

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure de l'hydraulique

DEPARTEMENT IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

OPTION : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION DU
PERIMETRE OUED ATHMANIA D'UNE SUPERFICIE DE
120 HA A PARTIR DE BARRAGE HAMMAM GROUZ
(W.MILA)**

Présenté par :

M^r : Djouad Bilal

DEVANT LES MEMBRES DU JUREY

	Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r :	MESSAHEL Mekki	Professeur	Président
M ^r :	BENKACI ALI Tarek	M.C.B	Examineur
M ^r :	MAZOUZI Sabra	M.A.B	Examinatrice
M ^{me} :	BOUCHAMA Hassina	M.A.A	Examinatrice
M ^{me} :	SADOUNE Samra	M.A.A	Promotrice

Septembre -2015

ملخص :

إن الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لبلدية وادي العثمانية ولاية ميله وذلك من أجل رفع المردودية الفلاحية لها وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي وتسيير أمثل للموارد المائية. وهذا باستعمال أنظمة سقي حديثة كنظام السقي بالتقطير الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة وذلك لما يتميز به هذا النظام من محاسن كتحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

Résumé :

L'objectif de mon mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués commune Oued El-Athmania (W.Mila) ; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau et cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé 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, comme l'importante économie 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, from the other part. This can be achieved by adoption of modern irrigation system because of their reliability, i.e: localized irrigation the most developed system with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like important quantities of water presentation.

Chapitre I : Présentation et caractéristique du périmètre

Introduction.....	01
I.1. Situation géographique et administrative.....	01
I.2. Localisation et présentation du périmètre d'étude	02
I.3. Le relief	03
I.4. Hydrographie	03
I.5. Géologie	04
I.6. Situation climatique.....	04
I.6.1. Les précipitations.....	04
I.6.2. Température de l'air	05
I.6.3. Evaporation	06
I.6.4. Humidité relative.....	07
I.6.5. Le vent.....	08
I.6.6. Siroco	09
I.6.7. Insolation	09
I.6.8. Gelée blanche :	10
I.6.9. Classification du climat.....	10
I.6.9.1. Indice d'aridité	10
I.6.9.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER	11
I.6.9.3. Diagramme Ombrothermique de Gaussen	12
CONCLUSION.....	13

Chapitre II : Ressources disponibles

Introduction.....	14
II. Etude pédologique et ressource en eau	14
II.1.Etude pédologique	14
II.1.1.Les méthodes d’investigation	14
II.1.1.1.Les relevés de terrain.....	14
II.1.1.2.Les analyses en laboratoire.....	16
II.2. Analyse de ressource en eau	17
II.2.1.Barrage Beni-Haroun	17
II.2.1.Caractéristiques principales de l’aménagement de Beni-Haroun.....	18
II.2.2 Réservoir de oued-ElAthmania	19
II.2.3. 1’estimation de la qualite de l’eau.....	20
II.2.4. Les paramètres de la qualité d’eau.....	20
II.3.Etude des aptitudes culturales	24
II.3.1. Arboriculture :	24
II.3.2. Cultures industrielles	25
II.3.3 Cultures maraichères	25
II.3.4 Cultures céréalières et fourragères	25
Conclusion	25

Chapitre III : Calcul Hydrologique

Introduction.....	26
III.1.Choix de l'échantillon à analyser	26
III.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique	28
III.3. Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement.....	30
III.3.1.Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	30
III.3.1.1.Test de validité de l'ajustement à la loi choisie.....	32
III.3.2.Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton).....	34
III.3.2.1.Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)	36
III.4.Détermination de l'année de calcul.....	36
Conclusion	37

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Introduction.....	38
IV.1. régime d'irrigation	38
IV.1.1.Définition d'un régime d'irrigation	38
IV.1.2.Besoins en eau des cultures	38
IV.1.2.1.Définition :	38
IV.1.2.2.L'évapotranspiration	38
	41
IV.2. Les paramètres fondamentaux du bilan hydrique.....	41
IV.2.1.La pluviométrie	
IV.3..Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration	42
IV.4.Détermination des besoins en eau d'irrigation.....	44
IV.4.1.Définition	44
IV.4.2.Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	45
IV.4.3. Besoins totaux nets en eau d'irrigation.....	47

IV.5. Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique)	48
Conclusion	49

Chapitre V : Choix des techniques d'irrigation

Introduction.....	50
V.1. Les techniques d'arrosage des cultures	50
V.1.1 L'irrigation gravitaire.....	50
V.1.1.1 L'irrigation par ruissellement.....	50
V.1.1.2 l'irrigation par submersion	50
V.1.1.3 L'irrigation par infiltration	51
V.1.2 L'irrigation par aspersion	51
V.1.3 L'irrigation localisée	52
V.2 Choix des techniques d'arrosages	52
V.2.1. Les contraintes naturelles	52
V.2.1.1 L'évaporation.....	52
V.2.1.2. Le vent.....	52
V.2.1.3 Le sol.....	53
V.2.1.4 La pente.....	53
V.2.2 Les contraintes techniques.....	53
V.2.3. Les contraintes agronomiques.....	53
Conclusion.....	53

Chapitre VI :Dimensionnement du réseau

Introduction.....	54
VI.1. Données générales.....	54
VI.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	54

VI.2.1. Influence du taux de couverture du sol.....	54
VI.2.2. Dose nette pratique	55
VI.2.3. Dose nette réelle.....	56
VI.2.4. Dose brute.....	56
VI.2.5. Fréquence des arrosages	57
VI.2.6. Durée d'arrosage	57
VI.2.7. Durée d'arrosage journalier	57
VI.2.8. Nombre de poste.....	57
VI.3. Calcul hydrauliques.....	57
VI.3. 1. Conditions hydrauliques	57
VI.3.2. Le débit	58
VI.3. 2.1. Calcul pour le poste 01.....	58
VI.3. 2.1.1. Le nombre d'arbres par rampe :	58
VI.3. 2.1.2. Nombre des goutteurs par rampe.....	58
VI.3. 2.1.3. Le nombre des rampes	58
VI.3. 2.1.4. Débit de la rampe	58
VI.3. 2.1.5. Débit de la porte rampe	58
VI.3.2.1.6. Débit de la conduite secondaire.....	58
VI.3.2.2. Calcul pour le poste 02.....	59
VI.3. 2.2.1. Le nombre d'arbres par rampe	59
VI.3. 2.2.2. Nombre des goutteurs par rampe	59
VI.3. 2.2.3. Le nombre des rampes	59
VI.3. 2.2.4. Débit de la rampe	59
VI.3.2.2.5. Le nombre d'arbre	59
VI.3.2.2.6. Débit de la porte rampe	59

VI.3.2.3 Débit de la conduite secondaire.....	59
VI.4.Dimensionnement des différentes parties du réseau	60
VI.4.1.Vérification des pertes de charges	60
VI.4.2.Diamètre des conduites qui assure un débit d'extrémité.....	61
VI.4.2.1. Diamètre des conduites secondaires.....	61
VI.4.2.2.Diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne.....	61
VI.5. La pression d'eau à la borne de distribution N2.....	62
Conclusion.....	62

Chapitre VII: La conduite d'adduction

Introduction.....	63
VII.1. Les différents types de réseau d'irrigation.....	63
VII.1.1. Réseau à ciel ouvert.....	63
VII.1.2. Réseau fermé.....	63
VII.1.3. Réseau mixte.....	63
VII.1.4. Choix du type de réseau.....	63
VII.1.5. Estimation de la matière des tuyaux.....	63
VII.1.5.1. Canalisation en acier.....	64
VII.1.5.2. Canalisation en fonte.....	64
VII.1.5.3. Canalisation en amiante ciment.....	64
VII.1.5.4. Canalisation en matière plastique.....	64
VII.1.6. Assemblages des tuyaux.....	64
VII.1.7. Raccords.....	64
VII.1.8. Matériel de contrôles de débits.....	65

VII.1.9. Matériel de contrôle de pression.....	65
VII.2.Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles.....	65
VII.3. Dimensionnement du réseau de distribution.....	66
VII.4.Dimensions de la bache	67
VII.4.1.volume de la bache	67
VIII.4.2.surface de la bache.....	68
VII.4.3.Longueur et largeur de la bache	68
VII.5. Choix de la pompe	69
VII.5.1.Détermination de la hauteur d'élévation calculée.....	69
VII.5.2.Calcul du débit forcé.....	70
VII.5.2.Détermination du nombre de pompes :	71
VII.5.3.pompes à axe horizontale multicellulaires.....	71
VII.5.4.Choix du nombre de pompes de secours.....	72
Conclusion.....	72

Chapitre VIII:Calcul technique-économique

Introduction.....	73
VIII.1.Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée)	73
VIII.2.Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir	74
VIII.2.1.Calcul du volume de terrassement.....	74
VIII.2.1.1.1a Largeur du fond de la tranchée	74
VIII.2.1.2.profondeur de la tranchée	74
VIII.2.2.les conduites	74
VIII.2.2.1. Calcul du volume de déblai	74
VIII.2.2.2.Calcul du volume de lit de sable	75
VIII.2.2.3. Calcul du volume de remblai	75

VIII.3 : Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir	76
VIII.5. Devis estimatif total.....	76
Conclusion.....	76

Chapitre IX : Protection et sécurité de travail

Introduction :	77
IX.1. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique.....	77
IX.1.1. Facteurs humains	77
IX.1.2. Facteurs matériels	77
IX.1.3. Liste des conditions dangereuses	78
IX.1.4. Liste des actions dangereuses.....	78
IX.2. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents.....	79
IX.2.1. Protection individuelle.....	79
IX.2.2. Autres protections	79
IX.2.3. Protection collective	79
IX.2.4. Engin de levage	79
IX.2.5. Appareillage électrique	79
Conclusion	80

