes mensuelles (1975-2010)

Années	Sept	oct	nov	Dec	Jan	fév	mars	avri	Mai	Juin	juil.	aout	total
1975/76	16,6	2	41,3	30,6	19,1	75,8	27,6	73,1	33,5	12,3	12,8	0	344,7
1976/77	26,9	51,6	17,2	48,9	42,9	2,7	0	50,6	18,3	2,5	0	0	261,6
1977/78	8	6,8	48,7	9,8	34,8	17,2	29,2	42,7	28,7	3	0	0	228,9
1878/79	0	41,6	40,1	5,5	44,3	48,2	24	42,7	17,8	13,4	0	3	280,6
1979/80	49,4	26	41,9	13,9	41,2	10,9	55,6	55,1	27,2	0	0	0	321,2
1980/81	18	20,1	70,8	121,2	5,5	34,8	44,7	60,1	7,7	7,8	0	38,4	429,1
1981/82	11,6	27	7,2	32	85,9	43,3	35,8	31,9	52,4	10,5	0	0	337,6
1982/83	15	45,7	74,2	72	0	13,9	12	41,3	4	2,7	10,6	29,3	320,7
1983/84	0	2	13,9	11,8	36,6	59,4	19,4	30,6	27,1	20,5	0	6	227,3
1984/85	11,3	42,9	11,2	37,4	42,7	17,9	68,7	7,2	46	0	2,6	0	287,9
1985/86	25,3	44,1	46,6	17,4	109,2	24,9	70,2	6,1	4,1	14	0	0	361,9
1986/87	40	46,7	23,1	72,9	43,2	95,5	32,6	4,7	8,3	8,8	9,1	0	384,9
1987/88	0	21,7	55,3	19,5	17,9	22,3	35,9	46,6	9,9	1	0	0	230,1
1988/89	7,1	1,3	52,9	114,3	1	10,6	20,3	0	33,5	6	1	4	252
1989/90	71,8	6,1	20,2	11,8	32,1	0	32	13,5	65,4	16	44,6	2	315,5
1990/91	19,7	15,5	26,7	54,5	36,3	59,2	39,4	0	0,2	0	0	0	251,5
1991/92	12,9	44,1	4	0	42,7	0	31,1	86,2	94,1	12,5	13,7	0	341,3
1992/93	22,5	22,4	36,6	42,1	10	16,2	4,5	26,5	25,2	5,2	0	2,3	213,5
1993/94	67,2	21,5	25,6	30,2	11,3	40,1	12,4	22,1	6,3	0	0	0,7	237,4
1994/95	76,8	27,1	28,9	35,2	120,3	11,8	63,6	5,4	1,1	28,1	0	16	414,3
1995/96	0	42,5	3	18,4	74,2	103,4	30,7	24,3	41,8	1,7	3,3	0	343,3
1996/97	31,2	1,6	14,5	36,6	19,3	12,6	15,8	35,8	19,8	0	13	14	214,2
1997/98	33,3	37	76,1	23	15,1	37,9	5,5	40,9	113,8	0,5	0	0,9	384
1998/99	17,3	16,5	30,3	7,6	43,6	12,9	20,4	0	7,1	0	0,8	0,4	156,9
1999/00	24,8	19,3	16,5	75,3	0	0	1,9	6,9	24,3	0	0	0	169
2000/01	17,9	45,4	40,1	43,1	151,6	27,6	6,5	43,2	4,8	0	0	2,9	383,1
2001/02	19,2	2,7	7,8	1,2	13,1	13,1	0	6,5	1,2	5,4	4,2	24,5	98,9
2002/03	5,2	8,6	83,2	155	131	19,3	0	99,5	2,1	6,6	36,1	36,1	582,7
2003/04	16,6	53,2	44,3	104,8	44,3	12,8	21,1	52,9	100,2	7,4	0	11,2	468,8
2004/05	11,6	13,4	44,4	67,7	148,8	42,8	12,2	6,2	0	1,3	0	4,1	352,5
2005/06	19	33,7	33,6	33,1	41,6	38,4	17,5	18	50,6	0	15,5	0	301
2006/07	32,4	0,9	27	46,3	9,7	28,7	90,9	124,5	17,3	5,2	0,5	3,4	386,8
2007/08	39,4	102	44,7	8,7	6,9	37,4	54,1	9,4	38,8	16	0	1,2	358,6
2008/09	41,2	61,5	32,9	56,1	78,3	22,8	46,8	72,9	7,6	1,5	3,1	6,2	430,9
2009/10	60,8	6,1	44	54,3	26,8	76,5	45	13,8	39,3	29,1	0	12	407,7

ANRH Blida

II-1-2- Homogénéité de la série pluviométrique :

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au test de Wilcoxon :

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N_1 et N_2
- Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$
- On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. $W_{\min} < W_y < W_{\max}$

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{Rang}$$

W_X : Somme des rangs de sous série

$$W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{(N_1 N_2)(N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1) N_1 - W_{\min}$$

Tableau N°II.3: détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station.

Rang	Série d'origine	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI(mm)	Xunion Y
1	344.7	344,7	213.5	98,9	Y
2	261.6	261.6	237.4	156.9	Y
3	228.9	228.9	414.3	169.0	Y
4	280.6	280.6	343.3	213.5	Y
5	321.2	321.2	214.2	214.2	Y
6	429.1	429.1	384.0	227.3	X
7	337.6	337.6	156.9	228.9	X
8	320.7	320.7	169.0	230.1	X
9	227.3	227.3	383.1	237.4	Y
10	287.9	287.9	98.9	251.5	X
11	361.9	361.9	582.7	252	X
12	384.9	384.9	468.8	261.6	X
13	230.1	230.1	352.5	280.6	X
14	252.0	252.0	302.4	287.9	X
15	315.5	315.5	386.8	302.4	Y
16	251.5	251.5	358.5	315.5	X
17	341.3	341.3	430.9	320.7	X
18	213.5		407.7	321.2	X
19	237.4			337.6	X
20	414.3			341.3	X
21	343.3			343.3	Y
22	214.2			344.7	X
23	384.0			352.5	Y
24	156.9			358.6	Y
25	169.0			361.9	X
26	383.1			383.1	Y
27	98.9			384	Y
28	582.7			384.9	X
29	468.8			386.8	Y
30	352.5			407.7	Y
31	302.4			414.3	Y
32	386.8			429.1	X
33	358.5			430.9	Y
34	430.9			468.8	Y
35	407.7			582.7	Y

Après les calculs on a : $W_x = 278$, $W_{min} = 275.2$; $W_{max} = 336.8$

Donc : $275.2 < W_x < 336.80$

D'après les calculs, on voit que la condition de Wilcoxon $W_{min} < W_x < W_{max}$ est vérifiée, donc la série des précipitations moyenne annuelle de la station de m'chedallah est homogène.

La condition de **M^r Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de **M'chedallah** est homogène.

II-1-3- Etude de l'échantillon et choix du type de loi :

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi Normale.
- Loi de Galton ou loi log-Normale.

II-1-3-1-Ajustement de la série pluviométrique :

On la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi Normale, la loi log-normale et la loi de normale.

a. Ajustement à la loi normale (GAUSS) :

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(u) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(-\frac{1}{2x\mu^2}\right) du$$

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de m'chedallah sont regroupés dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau N°II.4 : Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles à la loi normale

Ajustement à une loi de Gauss

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	543	32.0	480	606
50	0.98	516	29.3	459	574
20	0.95	476	25.5	426	526
10	0.90	441	22.4	397	485
5	0.80	398	19.2	360	436
2	0.50	316	16.5	284	348
1.25	0.2	234	19.2	197	272

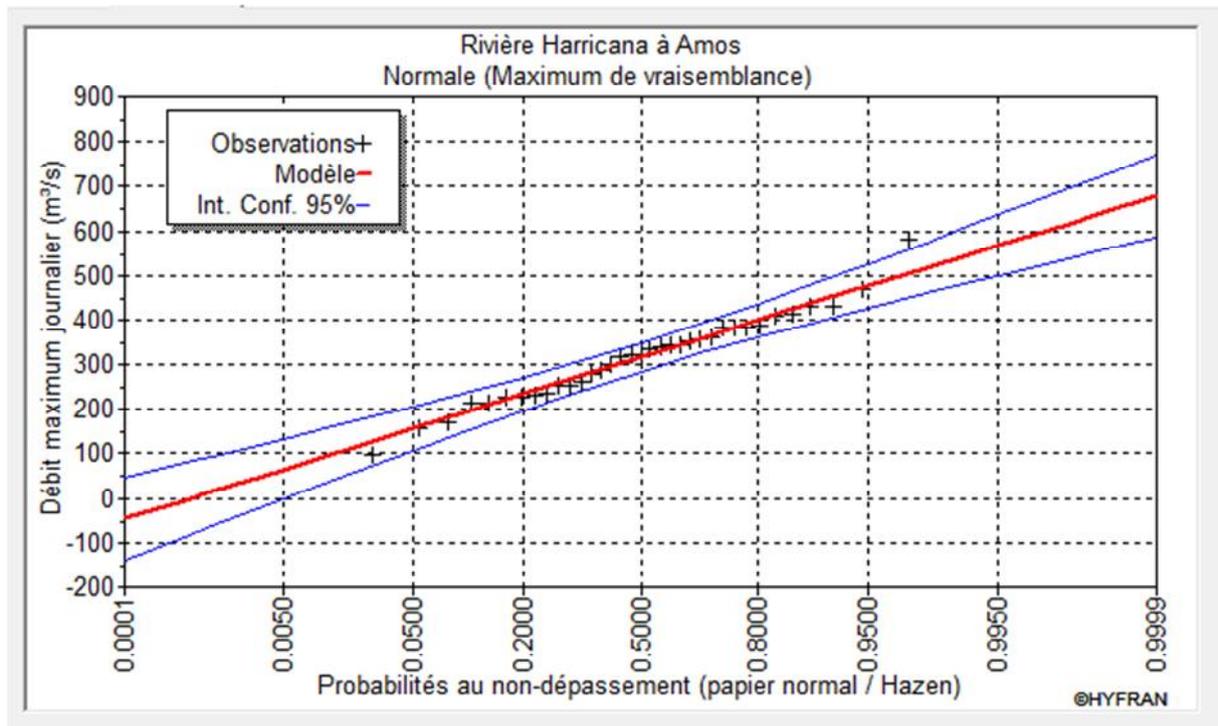


Figure II.1: Graphe d'ajustement à une loi normale.

b. Ajustement à la loi log-normale (GALTON) :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de m'chedallah sont regroupés dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau N°II.5 : Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles à la loi log normale