Chapitre I

Tableau I.1 : les pentes de relief.....	3
Tableau. I.2. Pluies moyennes mensuelles à la station de Bir drimil	5
Tableau I.3. Températures moyennes mensuelles de la zone d'étude.....	5
Tableau. I.4. Evaporation mensuelle et annuelle à la station du barrage d'Oued El-Athmania.....	6
Tableau I.5. Distribution mensuelle de l'humidité relative de l'air.....	7
Tableau I.6. Distribution fréquentielle du vent à la station de Hammam Grouz:	8
Tableau I.7. Vitesse du vent de la station de Hammam Grouz:	8
Tableau I.8. Nombre de jours de sirocco :	9
Tableau I.9. Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale (h) (1998-2008)	9
Tableau I.10. Nombre de jour de gelée	9
Tableau. I.11. Classification du climat.....	10
Tableau I.12. Variations des précipitations et des températures	12

Chapitre II

tableau.II.1. Caractéristique de profile 75 :	16
Tableau II.2. Caractéristiques de barrage beni haroun	18
Tableau II.3. : Caractéristique de l'eau dans barrage oued El- Athmania (grouz)	22
Tableau II.4. : Récapitulatif de calcul pour l'estimation de la qualité des eaux d'irrigation dans le périmètre de Oued El-athmania.....	23

Chapitre III

Tableau III.1 Caractéristiques de station pluviométrique.....	26
Tableau III.2 La serie pluviométrique	27
Tableau III. 3LE Procède de teste d'homogénéité pour la station BIR DRIMIL	29
Tableau III.4 Ajoutement a la loi de GAUSS	31
Tableau III.5 Teste de χ^2	33
Tableau III.6 Ajoutement a la loi log normale	35
Tableau III.7 Précipitation moyenne mensuelle	37

Chapitre IV

Tableau.IV.1. Evapotranspiration de référence ET_0 calculée.....	40
Tableau : IV.2.précipitation moyenne annuel	42
Tableau.IV.3. Besoins en eau d'irrigation de l'olivier	45
Tableau.IV.4. Besoins en eau d'irrigation de pommier	46
Tableau.IV.5. Besoins en eau d'irrigation du pêcher.....	46
Tableau.IV.6. Besoins en eau d'irrigation de la tomate	47
Tableau.IV.7. Les résultats de calcul des besoins en eau nets.....	47
Tableau.IV.8. Occupation du sol.....	48
Tableau.IV.9.les besoins totaux en m^3	48

Chapitre VI

Tableau VI.1: les données de calcul de la dose pratique	56
Tableau VI.2: calcul de D_{cal} de la rampe	61
Tableau VI.3: calcul de D_{cal} du porte-rampe	61
Tableau VI.4: calcul des diamètres des conduites secondaires	61
Tableau VI.5: calcul de diamètre de la conduite a la sortie de la bonrne	62
Tableau VI.6:les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteurle plus défavorable.....	62

Chapitre VII

Tableau VII.1 : Les débits caractéristique	66
Tableau VII .2.Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation	66
Tableau VII .3. Caractéristiques des conduites de distribution	67
Tableau VII.4. Dimensions de la bêche d'aspiration.....	68
VII.5 : les pompes à axe horizontale multicellulaires	71

Chapitre VIII

Tableau VIII.1.Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.....	73
Tableau VIII.2 : Les volumes des travaux pour les conduites.....	75
Tableau VIII.3 : Factures pro-forma	76

Chapitre I

Figure. I.1.les Limites administratives de la commune d'Oued Athmania	2
Figure. I.2. situation de la zone d'étude	3
Figure. I.3. La variation moyenne mensuelle de la température.	6
Figure. I.4.evaporation (mm)	7
Figure. I.5. Evolution de l'humidité relative moyenne	8
Figure. I.6.vitesse du vent (m/s)	9
Figure. I.7.insolations(h)	10
Figure. I.8. Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.	12
Figure. I.9. Diagramme	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II

Figure II.1.barrage Beni-Haroun	19
Figure II.2: digue en terre et la du réservoir d'Oued El- Athmenia(grouz).....	19
Figure. I.3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation	23

Chapitre III

Figure III.1.ajustement des pluies annuelles a la loi de Gausse	31
Figure III.2.ajustement des pluies annuelles a la loi log -normale	35

Chapitre VI

Figure VII.1.réseau principal d'irrigation	67
--	----

Chapitre VIII

Figure VIII1: schéma d'une tranchée	77
---	----

Liste des planches

PLANCHE 1:

Plan de situation du périmètre de Oued el-athmania (W.Mila)

PLANCHE 2:

Plan d'occupation du périmètre Oued El-athmania W. Mila

PLANCHE 3 :

Plan de réseau d'irrigation par goutte a goutte du périmètre Oued El-Athmania W

PLANCHE 4:

Plan de réseau de distribution du périmètre de Oued El-Athmania

PLANCHE 5 :

Profil en long de la conduite du périmètre d'irrigation de Oued El-Athmania

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource essentielle à la vie. Elle fait l'objet d'utilisations très diverses par l'homme. Indispensable dans la production agricole, d'énergie et d'industrie.

Fragile et limitée, la ressource en eau est de plus en plus menacée par les conséquences des activités humaines. Le nombre croissant d'utilisateurs oblige aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et, ainsi, à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

Dans le domaine de l'irrigation la solution consiste à identifier les futurs projets en adoptant les techniques et les procédés d'arrosage qui utilisent d'une façon rationnelle et efficace les volumes d'eau réservés.

C'est dans ce contexte qu'on a entrepris une étude qui consiste à dimensionner le périmètre d'irrigation de Oued EL-Athmania (adduction et distribution), dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par un réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique. et assuré une irrigation de qualité pour satisfaire ce client de premier ordre, afin de garantir un bon rendement de récolte sur court, moyen et long terme.

Introduction

L'objet de ce chapitre est de présenter le périmètre à irrigué Oued El-Athmania. Cependant au moment d'aborder l'étude du périmètre, il convient de connaître le cadre naturel dans lequel s'insère ce périmètre et dont il est inséparable.

I.1. Situation géographique et administrative .

La Commune de Oued El- Athmania est Située a L'Est de La Wilaya de Mila .a 13 Km au Nord-Est de Chelghoum Laïd.

Elle Est Desservie par l'autoroute Est-Ouest A1 qui passe au Sud Avec une sortie de 2 Km du centre-ville et la RN5 qui passe au Nord

Les limites administratives de la commune d'Oued Athmania sont :

- Au nord par la commune de Sidi khelifa.
- Au nord-est par la commune de Ibn ziad (Constantine) .
- A l'est par la commune de Ain smara (Constantine).
- Au sud-est par la commune de Oued seguen.
- Au sud par la commune de Teleghma.
- Au sud-ouest par la commune de Chelghoum laid.
- A l'ouest et au nord-ouest par la commune de Ain mellouk.

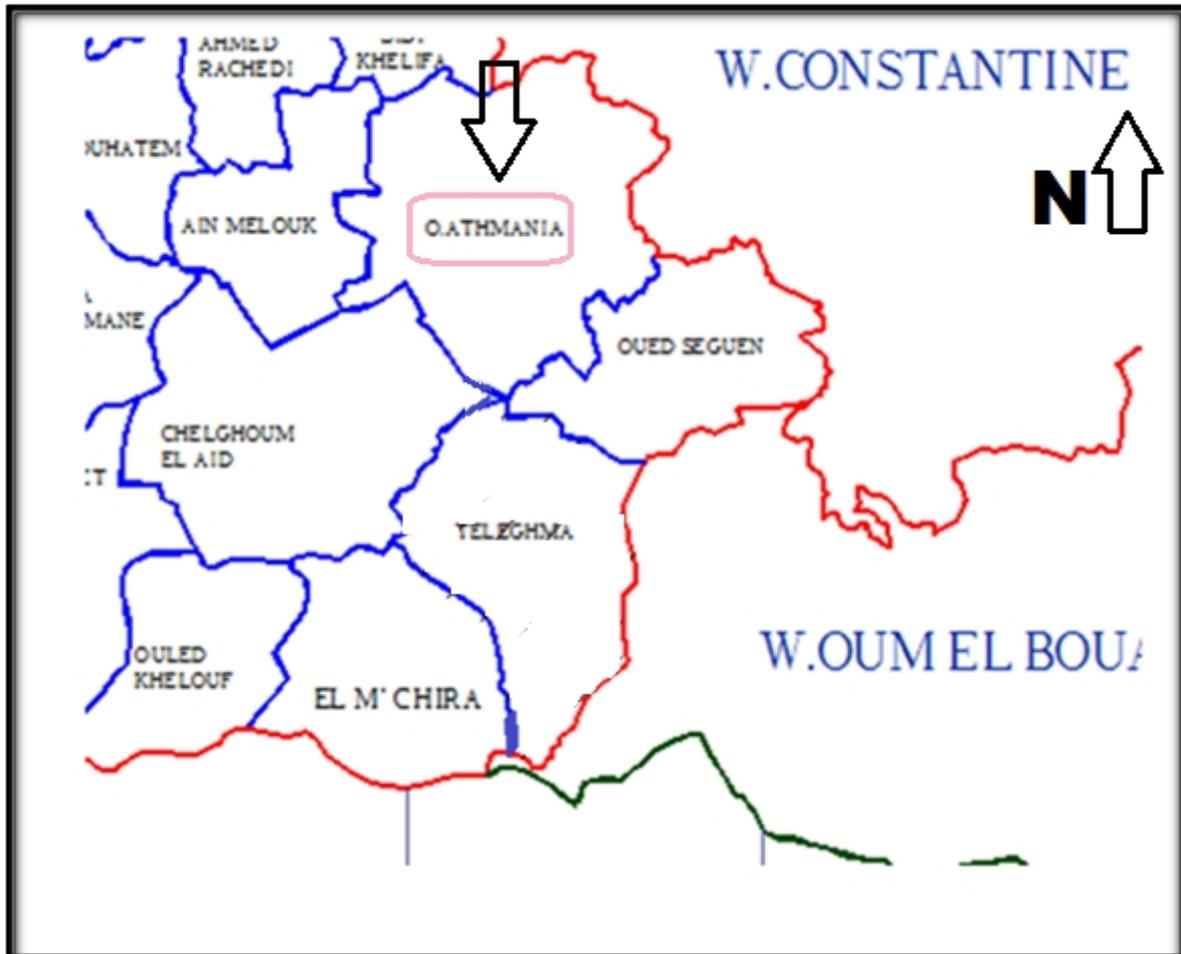


Figure. I.1.les Limites administratives de la commune d'Oued Athmania

I.2.Localisation et présentation du périmètre d'étude :

le périmètre est situé à 3 km au nord ouest de la commune oued El-Athmania , limité au nord par la commune de sidi khelifa a l'est par la route de wilaya n°134 et à l'ouest par cité boumalek et au sud par la route de wilaya n°115.



Figure. I.2. situation de la zone d'étude

I.3. Le relief

Le périmètre présente un relief peu accidenté dans quelques endroits, les côtes du terrain naturel varient de 740 à 820m, les terres du périmètre sont caractérisées par les pentes suivantes :

Tableau I.1 : les pentes de relief

N°	Pente
1	0,03-0,05
2	> 0,05

I.4. Hydrographie

Le périmètre d'étude est drainé par l'oued Rhumel et ses affluents. Durant son parcours, il reçoit quelques affluents qui coulent dans la zone d'étude

I.5. Géologie :

La zone d'étude est cernée par le massif montagneux de Grouz, il est constitué de couches massives du Jurassique, de formations du crétacé et du paléogène dont la puissance sommaire.

Dans la coupe géologique de la région on distingue des complexes importants des sédiments:

- Terrigeno-carbonatés (jurassique supérieur- crétacé inférieur).
- Carbonates (crétacé supérieur, paléocène, éocène inférieur).
- Gypsifère (éocène moyen) .
- Molasse (éocène supérieur -oligocène).

Contrairement aux régions de l'Atlas Occidental, les formations du crétacé supérieur est largement répandues dans notre région. Les formations du quaternaires et du néogène sont moins développés.

I.6.Situation climatique

Le climat de la région est méditerranéen typique avec un été sec et chaud et un hiver doux et humide.

Les données climatiques (précipitation, température, humidité relative et vent) sont fournies par l'ONM à la station climatique de Constantine pour une période allant de 1992 jusqu'au 2013.

I.6.1. Les précipitations

Les précipitations sont réparties à travers le territoire de façon à créer une zone en verticale qui est caractérisée par une augmentation de précipitations en fonction de l'altitude.

Le tableau ci-dessous donne les précipitations réparties par mois et leur total annuel.

Tableau. I.2. Pluies moyennes mensuelles à la station de Bir drimil

(Période 1992-2013)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JU	A	Année
Précipitation	33.55	24.36	31.42	48.07	41.9	34.42	31.06	32.84	36.59	15.90	8.89	9.32	348.3

Source:ONM

D'après le tableau, le total moyen des précipitations annuel est égal à 348.3 mm. Le minimum de précipitations est enregistré au mois de juillet avec une valeur de 8.89 mm et le maximum est enregistré au mois de décembre avec une valeur de 48.07 mm.

I.6.2. Température de l'air :

La température de l'air est un facteur important dans la détermination du climat, il intervient d'une manière directe en agriculture puisqu'il conditionne l'évaporation et le cycle végétatif des cultures.

Le régime de température dans la région d'étude (périmètre d'irrigation de Oued El-Athmania) se caractérise par un été sec et très chaud et un hiver froid et humide. Les températures d'air moyennes et extrêmes moyennes, mensuelles dans la région étudiée sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau I.3. Températures moyennes mensuelles de la zone d'étude

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
T max	28,8	23,4	16,9	12,8	11,8	13,4	16,6	19,0	25,4	31,2	34,4	34,5
T min	14,8	11,4	6,6	3,4	2,3	2,6	4,6	6,2	10,9	15,2	17,8	18,4
T Moyenne	21,8	17,4	11,8	8,1	7,1	8,0	10,6	12,6	18,2	23,2	26,1	26,5

Source : ONM

D'après le tableau La température moyenne mensuelle varie entre un minimum de 2.6 °C enregistré au mois de févre et un maximum de 34.5°C enregistré au mois août.

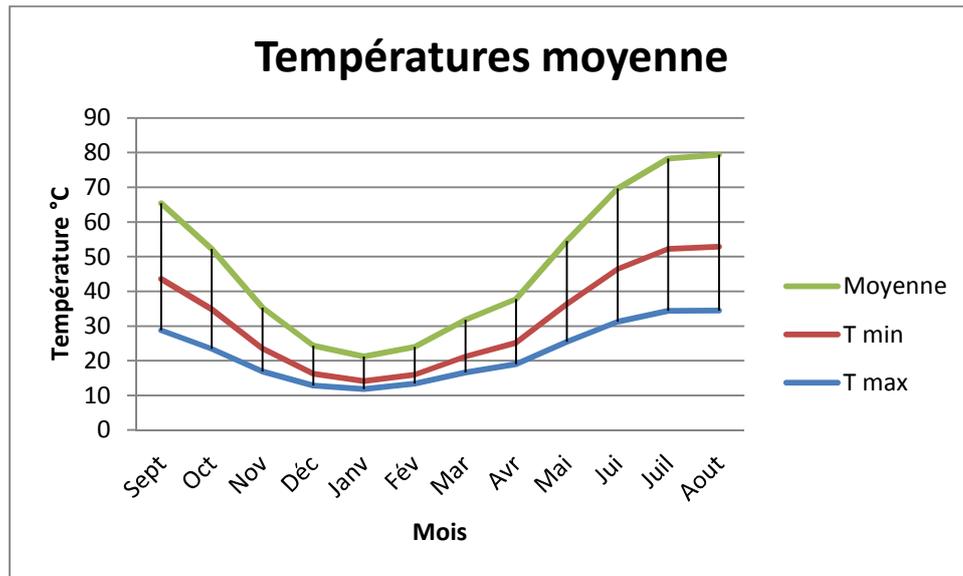


Figure. I.3. La variation moyenne mensuelle de la température.

I.6.3. Evaporation

Les valeurs de l'évaporation du plan d'eau libre sont adoptées d'après les données observées au barrage d'Oued El-Athmania. Elles sont données par le tableau ci-dessous.

Tableau. I.4. Evaporation mensuelle et annuelle à la station du barrage d'Oued El-Athmania
(Période : 1992 – 2013)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Evap	40,9	44,8	63,6	70,6	100,1	147,4	193,4	188,1	120,5	91,1	57,3	43,4	1161,2
pourcentage%	3,51	3,85	5,47	6,07	8,61	12,68	16,63	12,79	10,63	7,84	4,93	3,73	100

Source : ONM

L'examen de ce tableau montre que l'évaporation est importante durant les mois de juin et juillet. Ce dernier donne un volume évaporé de 16,63 %. La faible valeur de l'évaporation est enregistrée au de janvier où le pourcentage évaporé est de 3,51 %.

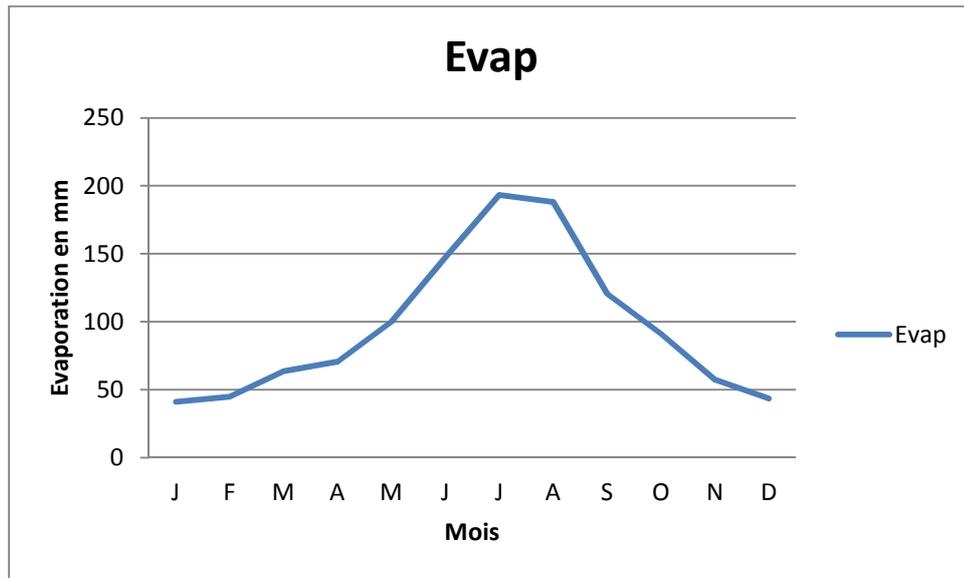


Figure. I.4. evaporation (mm)

I.6.4. Humidité relative :

L’humidité moyenne mensuelle et annuelle de l’air, selon les données de la station météo de Constantine, sont données dans le tableau suivant :

Tableau I.5. Distribution mensuelle de l’humidité relative de l’air

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jn	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Année
Humidité %	64,3	69,3	74,1	78,5	78,6	76,3	71,2	69,3	63,5	53,5	47,6	50,0	66,4