Ajustement à une loi Log-normale

$T = 1/q$	$q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)				
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.9900	673	77.0	522	824
50	0.9800	613	64.1	487	738
20	0.9500	531	48.3	347	626
10	0.9000	468	37.4	395	542
5	0.8000	402	27.6	348	456
2	0.5000	300	17.6	265	334
1.25	0.2000	224	15.4	194	254

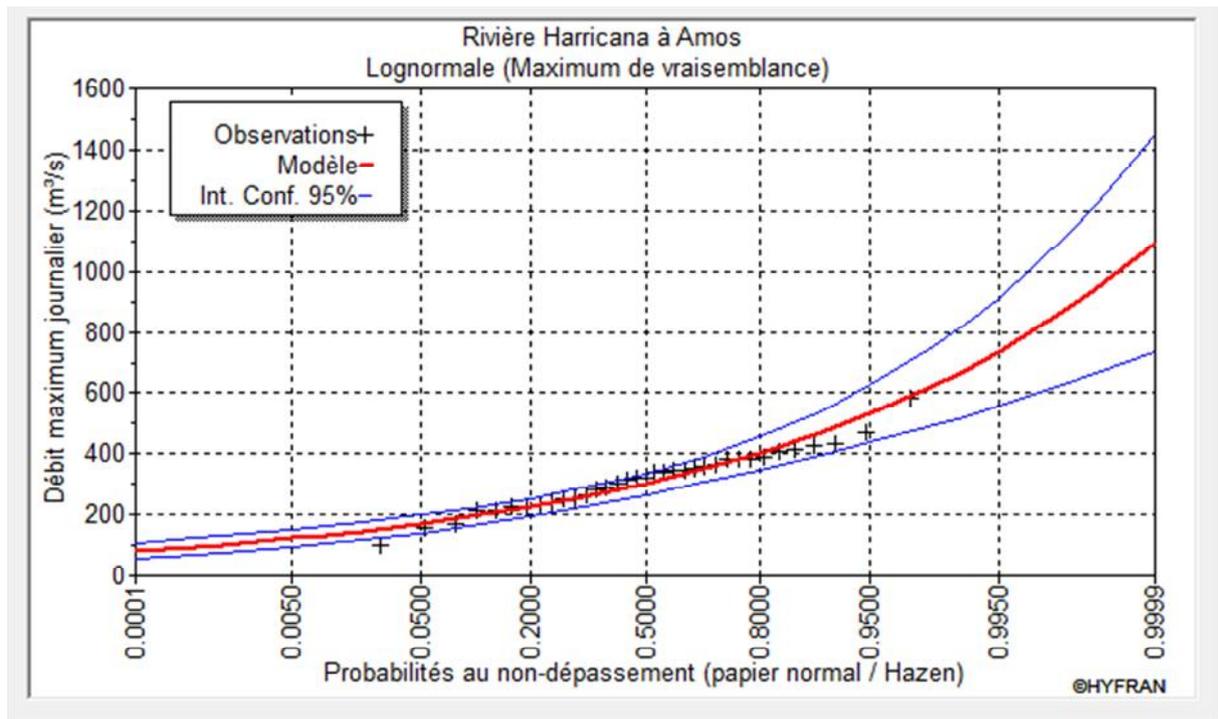


Figure II.2: Graphe d'ajustement à une loi log-normale

II-1-4- Détermination de l'année de calcul :

Puisque la Loi log Normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région Détermination de l'année de calcul a pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80 %), (de l'année de calcul de P 80%)

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80 % on utilise la loi suivante :

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 224.323 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 300.39 \text{ mm}$$

$$P_{\text{moy } 80\%} = \frac{224.323}{300.39} \cdot P_{\text{moy .mensuelle}} = 0.72 P_{\text{moy .menseulle}}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau N°II.6: L'année de calcul

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	An
P _{moy.80%}	21.63	15.88	23.1	28.09	27.13	21.97	19.89	20.65	17.53	8.17	2.88	5.55	212.45

II-2- PARTIE DE REGIME D'IRRIGATION :

II-2-1 Définition d'un régime d'irrigation :

Le régime d'irrigation est défini comme étant l'ensemble du nombre de doses d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures au cours de toute leur période de végétation dans le but de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.

II-2-2-Besoins en eau des cultures :

II-2-2-1-Définition :

En termes généraux, le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale.

De façon précise, le besoins en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisante pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

II-2-2-2- L'évapotranspiration :

a)- Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence :

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

On distingue : l'évapotranspiration de référence (ET₀), L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

C'est défini comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation. On peut définir l'ETP comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal présentant un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ, L'ETP correspond à la « demande d'évaporation » en eau « pouvoir » évaporant de l'air.

Dans ce travail, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel CROPWAT, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M^F Penman et Monteith modifiée.

En Angleterre, précisément en 1948, Mr Penman et Motheit ont proposés une étude de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considérations l'effet de quelques paramètres météorologiques. Les expériences ont montres que la formule telle qu'elle est, n'est pas applicable dans les zones arides ou semi arides de faibles humidité.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Mr Penman et Motheit, modifiée, qui prend en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent comptent des conditions météorologique diurne et nocturne.

L'expérience a montré que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaudes et semi arides. La formule de Mr Penman et Motheit modifiée se présentant comme suite:

$$ET_0 = C \times W \times R_n + 1 - W \times F_u \times (e_a - e_d)$$

D'où :

ET₀ : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm /jour.

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

R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprime en mm/jour.

F(u) : Fonction liée au vent.

e_a: Tension de vapeur saturante a la température moyenne de l'air, en millibars.

e_d : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence (e_a-e_d) consiste en facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes. Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT, fondé sur la méthode de Mr Penman et Motheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en mai 1990. Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, la méthode adoptée emploie les informations homogènes et fiables suivantes :

- Température : Les températures moyennes mensuelles sont données en degré Celsius.

- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.

- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.

- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET₀ calculés à l'aide du logiciel

CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau N°II.7: Les résultats de l'évapotranspiration ETo

Mois	T	Humidité	Vent	Ensoleillement	Radiation	Eto	Eto
	°C	%	m/s	heure	MJ/m ² /day	mm/jour	mm/mois
J	7.5	84	2.6	3.9	7.8	1.29	39,99
F	10.1	82	2.6	6.5	12.4	1.76	49,28
M	12	74	2.5	7.1	16	2.77	85,87
A	14.25	71	3.1	6.8	18.3	3.64	109,2
M	18.25	68	2.8	5.5	17.9	4.41	136,71
J	23.45	56	2.8	8.8	23.1	6.45	193,5
J	26.25	51	2.7	12.1	27.6	7.59	235,29
A	26.5	54	2.5	9.5	22.6	6.5	201,5
S	22.65	66	2.3	6.9	16.7	4.3	129
O	18.55	71	2.0	6.2	13	2.88	89,28
N	12.8	73	2.4	1.8	6.3	1.76	52,8
D	9.9	84	2.6	3.2	6.6	1.15	35,65

b)- L'évapotranspiration réelle :

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va perdre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle ETR : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à l'ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non.

II -2-3- Les paramètres fondamentaux du bilan hydrique :**II-2-3-1-La pluviométrie :****a)- Mesure de la pluviométrie :**

La pluviométrie est le paramètre le plus variable du bilan aussi bien dans le temps que dans l'espace.

La prise des mesures des précipitations dépend des facteurs suivants :

-Vent.

- La hauteur à laquelle est installé le pluviomètre (1,5m) d'une manière générale du site dans lequel il sera implanté.

Du fait de sa variabilité temporelle, il sera nécessaire pour effectuer des études fréquentielles sérieuses de travailler sur des séries assez longues, on considère généralement qu'une trentaine d'années de relevés pluviométriques constituent le minimum indispensable.

b)- La pluviométrie efficace :

- La part de pluie non utilisée peut être :
- Soit de la pluie qui tombe sur un sol déjà à la capacité au champ.
- Soit de la pluie qui ne peut pénétrer que partiellement dans le sol.

Pour de raisons indépendantes de l'état d'humidité de ce dernier.

c)- L'évapotranspiration réelle des cultures (ETP) :

$$ETR = Kc. ETP$$

- ✓ L'ETR : c'est la quantité d'eau qui s'évapore du sol et consommée par la plante ; comme le montre la relation l'ETR est en fonction de l'ETP présentée ci-dessus.
- ✓ L'ETP : est la demande climatique caractéristique de la zone d'étude .Elle correspond à la consommation globale des plantes quand l'humidité du sol est optimale et le développement végétatif est aussi optimal.

II-2-4- Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration :

Il n'est pas question ici de présenter en détail toutes les méthodes utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration des cultures.

On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes.

a)- Méthodes directes :

▪ L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique :

Comme son nom l'indique, l'appareil sert à mesurer l'évapotranspiration en un lieu donné du sol nu ou plus généralement d'un couvert végétal est le bac évaporant. Cet appareil très simple permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Sous réserve qu'il soit correctement installé, il permet d'obtenir une bonne estimation de l'ETP.

▪ L'évaporomètre piche :

Il s'agit d'un tube de verre rempli d'eau et fermé à son extrémité inférieure par une rondelle de papier buvard. La tranche d'eau évaporée à partir de celle-ci se lie directement sur les graduations du tube.

b)- Méthodes indirectes :

Ces méthodes permettent de calculer l'ETP à partir de formules ne comportant que des données climatiques.

▪ Formule de Blaney et Criddle :

A la suite de nombreuses expérimentations, Blaney et Criddle ont estimé que la température est la durée du jour étaient les facteurs déterminants de l'évapotranspiration potentielle. Ils ont proposé la formule suivante :

$$ETP = K (0,46t + 8,13) P.$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

t : température moyenne (en C°) durant la période considérée (généralement le mois).

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

K : Coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

▪ **Formule de Turc :**

- Si l'humidité relative est supérieur à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \quad \text{en (mm/mois)}$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

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

Le coefficient 0,40 est réduit à 0,37 pour le mois de février.

- Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%. L'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$P = 0,40 (I_g + 50) \cdot \left(\frac{T}{T + 15} \right) \cdot \left(1 + \frac{50 - Hr}{70} \right)$$

Dans laquelle :

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I_g : Radiation globale en (cal/cm²/jour).

Hr : L'humidité de l'air en %.

$$I_g = I_{ga} (0,18 + 0,62) \cdot \frac{h}{H}$$

Avec :

I_{ga} : Radiation maximale théorique.

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

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

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

▪ **Formule de Penman :**

La formule donne les meilleures estimations de l'ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule est la suivante :

$$ETP = p'(t) \frac{Rn}{L} + \sigma \cdot \frac{Ea}{P(t) + \sigma}$$

Dans laquelle :

Rn : Rayonnement net « climatique ».