Source : ONM

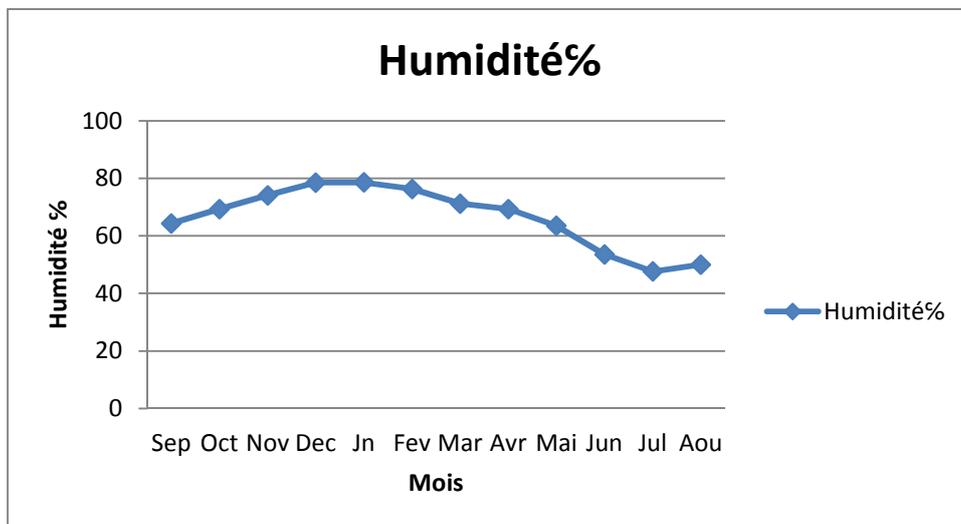


Figure. I.5. Evolution de l’humidité relative moyenne

I.6.5. Le vent :

Dans la zone étudiée le vent de directions occidentales (du sud-ouest au nord-ouest) prédomine d'octobre à mars, mais d'avril à septembre prédomine le vent de direction nord et nord-ouest.

Tableau I.6.Distribution fréquentielle du vent à la station de Hammam Grouz:

Direction du vent	N	N-E	E	S-E	S	S-W	W	N-W	Vent calme	Total
Pourcentage par direction	11.68	2.55	2.40	3.06	4.64	8.13	10.23	13.82	43.39	100

Source : ONM

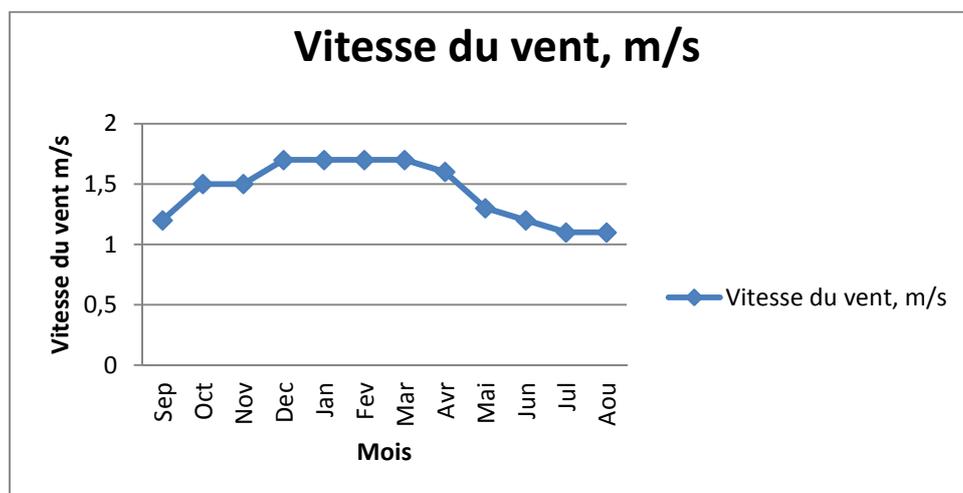
Les vitesses moyennes mensuelles du vent, selon les données de la station expérimentale de Hammam Grouz, sont récapitulées au Tableau I.7

Tableau I.7. Vitesse du vent de la station de Hammam Grouz:

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Année
Vitesse du vent, m/s	1,2	1,5	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,3	1,2	1,1	1,1	1,4

Source : ONM

La vitesse moyenne annuelle du vent est de 1,4 m/s. La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 1,1 m/s (juillet-août), la vitesse moyenne mensuelle maximale du vent est de 1,7 m/s (décembre-mars).

**Figure. I.6.** vitesse du vent (m/s)

I.6.6.Sirocco :

Les vents nommés « sirocco » peuvent être observés à tout mois de l'année. Le nombre moyen mensuel de jours avec sirocco, selon les données de la station météo de Constantine pour la période de 1994 à 2003

Tableau I.8. Nombre de jours de sirocco :

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jul	Aou	Année
Nombre de jours avec sirocco	2,6	1,0	1,1	0,1	0,1	0,5	1,1	1,8	1,9	1,2	3,8	6,0	24,0

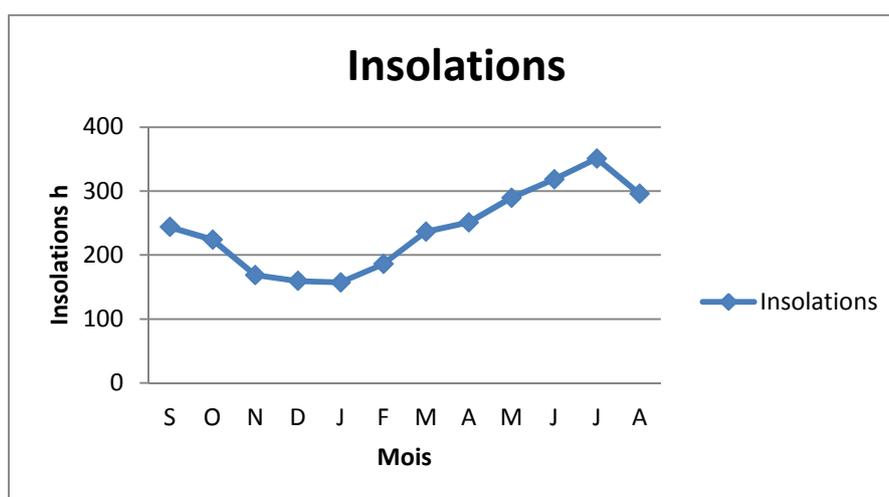
Source : ONM

Le nombre maximum de jours avec sirocco est enregistré en juin-septembre. En moyenne, au cours de l'année il est observé 24 jours avec sirocco.

I.6.7.Insolation : Insolation est représenté dans le tableau suivant :

Tableau I.9. Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale (h) (1998-2008)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne
Heurs	243,7	223,9	168,7	159,4	157	185,9	236,6	250,9	289,3	318,4	350,9	295,6	240,18

**Figure. I.7.**insolations(h)

I.6.8. Gelée blanche :

Le nombre moyen mensuel de jours avec les températures négatives (gèle) fourni par la station expérimentale de Hammam Grouz.

Tableau I.10. Nombre de jour de gelée

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Année
Nombre de jours	-	-	0,7	1,8	3,4	2,0	1,5	0,1	-	-	-	-	9,5

Source : ONM

I.6.9. Classification du climat**I.6.9.1. Indice d'aridité**

D'après l'indice d'aridité de MARTONNE IA :

$$I_A = \frac{P}{T+10}$$

Avec : P : précipitation annuelle en mm \Rightarrow P = 348,3 mm

T : température moyenne en (°C) \Rightarrow T = 15,95 °C

$$\underline{\text{AN:}} \quad I_A = \frac{P}{T+10} = \frac{348,3}{25,95} = 13,42$$

Tableau. I.11. 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 sec, ce qui rend l'irrigation nécessaire.

I.6.9.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

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

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

D'où :

Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : Précipitation moyenne annuel mm.

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

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

Application :

Avec : P = 348,3 mm

M = 26,5 °c

m = 7,1° c

$$\text{On aura : } Q = \frac{2 \times 1000 \times 348,3}{(26,5 + 273)^2 - (7,1 + 273)^2} = 61,95 \text{ mm}$$

On se référant au diagramme bioclimatique la valeur de Q pour positionné notre région d'étude.

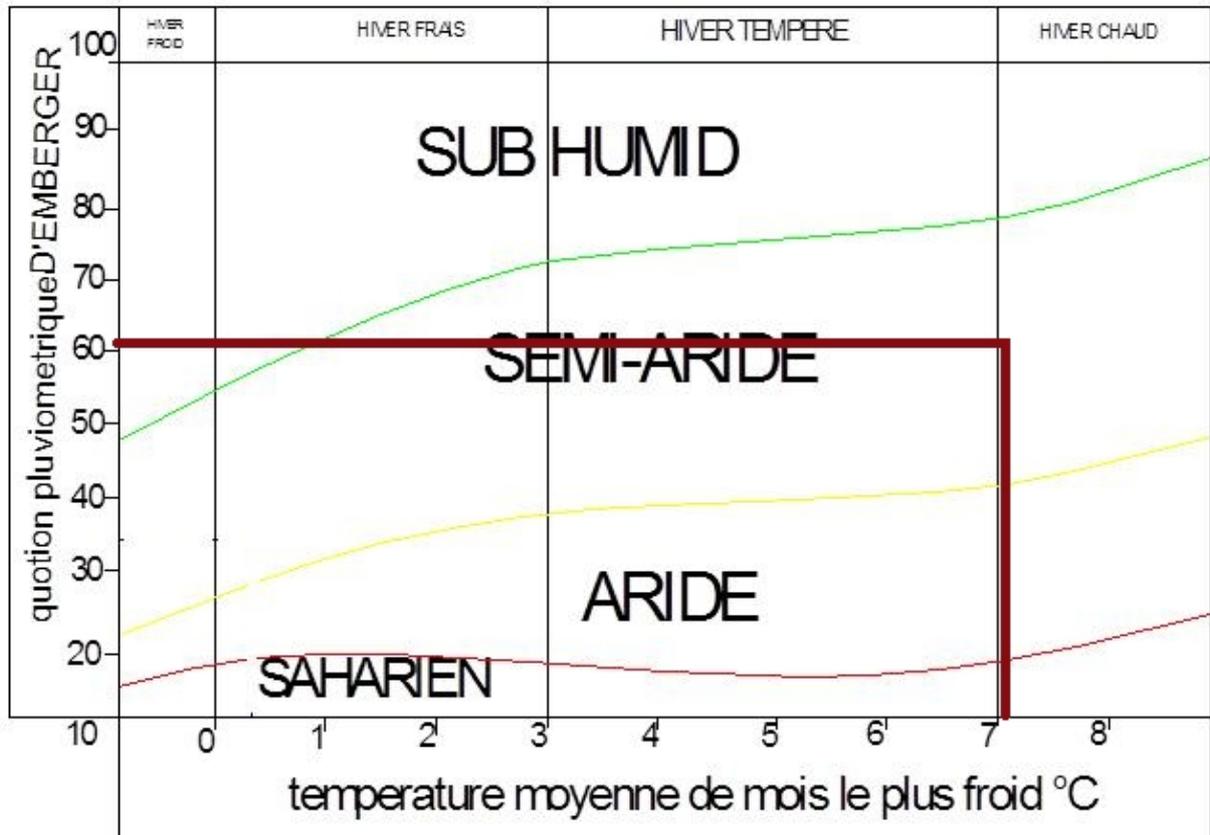


Figure. I.8. Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

D'après le diagramme bioclimatique notre région se trouve :

- dans un étage bioclimatique : semi-arid.
- Sous étage : hiver chaud.

I.6.9.3. Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Tableau. I.12. Variations des précipitations et des températures

M	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P mm	41.9	34.42	31.06	32.84	36.59	15.9	8.89	9.32	33.55	24.36	31.42	48.07
T°C	7,1	8,0	10,6	12,6	18,2	23,2	26,1	26,5	21,8	17,4	11,8	8,1

C'est une représentation graphique de la variation des précipitations et des températures en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

Dans notre cas, l'irrigation est indispensable à partir de la fin du mois d'avril jusqu'à le début du mois d'octobre comme le montré la figure I.8

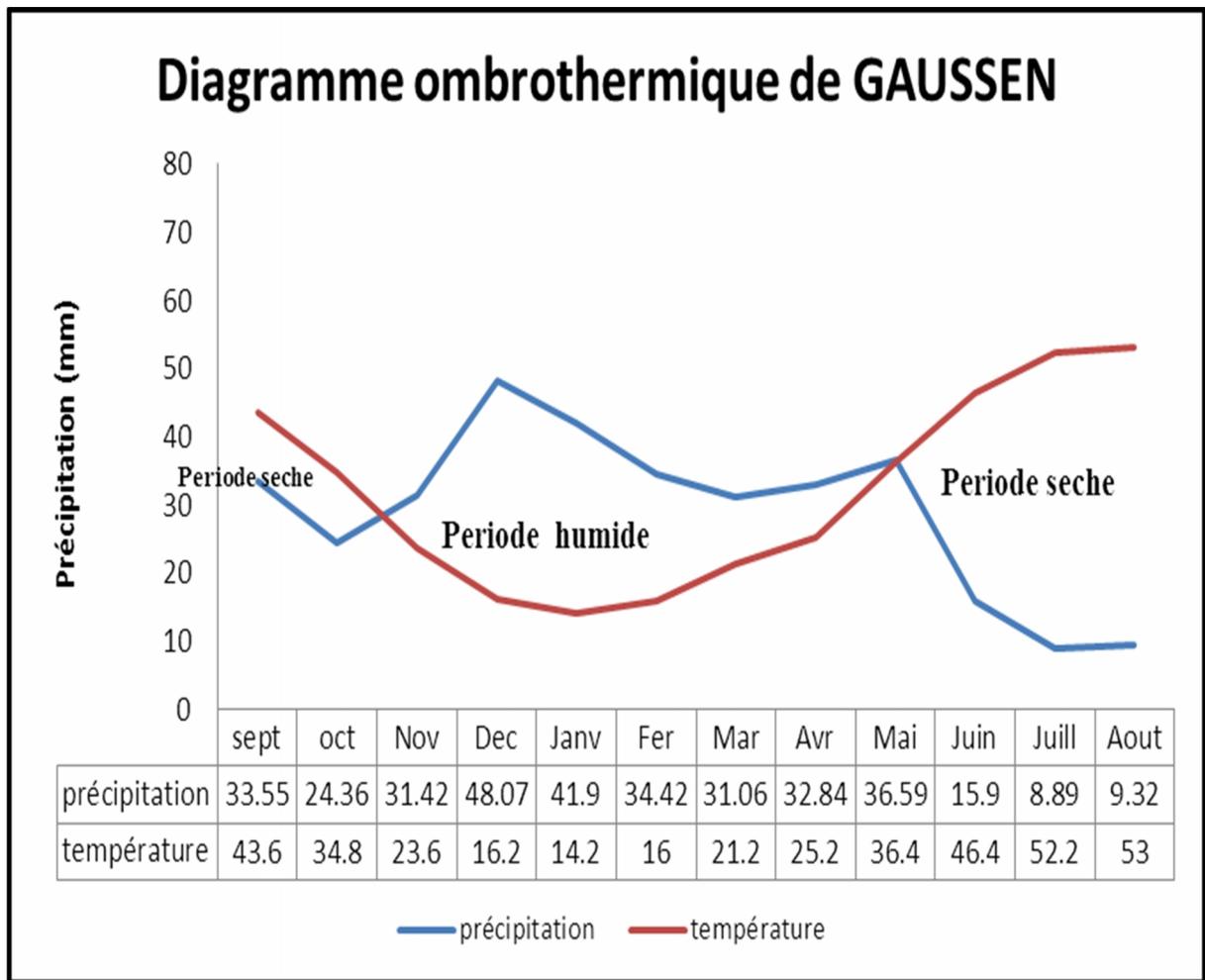


Figure. I.9. Diagramme Ombrothermique

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons traité les principaux données qui nous aiderons à connaître la nature du climat de la zone d'étude

En résumé ;

Le diagramme ombrothermique nous a permet de déterminer la dissociation de deux saisons à savoir ; la saison humide, et la saison sèche qui est la période d'irrigation.

Donc la période pluvieuse débutera à partir du mois Octobre et se terminera au mois de Mai. Les mois les plus secs sont juin, juillet et août et septembre.

Introduction :

La pédologie, est la science qui définit les caractères des sols et étudie leur relation avec l'environnement, La pédologie se situe au carrefour des sciences de la terre et des sciences de la vie. Elle étudie les sols dans leur globalité, que ce soit leur formation et leur évolution (pédogenèse), leurs propriétés physiques, morphologiques, chimiques, biologiques et minéralogiques, ainsi que leur répartition à la surface du globe. Les études pédologiques permettent ainsi de classer les sols, notamment en fonction de leur texture. Par ailleurs, les études concernant l'interaction des sols avec le climat, la flore et la faune sont fondamentales pour la préservation de l'environnement naturel.

Avant d'entamer une étude d'aménagement hydro-agricole, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

II. Etude pédologique et ressource en eau :**II.1. Etude pédologique :****II.1.1. Les méthodes d'investigation :**

En pratique, les études pédologiques se déroulent en deux étapes successives : les relevés de terrain et l'analyse des échantillons en laboratoire.

II.1.1.1. Les relevés de terrain :

Dans un premier temps, des échantillons de sol sont prélevés sur le terrain. Le sol se différencie en couches successives appelées horizons, de nature proche et dans un équilibre relativement stable. Des échantillons de chacun des horizons sont obtenus à partir de tranchées ou de sondages à la tarière. Compte tenu de la lourdeur des techniques, ces mesures sont restreintes à des profils de quelques mètres de profondeur, sur de faibles superficies (quelques mesures par hectare). La stabilité et la couleur de la structure du sol peuvent également être déterminées sur le terrain.

Dans ce qui suit nous présentons les différentes classes pédologiques ainsi que les descriptions et les résultats de l'analyse physico chimiques des profils types.

Profil : 73**Classe** : peu évoluée**S /classe** : non climatique**Groupe** : d'apport colluvial**s/groupe** :hydromoph**Situation** : Est bou malek.

X : 811.572km Y : 4016.23km Z : 779.23m

Topographie : pente de 2-3%.

Végétation : céréaliculture arboriculture.

Description :**0-30 cm** : 2,5 YR 6/2, à l'état sec, structure polyédrique fine à grumeleuse, texture limono-argileuse, charge en cailloux 3-5% de gravier, nombreuses racines, présence des restes de coquilles, vive effervescence à L'hcl, transition graduelle.**30-75 cm** : 2,5 YR 5/2, à l'état sec, structure polyédrique grossière à massive, texture limono-argileuse fine, charge en cailloux (-3) %, peu de racines, vive effervescence à L'hcl, transition diffuse.**75-120 cm** : 10 YR6/3, à l'état sec, structure massive, texture limono , très peu de racines, vive effervescence à L'hcl.**profil75****Classe** : peu évoluée**S /classe** :d'origine non climatique**Groupe** : d'apport colluvial**s/groupe** :modal**Situation** : nord ouest d'Oued El- Athmania.

X : 817.33km Y : 4014.12.km Z : 776.54

Topographie : pente de 3-5%.

Végétation : céréaliculture arboriculture.