Ea : Pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

L : Chaleur latente de vaporisation ($2.5 \cdot 10^6$ J/kg)

σ : Constante psychrométrique ($0,65$ h la/°C)

$p'(t)$: Valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T .

II-2-5- Détermination des besoins en eau d'irrigation :

II-2-5-1-Définition :

Le besoin en eau d'irrigation, B , est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition...etc.).

II-2-5-2-Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :

$$B = ETP - (P_{\text{eff}} + \text{RFU})$$

D'où :

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

$E.T.P$: évapotranspiration (mm/jour).

RFU : réserve facilement utilisable.

$$\text{RFU} = Y (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \cdot \text{Da} \cdot Z.$$

Y : degré de tarissement.

Da : densité apparente.

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ.

Hpf : humidité au point de flétrissement.

Peff : pluie efficace.

➔ L'irrigation est faite lorsque $B > 0$ (bilan hydrique)

Tableau N°II 8: Besoins en eau d'irrigation de l'olivier

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,6	1,29	39,99	24	27,13	152	-155,14	0
F	0,6	1,76	49,28	30	21,97	152	-144,40	0
M	0,6	2,77	85,87	51,52	19,89	152	-120,37	0
A	0,6	3,64	109,2	65,52	20,65	76	-31,13	0
M	0,7	4,41	136,71	95,70	17,53	76	2,17	2,17
J	0,7	6,45	193,5	135,45	8,17	0	127,28	127,28
J	0,75	7,59	235,29	176,47	2,88	0	173,59	173,59
A	0,75	6,5	201,5	151	5,55	0	145,58	145,58
S	0,75	4,3	129	97	21,63	0	75,12	75,12
O	0,75	2,88	89,28	0	15,88	76	-91,88	0
N	0,75	1,76	52,8	0	23,1	76	-99,10	0
D	0,6	1,15	35,65	21	28,09	152	-158,70	0

Tableau N°II.9: Besoins en eau d'irrigation de la tomate

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0	1,29	39,99	0	27,13	63.33	-90.46	0
F	0	1,76	49,28	0	21,97	63.33	-85.30	0
M	0,5	2,77	85,87	42,94	19,89	63.33	-40.29	0
A	0,8	3,64	109,2	87,36	20,65	31.66	35.05	35,05
M	0,95	4,41	136,71	129,87	17,53	31.66	80.68	17,34
J	0,9	6,45	193,5	174,15	8,17	0	165,98	165,98
J	0,65	7,59	235,29	152,94	2,88	0	150,06	150,06
A	0	6,5	201,5	0	5,55	0	-5,55	0
S	0	4,3	129	0	21,63	0	-21,63	0
O	0	2,88	89,28	0	15,88	31.66	-47.54	0
N	0	1,76	52,8	0	23,1	31.66	-54.76	0
D	0	1,15	35,65	0	28,09	63.33	-91.42	0

Tableau N°II.10: Besoins en eau d'irrigation du la vigne

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,2	1,29	39,99	8,00	27,13	152	-171,13	0
F	0,25	1,76	49,28	12,32	21,97	152	-161,65	0
M	0,25	2,77	85,87	21,47	19,89	152	-150,42	0
A	0,3	3,64	109,2	32,76	20,65	76	-63,89	0
M	0,5	4,41	136,71	68,36	17,53	76	-25,18	0
J	0,7	6,45	193,5	135,45	8,17	0	127,28	127,28
J	0,8	7,59	235,29	188,23	2,88	0	185,35	185,35
A	0,8	6,5	201,5	161,20	5,55	0	155,65	155,65
S	0,65	4,3	129	83,85	21,63	0	62,22	62,22
O	0,5	2,88	89,28	44,64	15,88	76	-47,24	0
N	0,35	1,76	52,8	18,48	23,1	76	-80,62	0
D	0,2	1,15	35,65	7,13	28,09	152,00	-172,96	0

Tableau N°II.11: Besoins en eau d'irrigation de la carotte

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0	1,29	39,99	0	27,13	63,33	-90,46	0
F	0	1,76	49,28	0	21,97	63,33	-85,30	0
M	0	2,77	85,87	0	19,89	63,33	-83,22	0
A	0	3,64	109,2	0	20,65	31,66	-52,31	0
M	0	4,41	136,71	0	17,53	31,66	-49,19	0
J	0	6,45	193,5	0	8,17	0	-8,17	0
J	0	7,59	235,29	0	2,88	0	-2,88	0
A	0	6,5	201,5	0	5,55	0	-5,55	0
S	0,75	4,3	129	96,75	21,63	0	75,12	90,07
O	0,9	2,88	89,28	80,35	15,88	31,66	32,81	35
N	1	1,76	52,8	52,80	23,1	31,66	-1,96	0
D	0,75	1,15	35,65	26,74	28,09	63,33	-64,68	0

II-2-5-3- Besoins totaux nets en eau d'irrigation :

Les résultats de calcul des besoins en eau nets sont récapitulés le tableau suivant :

Tableau N°II.12: Besoin en eau d'irrigation des cultures de périmètre de m'chedallah

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
olivier	0	0	0	0	2.77	127.28	173.59	145.58	75.12	0	0	0
tomate	0	0	0	35.05	17.34	165.98	150.09	0	0	0	0	0
vigne	0	0	0	0	0	127.28	185.35	155.65	62.22	0	0	0
carotte	0	0	0	0	0	0	0	0	90.07	35	0	0
totale	0	0	0	35.05	20.11	420.54	509.03	301.23	227.41	0	0	0

II-2-6-Occupation du sol :**Tableau N°II.13:** Occupation du sol

Les Culture	Les surfaces (ha)
Olivier	35
tomate	24
vigne	30
carotte	21

II-2-7- Calcul du débit spécifique :

Dans notre cas, le débit maximum journalier est le débit caractéristique. il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s.S$$

q_s : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha).

S : la superficie totale à irriguer est égale à 200 ha.

Le mois de point est d'Juillet est le besoins de point sont de : **509.03 mm**

Le débit spécifique q_s et très important (le réseau soit surdimensionné) :

$$Q_s = \frac{B_{\text{pointe}} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot Nh \cdot nj \cdot 3600}$$

Avec :

- B_{pointe} : Besoins de pointe (mm/mois).
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha).
- K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ($k=0,75$).
- Nh : nombre des heures d'irrigation = 20 h.
- nj : nombre de jours par mois = 26 jours.

$q_s = 3.6255 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$, on choisira dans ce cas le débit spécifique de la culture la plus exigeante. La culture la plus exigeante c'est **la vigne** en au mois d'juillet ($B_{\text{net}} = 185.35 \text{ mm.}$)

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calculé par la formule suivante :

➔ Dans notre région d'étude :

Le débit spécifique : $q_s = 1.32 \text{ l/s/ha}$. Il est inférieur à $1,5 \text{ l/s/ha}$,

Donc le choix reste valable.

$$q_s = 1,32 \text{ l/s/ha}$$

$$Q_{\text{car}} = q_s \times s \quad 1,32 \times 110 = 145.2 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow Q_{\text{car}} = 0,145 \text{ m}^3/\text{s} = 376358.4 \text{ m}^3/\text{mois}$$

$$B_p = 185.35 \text{ mm/mois.} * 200$$

$$B_p = 37070 \text{ m}^3/\text{mois}$$

Conclusion :

L'étude faite au niveau de ce chapitre nous a permis de définir les besoins en eau d'irrigation pour les cultures et de connaître les modalités de son application (dose, durée d'arrosage...etc.).

Introduction :

Le progrès technologique, basé sur la mécanisation et l'automatisation des équipements, met à la disposition des irrigants des matériels qui permettent une amélioration sensible des performances de l'irrigation, tout en diminuant les contraintes de main-d'œuvre. Néanmoins les matériels modernes sont un coût non négligeable, qui peut remettre en cause leur intérêt économique.

Un examen des caractéristiques essentielles des principales techniques d'irrigation ainsi que des outils de pilotage de l'irrigation et quelques éléments comparatifs sur les coûts et les temps de travaux permet de faire rapidement un premier grand choix. Il conviendra, dans chaque cas particulier, de raisonner plus précisément ce choix en fonction des objectifs visés et des contraintes réelles de l'exploitation agricole concentrée. [4]

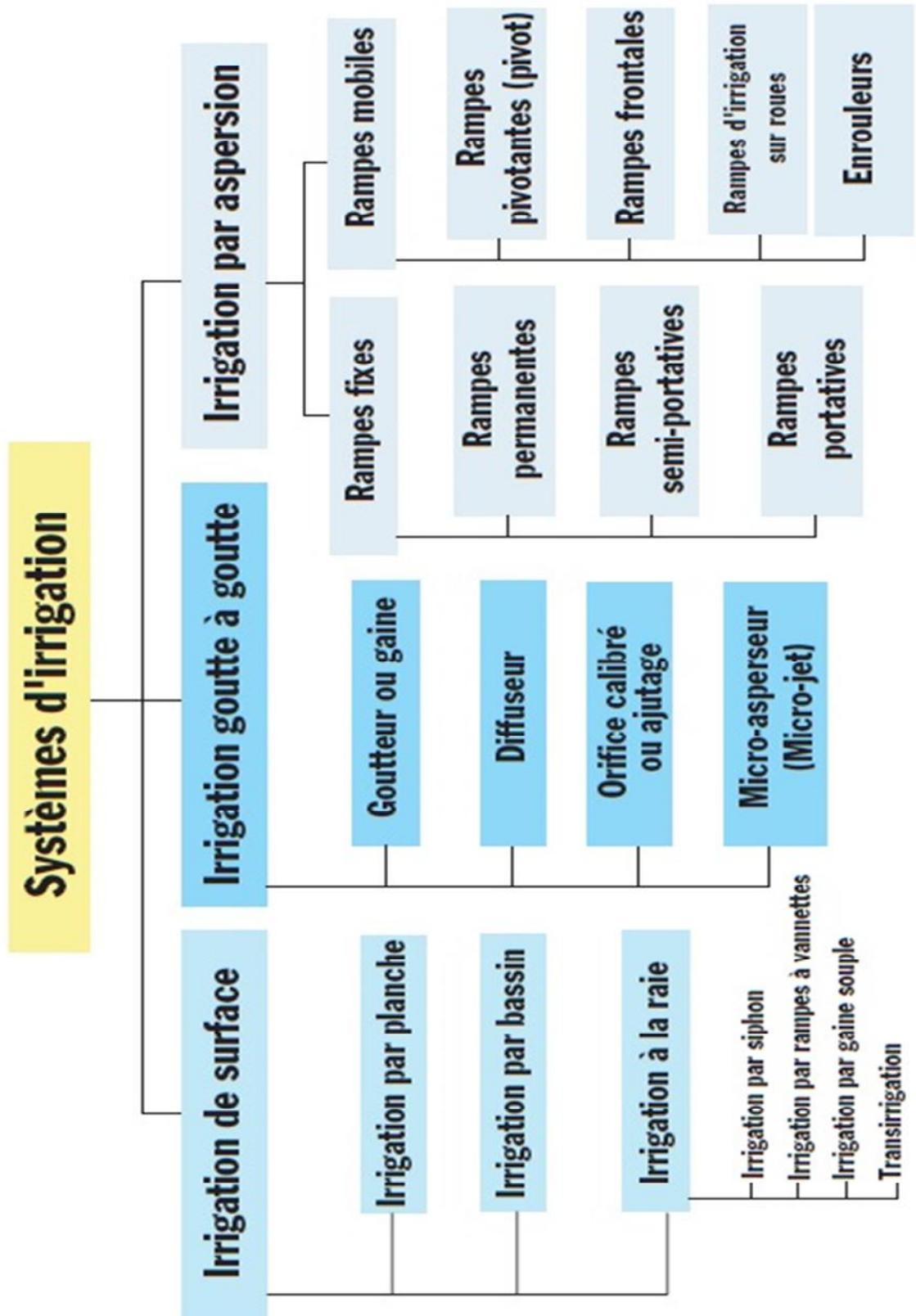


Figure III.1 : Les différents systèmes d’irrigation. [5]