Description :**Ap - 0-35 cm** : 10 YR 4/2, à l'état sec, structure polyédrique moyenne à fine, texture limono argileuse charge en cailloux (-3) % sur tout le profil, très nombreuses racines, vive effervescence à L'hcl, transition graduelle.**C1-35-110 cm** : 10 YR 5/3, à l'état sec, structure massive, texture limono argileuse, peu de racines, vive effervescence à L'hcl, transition diffuse.

Apparition des traces d'hydromorphie à partir de 100cm, très peu de racines, vive effervescence à L'hcl.

II.1.1.2. Les analyses en laboratoire

La plupart des analyses des échantillons se déroulent ensuite en laboratoire. Il est alors possible de déterminer les caractéristiques granulométriques (texture), de réaliser des analyses microscopiques via des coupes minces (micromorphologie), de mesurer l'acidité (pH), le taux en matières organiques (carbone, azote, etc.), la teneur en eau, etc.

tableau.II.1.Caractéristique de profile 75 :

Profondeur (cm)	0-35	35-110
GRANULOMETRIE**		
Argile%	28,89	24,6
Limon fin%:	38,92	35,7
Limon grossier%:	2,34	9,7
Sable fin%:	19,6	20,56
Sable grossier%:	10,25	9,44
MATIERES ORGANIQUES		
Matières organiques %:	1,3	0,7
Carbone(C)%:	7,5	4,3
Azote (N)%:	0,76	0,42
Rapport C/N:	10	10
RESERVES MINERALES		
P ₂ O ₅ total%:		
P ₂ O ₅ assimilable (ppm) .*	53	31
CaCO ₃ total%:		
CaCO ₃ actif %:*	13,8	14,2
K ₂ O total %:		
Gypse total%:		
BASES CHANGEABLES		
Ca ⁺⁺ (meq/100g)	6,3	19,2
Mg ⁺⁺ (meq/100g)	2,06	4
K ⁺ (meq/100g)	0,4	0,68
Na ⁺ (meq/100g)	0,15	0,07
T(NH ₄)(meq/100g)		
CEC(meq/100g):	8,91	23,95
SOLUTION DU SOL*		
%Saturation:		
pH:	7,9	7,9
CE(millimohs/cm):	0,2	0,2
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES		
Densité réelle:	2,62	2,58
Densité apparente:	1,27	1,03
pF _{4,2} ***	11,26	13,12
pF _{3,0} ***	15,56	20,33
pF _{2,5} ***	20	25,08
Vitesse d'infiltration (cm /j)	20	20

Source :ONID

D'après l'analyse en laboratoire qui est faite on peut dire que :

Analyse chimique du sol

Le sol n'est pas salin parce que $C.E < 4$ mmhos / cm

La valeur du pourcentage de la matière organique dans les différents horizons, et le rapport C/N qui varie entre 9 et 11, ceci induit qu'il y'a une bonne décomposition de la matière organique.

On a le SAR < 13 , donc il n'y a pas de danger d'alcalinisation.

La perméabilité

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de

l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est le

Coefficient

K de la loi de Darcy. Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

Sol imperméable $K < 10^{-6}$ m/s.

Sol peu perméables $10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Sol perméable $5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Sols très perméables $K > 5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Pour notre périmètre on a $k = 2.31 \cdot 10^{-6}$ m/s. → on est dans la 2^{ème} condition :

Sol peu perméables $10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$ m/s .

II.2. Analyse de ressource en eau :

II.2.1. Barrage Beni-Haroun :

Conformément au projet du barrage de Beni-Haroun, la source d'alimentation en eau du périmètre d'irrigation de Oued El-Athmania, sont les apports régularisés du bassin de l'oued El Kebir

Le système de transfert d'eau à partir du barrage de Beni-Haroun est destiné à l'alimentation en eau de 6 wilayas situées en majeure partie au Sud du barrage : Batna, Khenchela, Mila, Oum El Bouaghi, Constantine et Jijel (la région d'El Milia).

➔ **Le système de transfert d'eau comprend :**

- ✓ Barrage de Boussiaba .
- ✓ Barrage de Beni-Haroun .
- ✓ Barrage intermédiaire de grouz.
- ✓ Barrage intermédiaire de Talizardane .
- ✓ Barrage intermédiaire de Koudiat Medaour.

➔ **Conduites de transfert et d'amenée d'eau.**

Le système de transfert d'eau à partir du barrage Beni-Haroun est destiné à la satisfaction des besoins de l'alimentation en eau potable, industrielle et d'irrigation.

Le barrage de Beni-Haroun se trouve sur l'oued El Kebir à 3 Km en aval de la confluence des oueds Rhumel et Endja. En plus, de l'accumulation et de la régularisation des apports, le barrage de Beni-Haroun est destiné à l'écêtement de crues exceptionnelles.

La superficie du bassin versant de l'oued El Kebir, contrôlée par le barrage de Beni-Haroun est 7725 Km², le volume des apports moyens annuels est de 435 M m³.

II.2.1. Caractéristiques principales de l'aménagement de Beni-Haroun :

Tableau II.2. Caractéristiques de barrage beni haroun

Barrage		
Type de barrage		Barrage poids en BCR
Cote de la crête du barrage	NGA	216,6
Longueur de la crête du barrage	M	710
Largeur de la crête du barrage	M	8
Hauteur maximale sur TN / sur Fondation	M	120
Fruit du parement amont Vertical		Vertical
Fruit du parement aval		0,8 H / 1V
Volume dont :	m ³	1.206.000
• Béton compacté au rouleau		148 200
• Béton conventionnel		330.000

Source : ANBT



Figure II.1.barrage Beni-Haroun

II.2.2 Réservoir de oued-ElAthmania

La retenue intermédiaire Oued El- Athmenia se trouve au Est de la wilaya de Mila, dans le cours amont de l'Oued El-Athmenia sur son affluent de la rive droite qui est l'Oued El Kaim, dans la partie sud du périmètre d'irrigation. Le volume total de la retenue est de $33,6\text{Mm}^3$ sachant que notre barrage réservoir est alimenté à partir du barrage de Beni Haroun.



Figure II.2: digue en terre et la du réservoir d'Oued El- Athmenia(grouz)

II.2.3. 1°estimation de la qualite de l'eau

Au titre de critères principaux de l'évaluation de la qualité de l'eau nous avons pris les coefficients proposés par le Département agricole des USA et ceux proposés par Boudanov M.F. que l'on utilise en Ukraine pour les projets d'irrigation. Leur utilisation conjointe permet de définir le degré du risque d'accumulation des sels dans les sols et le degré de l'alcalinisation des sols à partir des indices et leurs combinaisons.

L'estimation de la qualité de l'eau d'après la teneur en sels est très importante, parce que l'irrigation avec de l'eau à forte teneur en sels fait accumuler les sels dans les sols et par conséquence, est la cause de la baisse des rendements des cultures, du ralentissement de la croissance des végétaux, de la perte des plantes. Tout de même l'excès du sodium peut provoquer l'alcalinisation et la dégradation de la structure du sol.

Risque d'obstruction

Les éléments susceptibles d'obstruer les goûteurs peuvent se trouver en suspension ou en Solution, dans l'eau. Ils peuvent être de nature physique (sable, limon, argile, débris de végétaux), Chimique (calcaire, fer) ou biologique (algues, bactéries, spore). Une analyse au préalable est Indispensable Pour appréciés les risques et de définir les moyens de prévention à mettre en œuvre Pour éviter le Colmatage.

Risque de salinisation

La teneur en sel des eaux d'irrigation joue un rôle important vis-à-vis des effets directs sur des Végétaux et des risques des salinisations de sol, certains ions sont utiles, même à des Concentrations relativement élevées.

II.2.4. Les paramètres de la qualité d'eau

a- Conductivité électrique de l'eau

Classification américaine : elle est basée la conductivité électrique à 25° est Exprimé en mmhos/cm, elle caractérise la salinité totale de l'eau.

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- ✓ C1 risque faible CE < 250.
- ✓ C2 risque moyen CE entre [250 ; 750].
- ✓ C3 risque élevé CE entre [750 ; 2250].
- ✓ C4 risque très élevé CE > 2250.

b- Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium)

Selon la concentration et le type d'ions présent dans l'eau pur appréciés les risques liées au ne teneur relative excessive en sodium (risque alcalin) on compare celle en ion Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} qui eux sont des agents de floculation au moyens du paramètre suivant :

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

Avec : S.A.R. =

- | | |
|-----------------------------------|---------|
| ✓ S_1 risque alcalin faible | 0 – 10 |
| ✓ S_2 risque alcalin moyen | 10 – 18 |
| ✓ S_3 risque alcalin élevé | 18 – 26 |
| ✓ S_4 risque alcalin très élevé | > 26 |

Tableau II.3. : Caractéristique de l'eau dans barrage oued El- Athmania (grouz)