III-1-CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION :

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

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

III-2- L'IRRIGATION LOCALISEE :

▪ Goutte à goutte :

Le système d'irrigation goutte à goutte est un système qui permet une très grande efficacité de l'irrigation. Des perforations dans des tuyaux longeant les lignes de culture distribuent l'eau aux plantes de manière localisée et à très faible débit, évitant ainsi un maximum de déperdition.

Très économe en eau et en main d'œuvre, il demande par contre une très grande technicité de ces utilisateurs. Les rendements peuvent être très élevés, mais l'investissement est très important

La micro irrigation (ou irrigation localisée) est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles (en particulier et principalement l'irrigation dite "goutte à goutte") qui ont en commun les caractéristiques suivantes :

- Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées;
- L'utilisation souvent répétée et à la limite, continue de faibles débits instantanés;
- La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes (limitation également du volume de sol humecté)

a)-Avantage :

- ✓ Excellent rendement des cultures ;
- ✓ Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle ;
- ✓ Très faibles besoins de main d'œuvre ;
- ✓ Insensibilité au vent ;
- ✓ Ne mouille pas le feuillage ce que est favorable du point de vue phytosanitaire.

b)-Inconvénients :

- ✓ Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à l'éventuelle interruption des arrosages ;
- ✓ Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation ;

- ✓ Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à fort valeur ajoutée.
- ✓ Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.[6]



Figure III.2:- irrigation localisée

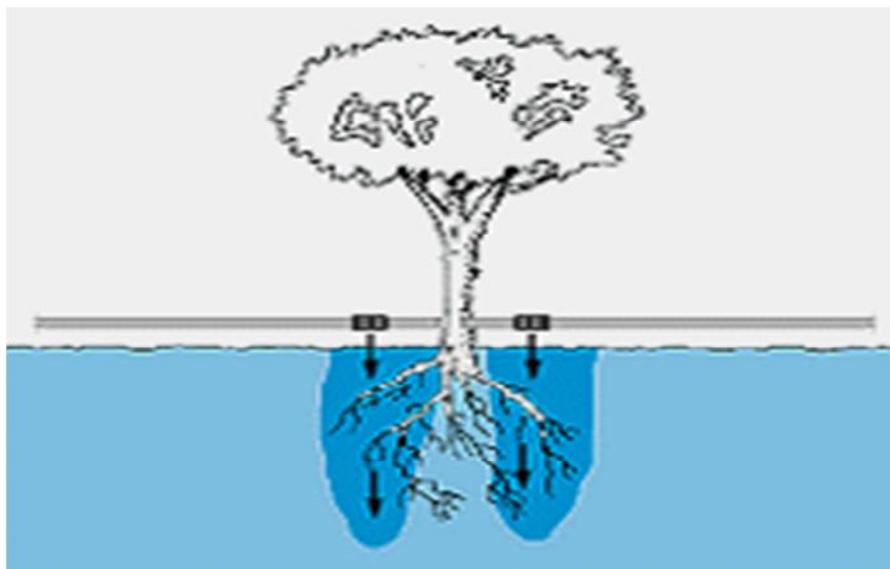


Figure III.3 : Zone humidifié par le goutteur

III-3- Composition de l'installation :

a)- Borne d'irrigation :

Les réseaux mobiles sont branchés sur des bornes d'irrigation piquées sur les conduites de distribution, une borne peut être piquée d'une ou plusieurs prises.

La borne assure trois fonctions

b)- Le vannage :

Le vannage consiste en la fermeture et l'ouverture de la vanne, comme dans une des prises d'eau.

c)- La stabilisation des pressions :

Pour une bonne régularité de la pluviométrie des asperseurs, il faut assurer une pression de fonctionnement stable, indépendante des variations de pression du réseau. Chaque prise est équipée d'un régulateur de pression maintenant la pression autour de 3 à 5 bars pour les asperseurs

d)- Limiteur de débit :

L'appel d'un gros débit provoque une chute de pression, le débit de chaque prise plafonné à une certaine valeur dépendant de la superficie à arroser, à partir de cette prise un petit appareil limite le débit.

e)- La conduite principale :

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les diverses portes rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

f)- Porte rampes :

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

g)- Les rampes :

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé. Il existe d'autres types de rampes qui assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau, par exemple les rampes (ou gaines) poreuses ou perforées

(à simple ou double section).

h)- les distributeurs :

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers. Ils peuvent être des goutteurs à très faible débit (quelques l/h), dont il existe de très nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h)

i)- la pompe :

On utilise en général les pompes centrifuges dont le fonctionnement est facile et moins encombrant. Le choix de la pompe dépend du débit à assurer et la hauteur manométrique de fonctionnement.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a parlé de tout ce qui se rapporte à la technique choisie qui est les systèmes sous pression à savoir ses avantages et inconvénients, de ses problématiques ainsi que la composition de l'installation.

Introduction :

L'irrigation localisée ou irrigation par le goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation. Dans ce chapitre en va dimensionner une partie de notre station par la goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

IV-1- Réseau de distribution :

Le réseau de distribution du périmètre est dicté par la conduite d'adduction et par l'implantation des bornes d'irrigation.

IV-1-1- Ilots d'irrigation :

L'ilot d'irrigation est par définition la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation.

Pour éviter toute tension entre agriculteurs les limites des ilots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles et à défaut les limites facilement matérialisable sur le terrain.

Le projet est conçu pour que la majorité des agriculteurs puissent disposer d'une prise d'eau autonome et d'une pression suffisante pour la pratique de l'aspersion ou le goutte à goutte.

IV-1-2- Trace de distribution :

Le tracé du réseau de distribution est le résultat de la formation des ilots d'irrigation et de l'implantation des bornes et du réseau de piste existant.

a)- Implantation des bornes d'irrigation :

Les bornes d'irrigation dans le périmètre sont implantées le plus souvent à la limite des ilots d'irrigation de telle façon à assurer la liberté d'utilisation à l'exploitant, et d'assurer une pression suffisante pour le fonctionnement de la borne d'irrigation.

b)- Débit de la borne d'irrigation :

Le calcul des besoins en eau (Chapitre II) montre que le débit de la borne d'irrigation est déterminé pour la culture la plus exigeante, permet de laisser une totale liberté aux agriculteurs. Pour toutes les parcelles, la culture la plus exigeante est pommier. Le débit est :

$$q = 1,3 \text{ l/s/ha .}$$

IV -1-3- Caractéristiques des conduites du réseau d'irrigation :

Les caractéristiques du réseau de distribution sont définies sur la base d'un calcul d'optimisation.

Pour déterminer les diamètres des conduites qui minimisent les coûts de premier établissement et d'entretien.

Les éléments et les hypothèses suivantes :

- Le débit à la borne.
- La longueur des tronçons de conduite.
- Les cotes piézométriques des bornes.
- Les vitesses limites (minimale et maximales) à respecter dans chaque conduite.
- La loi des pertes de charge.
- Les prix d'ordre des conduites.
- La pression au niveau de la borne la plus défavorable.

IV-1-4- Equipements :

Les équipements prévus pour l'alimentation et l'exploitation du réseau d'irrigation sont abrités dans différents ouvrages ainsi définis de l'amont vers l'aval.

- Une chambre de joint de tassement différencié.
- Une chambre de vannes amont équipée d'une vanne d'arrivée avec joint de démontage et d'une vanne de vidange.
- Une entrée de réservoir équipée d'un seuil de restitution d'une longueur déversant susceptible de débiter des débits nécessaires à travers d'épaisse parois.
- Un filtre rotatif en sortie de réservoir, logé dans un ouvrage de génie civil abritant un déversoir de sécurité et un et un ouvrage de vidange.
- Une chambre de vanne aval, équipée de vanne à survitesse avec joint de démontage, et vanne papillon avec joint de démontage.
- Une chambre de joint de tassement différentiel accolée à chacune des deux chambres de vannes aval.

Ces différents ouvrages s'organisent les uns par aux autres en fonction du calage hydraulique de l'ensemble et leur justification est argumentée par la définition du réseau d'adduction et de distribution.

Une plate-forme est aménagée autour des ouvrages. Compte tenu des dimensions et de l'encombrement de ceux-ci, la cote de plate-forme retenue est égale à celle du terrain naturel moyen de la parcelle.

IV-1-5-Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles :

Le dimensionnement du réseau de distribution nécessite la détermination des débits caractéristiques des différentes parcelles qui constituent le périmètre à étudier.

Le calcul des débits caractéristiques pour les différentes parcelles s'effectue à partir de la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \cdot S$$

tel que q_s : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie de la parcelle en (ha)

Les résultats de calcul sont donnés sous forme de tableau ci-après

Tableau N°IV.1 : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles de périmètre

Les parcelles	La surface (ha)	Le débit caractéristique (l/s)
S1	11.14	14.70
S2	8.17	10.78
S3	6.33	8.35
S4	10.75	14.19
S5	6.76	8.92
S6	7.25	9.57
S7	12.75	16.83
S8	9.12	12.03
S9	7.80	10.30
S10	6.74	8.89
S11	5.98	7.89
S12	6.55	8.65
S13	6.28	8.29

IV -1-6- Dimensionnement du réseau de distribution :

L'acheminement des eaux vers les différentes parcelles s'effectue par gravité à l'aide de conduites en PEHD, le secteur se compose de 13 parcelles avec des surfaces variant de 5.98 ha à 12.75 ha, voir planche N°2.

Le Calcul a été fait à l'aide du logiciel Epanet dont la figure IV.1 représente la distribution des vitesses et des pressions.

Tableau N°IV. 2: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation.

	Altitude	Demande Base	Pression
ID Noeud	m	LPS	m
Noeud 2	373	23,59	12,25
Noeud 3	357	19,13	24,1
Noeud 4	349	26,4	28,85
Noeud 5	345	23,11	30,98
Noeud 6	365	10,3	17,72
Noeud 7	357	16,54	21,59
Noeud 8	345	20,32	32,08
Bâche 1	390	Sans Valeur	0

Tableau N°IV.3: Caractéristiques des conduites de distribution.

	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse
ID Arc	m	mm	LPS	m/s
Tuyau 1	559,98	315	139,39	1,79
Tuyau 2	593,03	250	68,64	1,4
Tuyau 3	280,5	200	49,51	1,58
Tuyau 4	225,25	160	23,11	1,15
Tuyau 5	239,36	200	47,16	1,5
Tuyau 6	202,91	160	36,86	1,83
Tuyau 7	232,02	160	20,32	1,01

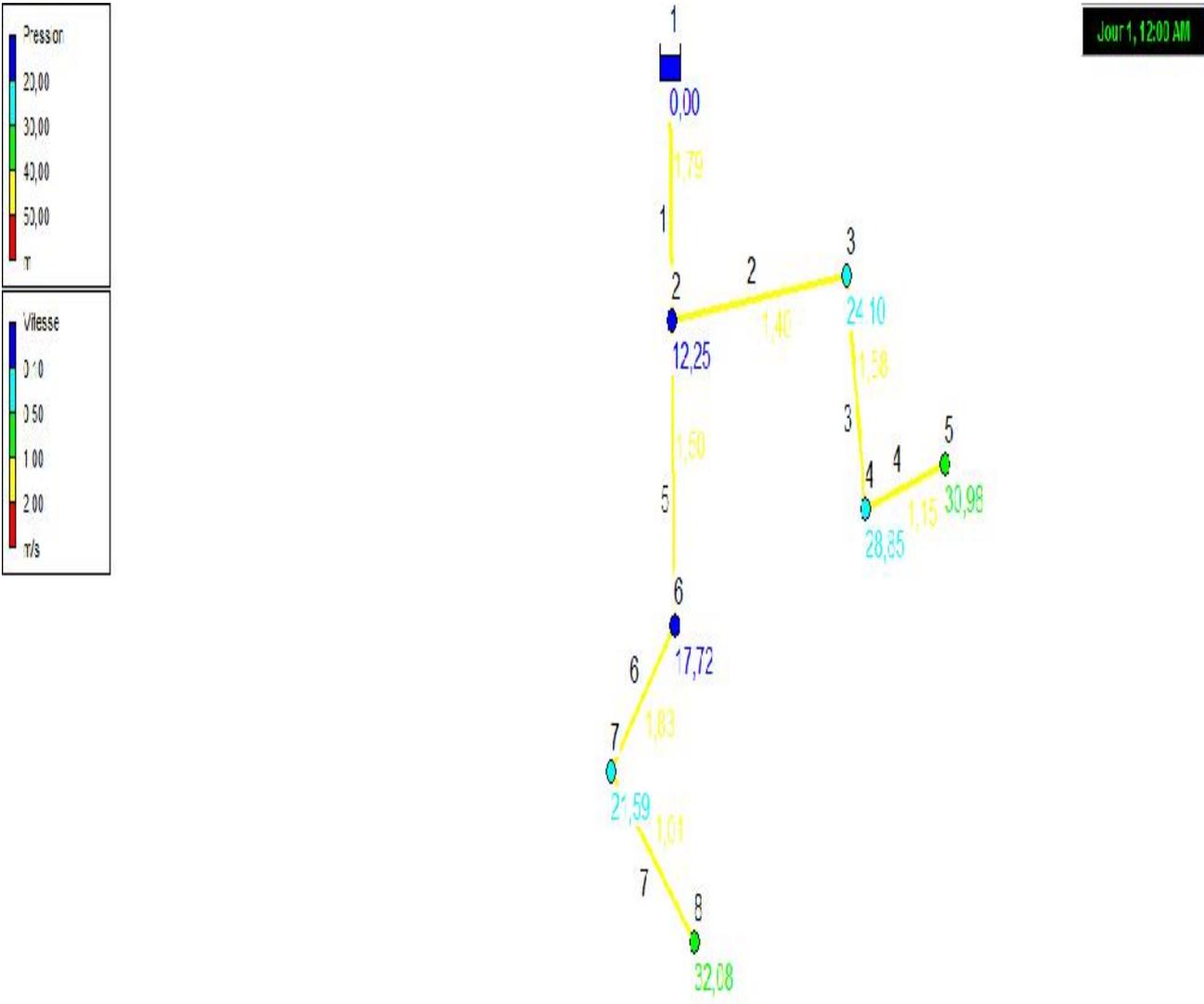


Figure IV.1: Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses.

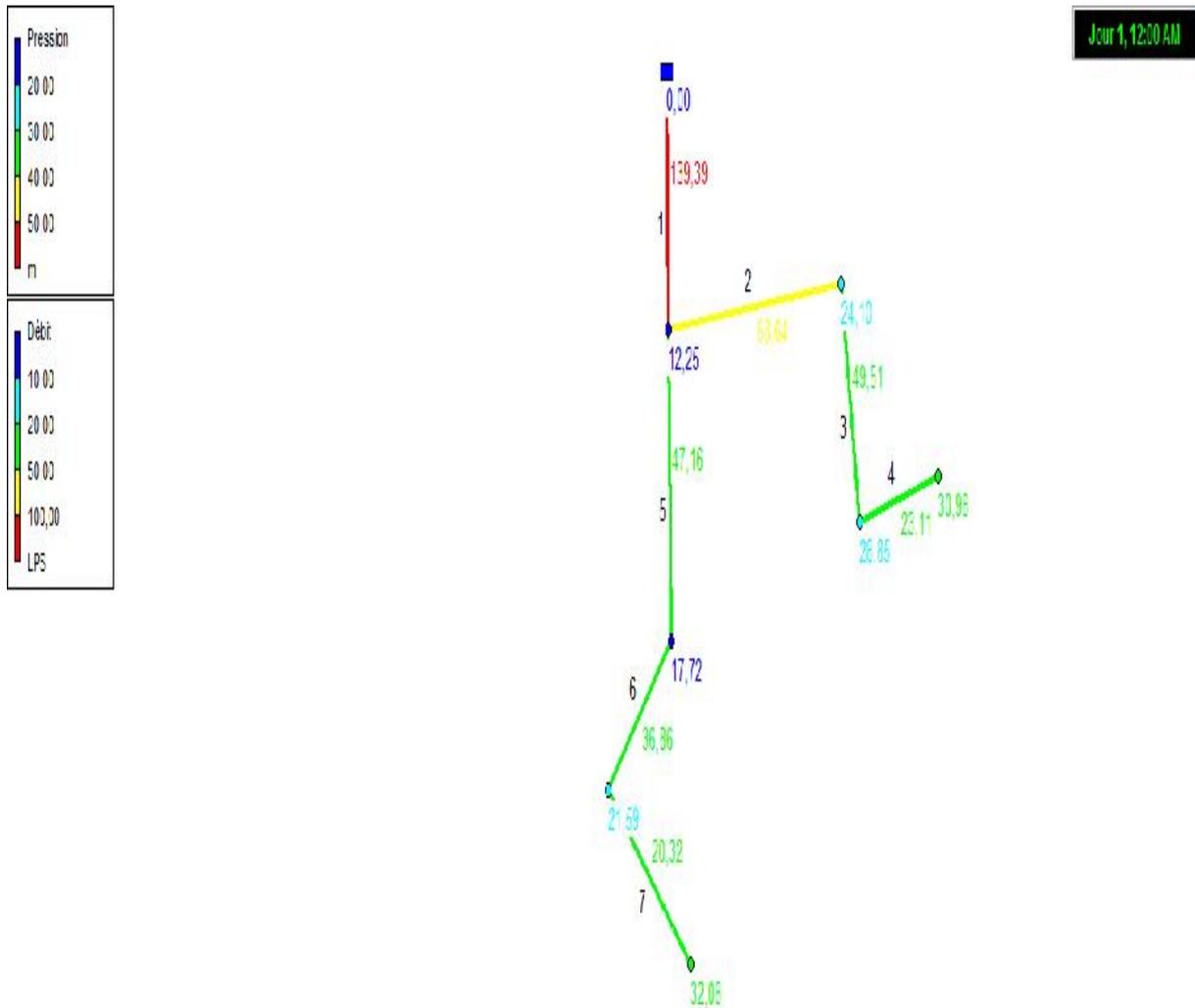


Figure IV.2: Représentation du réseau de distribution avec pressions et débit.

IV-2- Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :

IV-2-1- Calcul des besoins Pour l'olivie :

D'après le Tableau N°II.13 le mois de pointe est le mois de Aout B=173.59mm.

1)- les besoins journaliers :

En eau d'irrigation localisée pour le pommer sont calculés par les formules suivantes :
B_j = Besoin du mois de pointe (mm).

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{Nombre de jours}}$$

$$B_j = \frac{173,59}{26} = 6,67 \text{ mm/j}$$

2)- Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r :

$$K_r = C_s + 0,5 (1 - C_s),$$

C_s : Couverture du sol ; pour l'olivie : C_s = 60 %

$$K_r = 0,6 + 0,5 (1 - 0,6) = 0,8$$

D'où :

$$B_{JL} = B_j \cdot K_r \quad B_{JL} = 0,8 \cdot 6,67 = 5,336 \text{ mm/j}$$

$$b_{brut} = \frac{b_{net.r}}{E} = D_{brut} = \frac{6,67}{0,85} = 7,85 \text{ mm}$$

3)- La dose d'irrigation nette pratique :

Le besoin d'irrigation, B_{net}, 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).

$$D_p = (HCC - HPF)Y.Z.P \%$$

Tel que :

HCC : humidité à la capacité au champ.

Z : profondeur d'enracinement.

Y : degré de tarissement admis.

P % : Pourcentage du sol humidifié.

AN:

D'après la texture du sol, on a : un sol limono-argileuse.