Date préel	T°C eau	pH	CE à 25°Cmmhos/cm	Composition des sels dissous (mg/l)							S.A.R
				Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	HCO ₃ mg/l	
01/08/2010	29	8,1	0,80	139,7	105,2	35	30	265	240	586	3,16
18/10/2010	17,5	7,6	0,87	3036,0	3002	200		255	298	390	3,64
15/11/2010	16	7,7	0,58	785,9	752	160	15	250	222	433	5,77
16/05/2011	24,5	8,2	0,76	2872,3	2838,1	140	11	230	298	427	2,62
29/06/2011	26	8,6	0,68	1037,7	1003,4	200	13	255	332	451	6,26
20/11/2011	14	7,9	0,90	1836,1	1802,1	177	11	250	230	494	4,15
07/03/2012	14	7,7	0,98	869,2	835,8	195	11	215	272	482	6,68
06/05/2012	25	7,8	0,75	907,4	873	205	13	250	269	537	6,87
11/06/2012	20	7,6	0,68	1254,7	1220,1	184	16	250	280	500	5,23
14/08/2012	9	7,9	0,58	544,1	510,1	104	11	45	500	395	4,53
23/09/2012	25	8,0	0,85	2244,0	2210	210	17	285	430	433	4,45
18/11/2012	14	7,5	0,97	1336,2	1302	154	16	210	376	378	4,24
04/12/2012	13	8,2	0,48	2398,2	2364,1	142	14	225	394	366	2,91
16/01/2013	11	8,1	0,68	1451,1	1417,4	128	7	160	268	336	3,38
10/02/2013	10	7,8	0,78	161,2	127,5	70	6	145	370	2440	5,83
11/03/2013	20	7,9	0,71	1318,0	1284,2	145	10	175	360	403	4,02
07/04/2013	20	8,3	0,73	2714,6	2680,1	134	131	185	324	427	2,58
12/05/2013	20	8,0	0,69	1057,6	1023,7	180	14	225	292	421	5,58
16/06/2013	26	7,9	0,65	2201,8	2167,3	208	16	275	308	525	4,45
14/07/2013	29	8,1	0,70	1213,9	1179,5	210	16	305	500	451	6,07
28/08/2013	29	8,1	0,82	2307,9	2273,5	280	10	480	324	153	5,85
11/12/2013	11	8,4	0,76	483,0	448,7	98	16	215	290	470	4,54
07/01/2014	10	8,4	0,74	721,8	687,8	180	16	240	308	561	6,78
05/02/2014	14	8,6	0,90	690,8	656,3	122	10	145	680	268	4,7
06/05/2014	19	8,6	0,84	8481,0	8446,5	230	2	210	312	549	2,5
09/07/2014	29	8,7	0,66	1197,9	1163,4	200	17	350	390	427	5,82
13/10/2014	18	8,0	0,64	254,2	220,1	69	6	100	258	146	4,48
09/12/2014	10	7,8	0,60	133,3	99,3	62	4	85	236	189	5,75
Sommes	2567	1219	20,8	43649	42694,4	23307	3221	35768	40801	53662	132,8
Moyens	17,83	8,24	0,74	1558,9	1521,9	157,48	21,91	241,68	275,68	362,58	4,7

Source :DRE (Mila)

Tableau II.4. : Récapitulatif de calcul pour l'estimation de la qualité des eaux d'irrigation dans le périmètre de Oued El-athmania

Valeurs adoptées pour le calcul	PARAMETRE MESURE	
	CE	S.A.R.
Moyenne	0,74	4,72

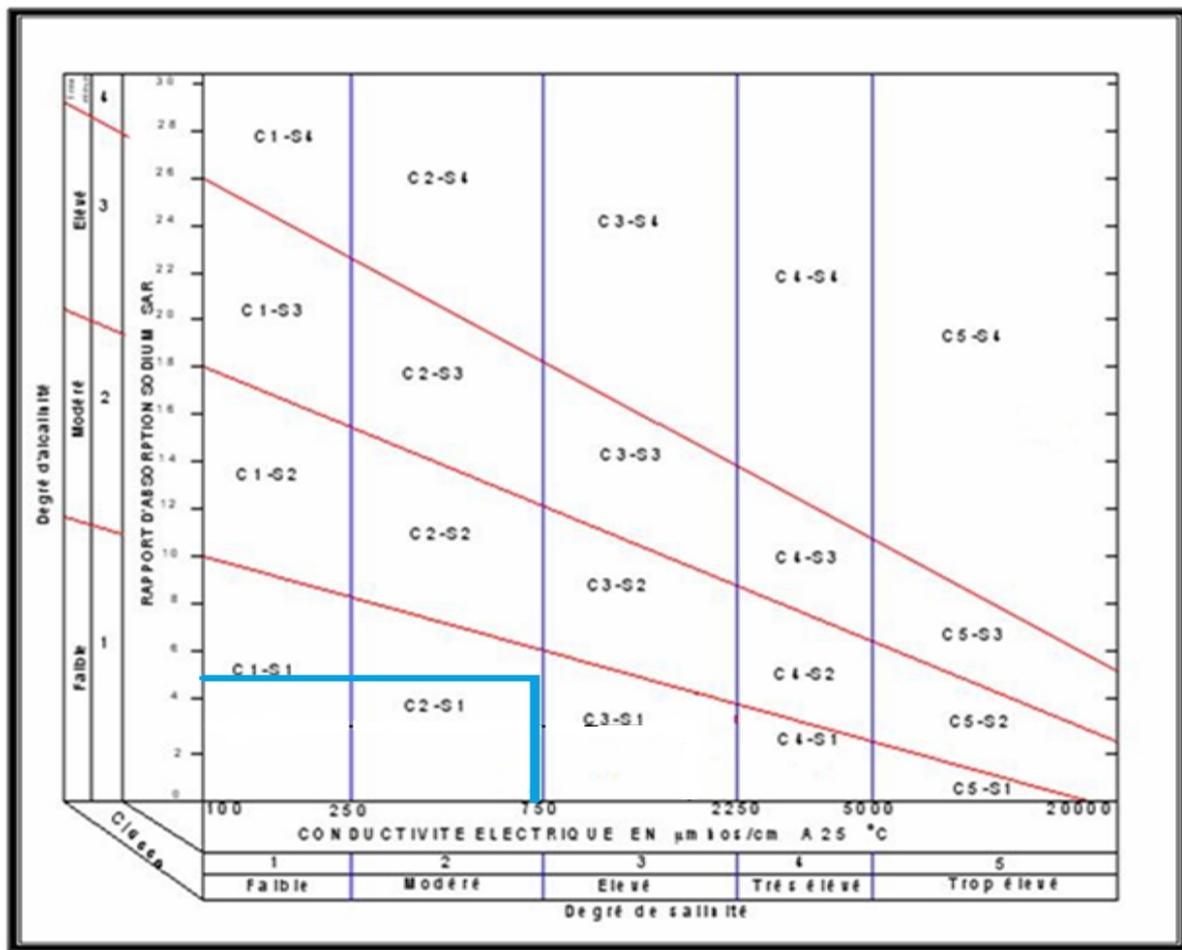


Figure. I.3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation ci-dessus :

La classe de notre eau d'irrigation est de **C2-S1** : un risque de salinité modéré et un risque alcalinité faible donc la qualité de l'eau est bonne pour l'irrigation sans apport des éléments chimiques améliorants.

II.3. Etude des aptitudes culturales

Dans cette étude qui nous amène au choix des cultures, on se basera sur plusieurs facteurs, qui sont :

- La texture de sol
- la topographie
- la perméabilité
- la qualité de l'eau
- le climat

Le climat de la région est un climat semi-aride. L'humidité relative de l'air est de 46 à 78 %. La température moyenne est de 7.1 à 26.5°C. La pluviométrie moyenne est de 348.3.mm /an.

L'analyse pédologique de la parcelle a montré que le sol a une conductivité électrique très faible, $CE=0.2\text{mmhs/}$, le PH est légèrement basique, il est de 7.9. Le taux de matière organique est faible 0,7 à 1.3 %. Donc ce sol peut convenir pour la plupart des cultures après un apport d'engrais.

L'analyse de l'eau d'irrigation nous montre qu'on a une eau de salinité faible, faiblement alcaline. Alors pour la qualité de l'eau on n'a aucun problème.

Alors, ce sol est favorable à la plupart cultures méditerranéennes (arboriculture, maraichère, culture industrielle et cultures céréalières et fourragères).

Les spéculations que nous venons d'énumérer ne peuvent malheureusement pas être toutes être introduites dans les plaines de chlgoum laid–OuedEL-Athmania , à cause de l'altitude, du climat de la région , sans oublier l'intérêt économique que peuvent apporter certaines variétés

Il serait donc difficile, pour eux, d'entreprendre les cultures de nouvelles variété, notamment certains arbres fruitiers ainsi que certaines cultures industrielles

II.3.1. Arboriculture :

Sauf qu'elles ont en général, des exigences en eau plus élevées que les autres cultures les la plupart des arboricultures sont adaptées avec les caractéristiques climatiques et topographiques de notre région et même la qualité de l'eau nous permettent de choisir la plupart des arboricultures

II.3.2. Cultures industrielles :

A cause de l'altitude, le coton sera difficile à introduire dans la région
Par contre le lin réussit bien sur les sols réservés au blé tendre : il peut prendre la place d'une céréale ou la suivre dans un assolement mais il ne peut la précéder

II.3.3 Cultures maraichères :

Ces cultures offrent en irrigué plus d'intérêt que les cultures précédentes
Toutefois pour obtenir de bons rendements certains travaux et aménagements sont nécessaires :
Implantation de brise-vents sous forme de haies
Des défoncements qui ameublissent le sol sur une profondeur de 50 à 60cm : leurs pratiques sont importantes, essentiellement pour les espèces à racines pivotantes
Des labours qui doivent être exécutés à la bonne période : le choix de leur date est importante
De toutes les cultures maraichères la tomate est la culture la plus avantageuse pour la région à condition de l'entourer de tous les soins qu'il exige

II.3.4 Cultures céréalières et fourragères :

Leur irrigation permet une augmentation très sensible de leurs rendements ces derniers deviennent beaucoup moins aléatoires, car en sec les rendements de ces cultures ne dépendent plus que des précipitations qui sont insuffisantes et mal réparties dans le temps.

Conclusion :

D'après l'analyse chimique du sol et de l'eau destinée à l'irrigation, on peut dire que pour notre région d'étude est caractérisée par :

- Le sol n'est pas salé car la conductivité électrique $< 4 \text{ mmhos/cm}$.
- Le sol est faiblement riche en matière organique.
- La valeur de SAR < 10 et CE < 0.75 , donc l'eau utilisée pour l'irrigation ne présente pas de
- Notre sol est adapté presque à toutes les cultures méditerranéenne.