On a les caractéristiques hydriques pour une telle texture sont:

$$HCC = 0,27 ; \quad HPF = 0,13 ; \quad Y = 2/3 ; \quad Z = 1200 \text{ mm}$$

En prend : $P = 40\%$ (Annexe n° II)

AN : $D_{nette} = (0,27-0,13) \times 0,67 \times 1200 \times 0,4 = 45.02 \text{ mm/mois.}$

$$D_{nette} = 45.02 \text{ mm}$$

4)- La dose d'irrigation brute :

Le besoin d'irrigation brut, Brut : est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$D_{brut} = \frac{D_{nette}}{E}$$

Avec :

E : L'efficacité de l'arrosage, dépend de la texture du sol et le type de système d'irrigation (irrigation localise pas beaucoup des pertes).

Donc :

$$D_{brut} = 45.02/0.8 = 56.25 \text{ mm /moi}$$

5)- Fréquence des arrosages :

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$$f = \frac{D_{nette}}{ETMr} = 45.02/5.33 = 8.44 \text{ jours} \approx 9 \text{ jours}$$

6)- la durée d'arrosage :

$$d = \frac{b_{brut} \cdot E_r \cdot S_r}{q_r}$$

Donc : $d = 56.25 \cdot 4 \cdot 4 / 2 \cdot 4 = 112.5 \text{ h} \approx 113 \text{ h}$

Avec :

Eg : L'espacement des distributeurs sur la rampe ;

Sr : L'écartement entre les rampes ;

qg: Débit du distributeur en l/h.

7)- la durée d'arrosage journalier :

$$d_j = \frac{d}{f}$$

Donc : $d = 113/9 = 12.55 \approx 13 \text{ h/j}$

8)- Calcul du nombre de postes :

$$N(p) = \frac{T_{\max}}{d_j}$$

Donc : $22/13=1.75=2$ poste

Avec : T_{\max} : Temps maximum de travail, en prend : $T_{\max} = 22h/24h$.
 d_r : Durée d'arrosage en h/jour.

9)- Surface d'un poste :

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)}$$

Avec : $S(t)$: Surface totale en ha.

$N(p)$: Nombre de poste.

Donc : $6.33/2=3.16ha$

IV -2-2- Calcul hydrauliques :**IV -2-2-1- Conditions hydrauliques :**

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

$q = K \cdot H^x$; $x = 0,5$ (caractéristique du goutteur).

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)}$$

telle que : $q(g)$: débit nominal du goutteur ;

$H(n)$: pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H(\max)}{10}$$

$$\Delta H(\max) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : $p.c.s = 10\% \cdot \Delta H = 0.2 \text{ m}$

Perte de charge linéaire : $p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$

1/3 sur les porte- rampes $P.d.c (pr) = 0,6 \text{ m c e}$;

2/3 sur les rampes $P.d.c (r) = 1,2 \text{ m c e}$.

IV-2-2-2- Le débit :

$$Q_r = Q_g N_{g/r}$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

Avec :

- Q_r : Débit de rampe
- Q_g : Débit de goutteur
- $N_{g/r}$: Nombre des goutteurs par rampe
- N_r : Nombre des rampes
- Q_{pr} : Débit de porte rampe

IV-2- 2-3- Calcul pour le poste 01 :

La longueur de la rampe : 132m

La longueur de la porte rampe : 108m

La longueur de la conduite secondaire : 220m

a)- Nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{E_r} = 132/4 = 33 \text{ arbres}$$

b)- Nombre des goutteurs par rampe :

$$N = N_{\text{arbres}} \cdot n = 33 \cdot 2 = 66 \text{ goutteurs}$$

c)- Nombre des rampes :

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} = 108/4 = 27 \text{ rampes}$$

d)- Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g \cdot Q_g$$

$$Q_r = 66 \cdot 4 = 264 \text{ l/h}$$

e)- Débit de la porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r = 264 \cdot 27 = 7128 \text{ l/h}$$

f)- Débit de la conduite secondaire

$$Q_{Cs1} = Q_{pr} \cdot N_{pr} = 7128 \cdot 2 = 14256 \text{ l/h}$$

IV-2-2-4- Calcul pour le poste 02 :

La longueur de la porte rampe N°1 : 104m

La longueur de la porte rampe N°2 : 108m

La longueur de la rampe : 128m

La longueur de la conduite secondaire : 305m

a)- Nombre d'arbre par rampe :

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{E_r} = 128/4 = 32 \text{arbres}$$

b)- Nombre des goutteurs par rampe :

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 32 * 2 = 64 \text{ goutteurs}$$

c)- Nombre des rampes :

Pour la porte rampe N°1

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} = 104 / 4 = 26 \text{ rampes}$$

Pour la porte rampe N°2

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} = 108 / 4 = 27 \text{ rampes}$$

d)- Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 64 * 4 = 256 \text{ l/h}$$

e)- Débit de la porte rampe :**- Pour la porte rampe N°1**

$$Q_{Pr} = Q_r * N_r$$

$$Q_{Pr} = 256 * 26 = 6656 \text{ l/h}$$

- Pour la porte rampe N°2

$$Q_{Pr} = Q_r * N_r$$

$$Q_{Pr} = 256 * 27 = 6912 \text{ l/h.}$$

IV-2-2-5- Débit de la conduite secondaire :

$$Q_{Cs2} = Q_{Pr1} + Q_{Pr2} = 6656 + 6912 = 13568 \text{ l/h}$$

Donc le débit total nécessaire pour toute la parcelle concernée par le réseau goutte à goutte.

$$Q_t = Q_{Cs1} + Q_{Cs2} = 14256 + 13568 = 27824 \text{ l/h}$$

$$Q_t = 0,00772 \text{ m}^3/\text{s}$$

IV-3- Dimensionnement des différentes parties du réseau**IV-3-1- Le diamètre des rampes et les portes rampes :**

Le diamètre de rampes ainsi que de portes rampes est calculé d'après les formules

On propose que les rampes en PEBD.

$$\varnothing_r (\text{cal}) = \frac{\text{P.d.c (r)} \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \cdot \frac{1}{4,75}$$

$$\varnothing_{Pr} (\text{cal}) = \frac{\text{P.d.c (pr)} \times 2,75}{0,478 \times Q(\text{pr})^{1,75} L(\text{pr})} \cdot \frac{1}{4,75}$$

Avec : P.d.c (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.

\varnothing_r (cal) : Le diamètre de rampes.

\varnothing_{Pr} (cal) : Le diamètre de portes rampe.

IV-3-2- Perte de charge :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation on applique la formule de "Tison"

$$i = \frac{0,478}{2,75} D^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \text{ la perte de charge unitaire}$$

$$j = \frac{L}{2,75} i \text{ la perte de charge le long de la conduite en (m)}$$

Ou : L : la longueur de la conduite ; (m)

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

Tableau N°IV.4: calcul de D_{cal} de la rampe

Poste	surface (m2)	Lr maximale(m)	Ng	Qr(l/h)	h(m)	Dcal (mm)	D n(mm)	hcal(m)
1	31600	132	66	264	1,2	14.42	16	0.35
2	31600	128	64	256	1.2	14.16	16	0.32

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 1.2 mce (la valeur maximale).

Tableau N°IV.5: calcul de D_{cal} du porte-rampe

Poste	surface(m2)	Lpr(m)	Npr	Ng	Q pr(l/h)	H pr(m)	D cal (mm)	D n (mm)	H cal(m)	V (m/s)
1	31600	108	2	1782	7128	0,6	53.70	63	0,44	1.37
2	31600	104	1	1664	6656	0,6	51.95	63	0,28	1.46
		108	1	1728	6912	0,6	53.07	63	0,5	1.42

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 0.6 mce (la valeur maximale).

IV-3-3- Diamètre des conduites qui assure un débit d'extrémité :

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.5 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \text{ Avec :}$$

Q : débit de la conduite considérée

V : vitesse d'écoulement.

IV-3-3-1- Diamètre des conduites secondaires :

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

Tableau IV.6: calcul des diamètres des conduites secondaires

poste	L (m)	Q(m3/s)	Vsupposé(m/s)	section(m2)	Dcal(mm)	D n(mm)	Vcal(m/s)
1	213	0,004	1,5	0,00266	58.28	63	0.77
2	327	0,0037	1,5	0,00246	56.05	63	1.07

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons dimensionné tous les organes de réseau localisé projeté sur la parcelle S03», et on a calculé la pression a la sortie de borne NA3, afin d'assurer la pression nominale de 10m.c.e dans le goutteur le plus éloigner et cela assurera le bon fonctionnement des autres goutteurs.

V-1- Protection et sécurité de travail :

V-1 -1- Introduction :

Les accidents du travail et les problèmes qui en découlent ont une grande importance sur les plans financiers, production et surtout humain.

L'objectif sera donc de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans l'entreprise.

Dans ce contexte, un certain nombre de dispositifs, de consignes et de règlements dits (sécurité) sont mis à la disposition des chantiers.

Ces règlements sont indispensablement à appliquer. Car ils contribueront à éviter au maximum les accidents et dégagement enfin la responsabilité des dirigeants du chantier.

Le domaine hydraulique, couvre un large éventail d'activité qui est différent par leur nature et leur importance tout en présentant des caractéristiques communes :

- Travaux d'excavation et de terrassement.
- Creusement de puits.
- Construction en bois, briques, pierres, béton ou en éléments préfabriqués.

Ce qui distingue ces différentes activités des autres branches de l'industrie ce sont :

- L'instabilité des lieux de travail et la variation des durées des chantiers.
- Les modifications intervenant au fur à mesure de l'avancement des travaux.
- L'utilisation d'une importante main-d'œuvre sans qualification.

V-1-2- Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

a)- Facteurs humains :

- Manque de contrôle et négligence ;
- La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise et les responsables ;
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux ;
- Erreurs de jugement ou de raisonnement ;
- Suivre un rythme de travail inadapté.

b)- Facteurs matériels :

- Outillage, engins, et machines de travail ;
- Nature des matériaux mis en œuvre ;
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail ;
- Les installations mécaniques et électriques.

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement ouvert, soit dans la phase des travaux de

terrassment, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.)

c)- Liste des conditions dangereuses :

- Installations non protégées ;
- Installations mal protégées ;
- Outillages, engins et machines en mauvais état ;
- Protection individuelle inexistante ;
- Défaut dans la conception, dans la construction ;
- Matières défectueuses ;
- Stockage irrationnel ;
- Mauvaise disposition des lieux ;
- Eclairages défectueux ;
- Facteurs d'ambiance impropres ;
- Conditions climatiques défavorables.

d)- Liste des actions dangereuses :

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement ;
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension ;
- Agir sans prévenir ou sans autorisation,
- Neutraliser les dispositifs de sécurités ;
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle ;
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin ;
- Importance durant les opérations de stockage ;
- Adopter une position peu sûre ;
- Travailler dans une altitude inappropriée ;
- Suivre un rythme de travail inadapté ;
- Plaisanter ou se quereller.

V-1-3- Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :

a)- Protection individuelle :

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gans, chaussures, lunette protectrice etc.)

b)- Autres protections :

Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins).

Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.

Climatisation des surcharges en bordure des fouilles.

Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

c)- Protection collective :

L'entrepreneur ou bien le chef de chantier, en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

d)- Engin de levage :

La grue, pipe layer et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail ou la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Affecter du personnel compétent.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

e)- Appareillage électrique :

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage, car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par des électriciens qualifiés.

V-2- Organisation de chantier :

V-2-1- Introduction :

L'importance économique de l'ensemble des ouvrages hydrauliques sera pour une part, fonction d'une organisation qui consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

Les étapes des différents travaux sur des chantiers de réalisation des adductions sont :

- Implantation du tracé des conduites sur le terrain (Le piquetage) ;
- Nivellement de la plate-forme de passe (labourassions et décapage de végétaux) ;
- Excavation des tranchées des conduits et les fouilles pour les vannes et les bornes d'irrigation ;
- Pose des conduites ;
- Epreuve de joint et de canalisation ;
- Remblaiement des tranchées.

V-2-2- Les différents travaux sur le chantier :

V-2-2-1- Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont bien déterminées.

V-2-2-2- Nivellement de la plate-forme de pose :

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points toutes les cotes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul. On détermine la hauteur de chaque point.

V-2-2-3- Excavation des tranchées :

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être telle qu'un homme peut travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y a lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations. Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

▪ **La profondeur (H) :**

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite, des charges roulantes (extérieurs) et de la température, elle est donnée par la relation suivante :

$$H = D + h + h_1$$

H : profondeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

h : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite elle est entre 50 cm et 120 cm on prend $h=60$ m ;

h_1 : épaisseur du lit de pose $h_1 = 0,1$ m ;

▪ **Largeur de la tranchée :**

La largeur de la tranchée doit permettre une pose correcte ; facilite la tâche et aussi permettre le compactage du remblai.

V-2-2-4- Choix des engins de terrassement :

Pour l'excavation des tranchées on utilise une pelle rétro, dont la capacité du godet est donnée dans le tableau de norme, en fonction du volume de terrassement. Donc les engins nécessaires pour l'exécution des travaux sont :

- Pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée ;
- Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage ;
- Camion pour le transport ;
- Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer.

V-2-2-4-1- Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation :

Comme il a été mentionné précédemment, l'excavation sera réalisée mécaniquement alors le choix de l'engin (pelle mécanique équipée en rétro ou en butée) se base sur leur champ d'application et l'exigence du chantier.

a)- Pelle équipée en rétro :

Les aptitudes de la pelle en rétro sont :

- Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau ;
- Peut excaver dans la direction de la machine ;
- Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux ;



Figure V.1 : Pelle équipée en rétro

b)- Pelle équipée en butée

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

- Excavation en hauteur au dessus de l'assise de la machine.
- Ramassage des matériaux.

Connaissant la nature des travaux demandés et comparant le champ d'application ainsi que les caractéristiques de chacune des deux types de pelle,

- on opte pour une pelle équipée en rétro pour atteindre un rendement optimal de la pelle choisie.

Tableau N°V.1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement

Volume du terrassement par une pelle (m ³)	≤ 10 000	≥ 10 000	> 20 000	> 100 000
Capacité du godet (m ³)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

V-2-2-4-2- Calcul du rendement d'exploitation de la pelle :

Il est déterminé comme suit :

$$R = G * n * k_r * k_u * \frac{1}{k_f} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

G : capacité du godet de l'excavation (m) ;

n : nombre de cycle de l'excavateur = 3600/T où T = (15 à 20) secondes ;

On prend T=20secondes, alors :

$$n = 3600/20 = 180 ;$$

K_r : coefficient de remplissage K_r = (0,6 à 0,8). On lui prend égal à 0,65 ;

K_u : coefficient d'utilisation de temps K_u = (0,7 à 0,9). On lui prend égal à 0,75 ;

K_f : coefficient de foisonnement K_f = 1,2

Pour le godet de capacité G = 0,25m³, on a le rendement :

$$R = 0,25 * 180 * 0,65 * 0,75 * \frac{1}{1,2} = 18,28 \quad (m^3/h)$$

- Calcul du temps d'excavation :

Les excavateurs ont une durée d'exécution et se calcule de la manière suivante :

$$T_{ex} = \frac{V_r}{R}$$

$$T_{ex} = \frac{3004,34}{18,28} = 164,35h = 7 \text{ jour}$$

Avec :

T_{ex} : temps d'excavation (h) ;

V_r : volume de remblai (m^3) ;

R : rendement de l'excavateur (m^3/h) ;

V-2-2-5- Pose de la canalisation :

La Pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

- Aménagement du lit de pose ;
- Introduction de canalisation dans les tranchées ;

V-2-2-6- Lit de pose :

Le lit de pose se fera un matériau fin (sable) 0,1 à 5 mm de texture, permettant le drainage du fond de la tranchée, avec une couche d'au mois 10 cm sous la conduite et 10 cm au dessus du conduite.

V-2-2-7- Introduction de la canalisation :

Autrement la pose doit être faite de façon à respecter certaines recommandations :

- ✓ S'assure au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur de la tranchée et des tuyaux ;
- ✓ Nivelier soigneusement le fond de la tranchée en évitant les contres pentes ;
- ✓ Déposer la conduite au fond de la tranchée sans la laisser tomber moyennant des engins de levage ;
- ✓ De ne pas laisser les revêtements à endommager ;
- ✓ Vérifier l'alignement.

V-2-2-8- Epreuve de joint et de canalisation :

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bars.

V-2-2-9- Remblaiement des tranchées :

Une fois les épreuves réussissent, la mise en place du remblai bien tassée est effectuée par un engin, choisissant le chargeur, en utilisant la terre des déblais.

Après la pose des canalisations et l'exécution des remblais, soit on fait le remblage des fouilles avec tout le volume des déblais, et dans ce cas on a le volume de déblai égale au volume de remblai, il sera tassé avec le temps,

Mais si on a dans le cas où il ne faut mettre que le volume exact du remblai, alors on y obliger de transporter le volume de déblai excédentaire par des camions vers la zone de décharge.

Pour charger les camions on utilise un engin qui est le chargeur.

V-2-2-9-1- Choix du bulldozer :

Le choix du bulldozer se fait en fonction de la capacité du godet de l'excavateur. Le bulldozer est utilisé pour le remblaiement de la tranchée après la pose des conduites.

Tableau N°V.2: Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet

capacité du godet de la pelle (m ³)	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	2,0-3,0
classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (Km)	40-60	70-118	120-140	150-300

Pour une capacité du godet de la pelle égale à 0,25 m³ nous prenons un bulldozer ayant les caractéristiques suivantes:

- Puissance Pb = 40 KW.
- Largeur de la lame L = 2-3 m.
- Hauteur de la lame 1-1,5 m.

V-2-3- Exploitation du système d'irrigation :

L'exploitation d'un système d'irrigation est consiste à faire fonctionner le service de l'eau : assurer sa mobilisation, son transport, sa distribution dans le cadre contractuel défini avec tous le partenaire du projet .elle est effectué sel, quatre aspects :

- Planification de l'utilisation de l'eau d'irrigation.
- Mesure de l'exploitation et de réparation du système d'irrigation.
- Modernisation et amélioration du système en fonction de l'apparition des nouvelles techniques.
- Contrôle de l'état des terres irriguées.

Objectif de l'exploitation

L'exploitation du système d'irrigation doit :

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon rationnelle les ressources hydrauliques.

- Assurer la réalisation des plans envisagés.
- Protéger les terres agricoles contre la submersion, la formation des marées, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.

V-2-4- Planification de travaux du réseau :

Pour notre travail on réalisé les étapes ou les opérations suivant :

A : le piquetage (15 jours) ;

B : labourassions et décapage de végétaux (fait par trois groupes, chaque groupe réales 1ha/h, on travaillé 10 h/j) ;

C : Excavation des trachées des conduit et les fouilles (fait par deux groupes, chaque groupe réalise un tranchée de 250 ml/j) ;

D : la pose lit de sable (fait par trois groupes, chaque groupe réales 400 ml/j) ;

E : la pose des conduites (fait par trois groupes, chaque groupe réales 600ml/j) ;

F : raccordement des conduites et la pose des vannes, les bornes d'irrigation et les accessoires 20 jours ;

G : Epreuve de joint et de canalisation 20 jours ;

H: réalisation des réseaux de gout a gout et l'asperseur (fait par les trois groupes on réalise un ilot de 5 ha/j) ;

I : Remblaiement des tranchées (fait par trois groupes, chaque groupe réales 800 ml/j) ;

J : travaux de finition 10 jours ;

On calcule la dure total du projet par la méthode de chemine des mailles, et on détermine le chemine critique.les résultats dans la figure suivant :

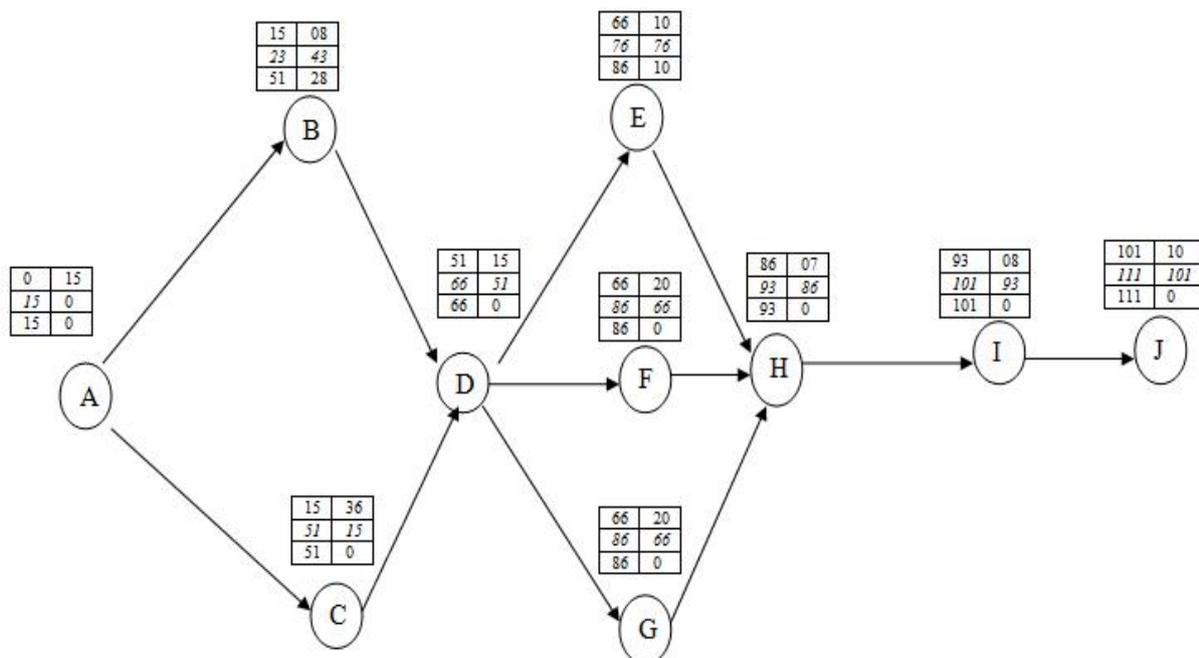


Figure V.2 : Réseau à nœud

- A partir de la figure on a trouvé que la dure totale des travaux est de 111 jours.
- Le chemine critique : A-C-D-F-H-I-J.

Conclusion :

En dépit de ce qu'on vient de citer, on attendait à une fréquence des accidents de travail amoindrie, si les consignes et les dispositifs vont être pris au sérieux.

L'environnement de travail contribue au développement et à une bonne gestion et exploitation des ouvrages, il est impératif de savoir les causes des accidents et éviter les actions dangereuses. Ainsi donc, on peut gagner sur le plan financier et offrir les meilleures conditions de travail pour les personnels et une bonne performance de fonctionnement des ouvrages.

La partie organisation de chantier nous a permis de savoir comment faire les travaux afin de réaliser un réseau d'irrigation sur un chantier dans les meilleures conditions et le bon fonctionnement.

VI-1- Introduction :

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau N°VI.1 : Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	13908	29,07	404305,56
TubeØ63 PEHD	m/l	525	160.25	84131.25
TubeØ75 PEHD	m/l	428	302.44	129444.32
TubeØ160 PEHD	m/l	427	1 526,93	651999,11
TubeØ200 PEHD	m/l	483.41	2 397,85	1159144.67
TubeØ250 PEHD	m/l	593	3 709,88	2199958.84
TubeØ315 PEHD	m/l	560	5 881,51	3293383.56
Vanne Ø75	Un	8	7430	59440
Goutteur réglable	Un	12956	6.13	79420.28
Total 1				8068773.91

VI-2- Factures pro-forma des conduites:**VI-2-1- Calcul du volume de terrassement :****VI-2-1-1- 1a Largeur du fond de la tranchée :**

La pose en terre des conduites s'effectue dans une tranchée dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B=D+2 \times 0,3$$

Avec : B : largeur de tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m)

VI-2-1-2- profondeur de la tranchée :

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

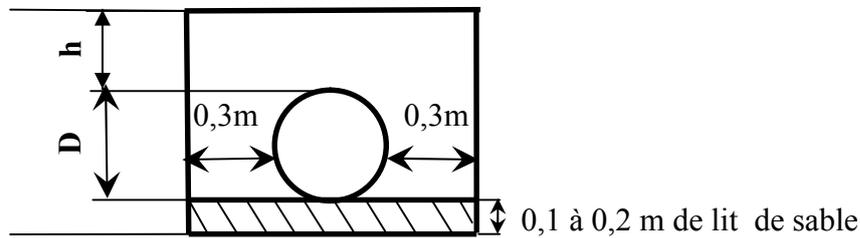


Figure VI. 1: schéma d'une tranchée

Figure V.1 : Schéma d'une tranchée

$H = e + d + h$ (m) Avec H : profondeur de la tranchée (m).

e : hauteur de lit de pose (m).

d : diamètre de la conduite (m).

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

VI-2-2- les conduites

VI-2-2-1- Calcul du volume de déblai

La section de tranchée est la section de rectangle.

$S = B * H$ telle que : B la largeur de tranchée.

Donc : $B = 2 * 0,3 + \emptyset$ (VI.2)

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

VI-2-2-2- Calcul du volume de lit de sable :

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante.

$$V = e * B * L$$

VI-2-2-3- Calcul du volume de remblai :

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupent la conduite et le volume occupé par le lit de sable.

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m^3)

V_d : Volume du déblai (m^3)

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m^3) ; $V = L * (\frac{\pi D^2}{4})$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Les volumes des travaux pour les conduites sont représentés dans le tableau VI.2

Tableau N°VI.2 : Les volumes des travaux pour les conduites

tronçon	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Volume de Déblai (m^3)	Volume de lit (m^3)	Volume de remblai (m^3)
R-NA1	315	559.98	512.38	61.485	407.27
NA1-NA2	250	593.03	504.075	60.49	414.48
NA2-NA3	200	280.5	224.4	21.54	155.11
NA3-NA4	160	225.25	171.19	20.54	145.13
NA4-NA5	200	239.36	191.488	22.98	160.99
NA4-NA6	160	202.91	154.211	18.50	131.631
NA2-NA7	160	232.02	176.335	21.16	150.51
Total			1934.0792	226.69	1565.121

VI-3- Devis estimatif pour les terrassements:

Tableau VI.3 : Factures pro-forma terrassement.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m^3	1934,0792	300	580223,76
2) lit de sable	m^3	226,69	800	181352
3) remblaiement de tranchée	m^3	1565,21	200	313024,2

Total de projet=9 144 938,231 DA

Remarque :

On a pris les prix des conduites en se basant sur les prix actuellement pratiqués au marché K.PLAST .annexe 5.

Conclusion :

D'après le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenu, on remarque que l'estimation du projet du réseau d'irrigation du périmètre de M'chedallah est raisonnable.

CONCLUSION GENERALE

Le secteur agricole en Algérie est connu par son système de production qui est insuffisant même pour la population locale, dû à la pénurie de l'eau, qui s'accroît lors des années à pluviosité déficitaire, a nécessité des mesures administratives relatives aux quotas d'eau et en suite, le développement de l'utilisation économique de l'eau à l'aide des technologies modernes.

L'irrigation a toujours occupé une place prépondérante dans le tissu agricole, et social en Algérie. Cette irrigation connaît des véritables problèmes, liés essentiellement à la rareté des ressources en eau, et à la détérioration des ouvrages hydrauliques agricoles. En effet, l'amélioration de l'irrigation est devenue une nécessité urgente, cette amélioration ne peut être réussie que par un schéma collectif et participatif des différents acteurs.

A la lumière des données collectées, et à l'aide des différents acteurs, on a collecté les données de la zone d'étude, la détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir

De la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de **Penman**.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat aride.

L'étude hydrologique nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée à une salinité faible avec un risque d'alcalinité faible.

Suite aux facteurs qui caractérisent la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques.

À la fin de ce travail on est arrivé à :

- Projeter une conduite d'adduction gravitaire de diamètre **DN315** sur une longueur de **570m** transportant un débit de **0.158 m³/s**.
- Dimensionnement du réseau goutte à goutte de la parcelle S03.

Références bibliographique

- ❖ A. Oudina (2008) : Irrigation du périmètre Tafna Isser à partir du barrage Hammam Boughrara, Dimensionnement de l'adduction.
- ❖ Jean Robert Tiercelin, Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998).
- ❖ M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger ;
- ❖ A.Nait Mohand Elaboration (2013) d'un code de calcul des réseaux d'irrigation par aspersion en couverture mobile. Thèse ENSH.
- ❖ T.BENDADA (2013) : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage réservoir. Thèse ENSH.
- ❖ Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.

ANNEXES

ANNEXE 1

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	z (m)
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraichères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

ANNEXE 2

Coefficient culturel Kc de chaque culture

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

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	0.95-1.2	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

Premier chiffre : avec forte humidité (HIRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HIRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

ANNEXE 3

Caractéristiques 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 4

Guide d'estimation du pourcentage du sol humidifié (P)

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe, rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)

Ecartement entre rampes S _i en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

ANNEXE 5

Gamme de prix

UNITE TUBE

GAMME DE PRIX
TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)
Selon la Norme ISO 4427

TUBES PEHD : PN 06				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
13003	Ø25	-	36,28	42,45
13006	Ø32	-	48,35	56,87
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58
13022	Ø50	2.4	88,25	114,93
13035	Ø63	3.0	160,25	187,49
13038	Ø75	3.6	225,21	263,48
13022	Ø90	4.3	298,03	346,35
13025	Ø110	4.0	357,86	418,70
13040	Ø125	-	473,08	553,50
13030	Ø160	5.8	770,86	901,89
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17
13096	Ø250	9.1	1 850,00	2 281,5
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
13039	Ø400	14.5	5 134,24	6 007,08
13081	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61
13032	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79
P3513007	Ø32	2.5	55,48	64,91
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40
P3513013	Ø50	3.7	135,28	158,25
P3513016	Ø63	4.7	209,89	245,34
P3513019	Ø75	5.6	300,60	351,59
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39
P3513028	Ø125	7.4	680,13	772,35
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43
P3513033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,48
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15
P3513041	Ø315	18.7	4 093,67	4 789,47
P3513038	Ø400	23.7	6 898,74	7 837,83
P3513043	Ø500	29.7	10 152,81	11 878,44
P3513048	Ø630	37.4	16 738,79	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
061	Ø20	2.3	32,18	37,86
063	Ø25	2.8	50,85	59,49
068	Ø32	3.6	78,51	91,88
071	Ø40	4.5	120,85	141,51
074	Ø50	5.6	188,28	220,29
077	Ø63	7.1	297,95	348,60
080	Ø75	8.4	407,8	477,13
084	Ø90	8.2	510,71	597,53
087	Ø118	10.0	767,19	885,91
089	Ø125	11.4	967,80	1 132,44
092	Ø160	14.6	1 860,00	1 828,20
094	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24
096	Ø250	22.7	3 815,00	4 483,86
098	Ø315	28.6	5 850,00	6 844,50
099	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40
100	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87
101	Ø630	57.2	23 123,50	27 064,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47
P3513102	Ø25	3.0	53,28	62,35
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82
P3513106	Ø63	7.1	338,73	396,31
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70
P3513109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22
P3513111	Ø160	17.9	1 947,69	2 278,68
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39
P3513113	Ø250	27.9	4 848,33	5 670,21
P3513114	Ø315	35.2	7 588,88	8 875,48
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74
P3513034	Ø500	55.8	19 083,81	22 304,66
	Ø630	-	-	-

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Courbes (Rouleaux) de 100 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 06 ML

SARL K-PLAST
Transformation de Plastiques