Introduction

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies annuelles de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures projetés dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement du réseau d'irrigation, La connaissance de ces pluies est nécessaire au dimensionnement du réseau d'irrigation,

III.1.Choix de l'échantillon à analyser

La station de Bir drimil a été prise comme station de référence, les caractéristiques de cette dernière sont résumées dans le tableau III-1:

Tableau. III.1.Caractéristiques de station pluviométrique

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X (Km)	Y (Km)	(m)		
Bir Drimil	11-14-05	835,3	4018.5	840	1992-2013	22

Nous disposons d'un échantillon de pluies annuelles qui va de 1992 à 2013, soit donc une durée d'observations de 22 ans, Les observations de pluies annuelles sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau.III.2: Série pluviométrique de la station Bir drimal

Année	Sept	Oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	Juin	Juil	aout	Annuel
1992	55,6	31,4	41,5	12,3	31,7	26,5	70,4	5,4	16,4	0,5	0,5	0	292,2
1993	61,3	29,8	35,6	66,4	20,3	80,6	35,8	19,5	40,3	4,7	9,3	0,5	404,1
1994	19	27,3	12,5	23,6	33,8	26,3	28,4	25	13,4	11,2	0	1,2	221,7
1995	26,4	12,4	17,2	98,6	34,6	27	21,4	52,3	14,6	14,6	1	2,5	322,6
1996	49,4	16,2	10,4	21,5	55,9	7,4	16,4	31,2	32,5	7,1	0,5	9,6	258,1
1997	18,4	12,3	63	72,5	13	34,6	101,6	53,6	30,2	14,9	19,2	21,6	454,9
1998	29	45,4	15,9	26,2	53,5	47,8	47,3	49,1	95,4	6,6	16,9	2,5	435,6
1999	26,3	15,5	79,6	70,6	35	23,1	28	1,7	42,3	13,8	19,4	9,1	364,4
2000	14,7	9,6	18	50,8	29,5	31,2	20,6	19,2	14,2	0	2,9	2,6	213,3
2001	21,2	65,8	26,4	29,3	104,1	11,2	56,4	13,5	21,4	22	0	1	372,3
2002	56,2	5,9	26	11,2	92,7	168,3	21,3	71,4	56,9	70,9	18,5	18,4	617,7
2003	31,5	14,2	12,6	25,3	56,9	29,9	16,4	44,5	22,5	13,7	22,6	12,4	302,5
2004	53,8	96,6	68	53,5	7	43,1	25	43,1	43,4	24,1	0	5,9	463,7
2005	12	13,4	19,4	19,4	20,2	12,9	5,2	4,6	1,6	1,6	0,3	0	110,6
2006	34,6	20,7	51,7	109,4	7,3	10,1	5,2	26,4	82	56,2	3,5	22,7	429,8
2007	16,2	31,6	26,4	33,9	57,8	23	17,8	31,5	17,4	6,5	5,4	17,8	285,3
2008	45,7	3,4	13,5	11,2	8,5	14	4,5	4,5	8,6	3,3	16,5	38,5	172,2
2009	14,2	13,5	47,4	42,6	77,3	17	14,3	46,3	28	15,5	7,5	5	328,6
2010	29,2	19	13	50,2	54,3	8,3	31,4	51,2	85,9	37,8	32	16,5	428,8
2011	49,3	27,2	59,1	120,1	58,3	30,5	33,6	38,1	5,5	9,3	3,5	17,3	451,8
2012	32,7	12,5	17,6	45,3	42,8	54,5	11	27,9	117,7	7,2	7,6	0	376,8
2013	41,6	12,4	16,5	63,7	26,4	30,1	71,3	62,5	14,8	8,2	8,5	0	356,0
Pmoy	33,55	24,36	31,42	48,07	41,88	34,42	31,06	32,84	36,59	15,90	8,89	9,32	348,3

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

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquence,

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 (Touaibia, 2004):

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 décroissant, A ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle,

La série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée, Avec (Touaibia, 2004):

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

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

W_x : Somme des rangs de sous sérient

$$W_{\min} = \left[\left(\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96 \times \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right) \right)^{1/2} \right]$$

$$W_{\max} = \left[(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right]$$

Tableau III.3: Le procédé de test d'homogénéité pour la station BIR DRIMIL

N	série d'origine	série- Y	série -X	TRRI	Y U X	Rang
1	292,2	292,2	463,7	110,6	X	1
2	404,1	404,1	110,6	172,2	X	2
3	221,7	221,7	429,8	213,3	Y	
4	322,6	322,6	285,3	221,7	Y	
5	258,1	258,1	172,2	258,1	Y	
6	454,9	454,9	328,6	285,3	X	6
7	435,6	435,6	428,8	292,2	Y	
8	364,4	364,4	451,8	302,5	Y	
9	213,3	213,3	376,8	322,6	Y	
10	372,3	372,3	356,0	328,6	X	10
11	617,7	617,7		356	X	11
12	302,5	302,5		364,4	Y	
13	463,7			372,3	Y	
14	110,6			376,8	X	14
15	429,8			404,1	Y	
16	285,3			428,8	X	16
17	172,2			429,8	X	17
18	328,6			435,6	Y	
19	428,8			451,8	X	19
20	451,8			454,9	Y	
21	376,8			463,7	X	21
22	356,0			617,7	Y	

Les calculs donnent : $W_x = 117$, $W_{min} = 84.77$ et $W_{max} = 145.23$

Donc : $84.77 < W_x < 145.77$

La condition d'homogénéité du test de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la Station BIR DRIMIL est homogène à seuil de $(1-\alpha)$ avec $\alpha=0,05$,

III.3. Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement

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.

III.3.1. Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant,
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées,
- Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple),
- Variable réduite de gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$,
- Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; C_v ; $C_s=0$),
- Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$,

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

$$X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%} \quad \text{Avec:}$$

Avec : $X_{p\%}$: précipitation de probabilité P%,

$U_{p\%}$: variable réduit de Gauss,

\bar{X} : Moyenne arithmétique,

δ : Écart type

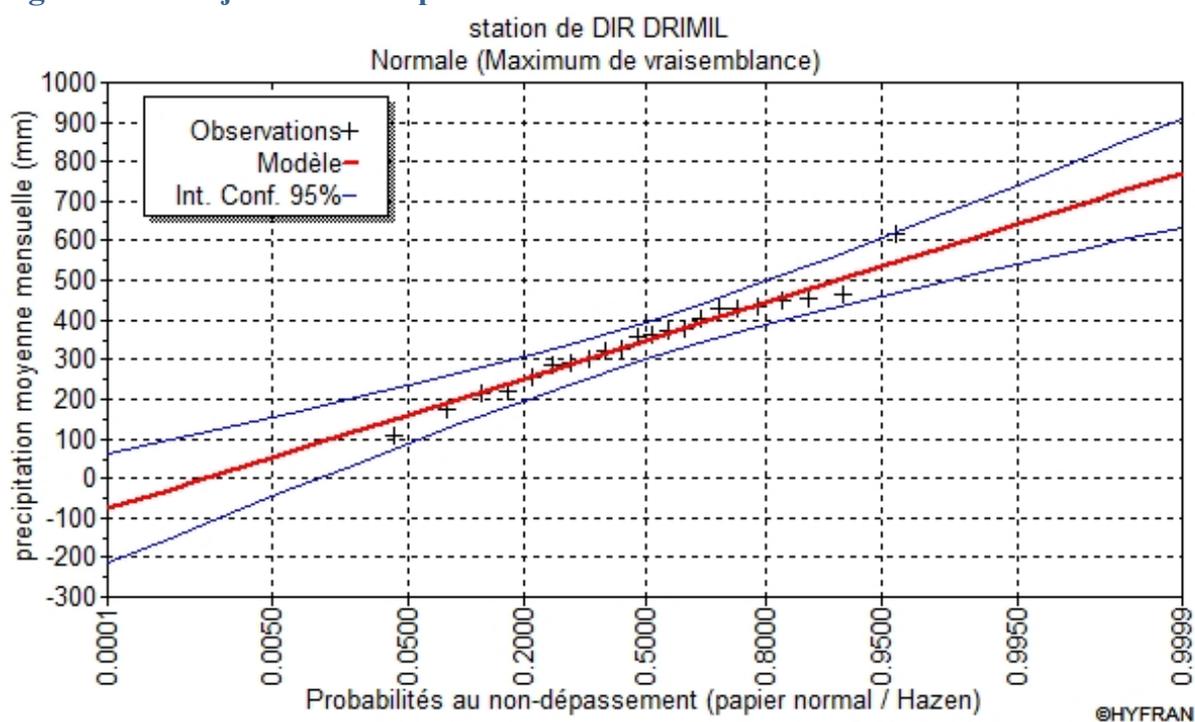
Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN,

Les résultats obtenus figurent au tableau III-4et au Figure III-1

Tableau III.4: Ajustement à la 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	613	47.6	520	707
50	0,98	582	43.6	497	668
20	0,95	535	37.8	461	610
10	0,9	494	33.2	429	559
5	0,8	444	28.5	388	500
2	0,5	348	24.3	300	395
1,25	0,2	252	28.5	196	308

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



III.3.1.1. Test de validité de l'ajustement à la loi choisie

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation, Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement, L'un des tests le plus employé, est le test du Khi carré (χ^2),

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour le quel une loi de répartition F(X) a été déterminée :

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune n_i valeurs expérimentales, Le nombre V_i est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})]$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique, La variable aléatoire χ^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition (P=2),

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ

Test de Khi carré pour la loi Normale

- ✓ On calcule χ^2 ,
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ :
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson (voir tableau **.III.5** ci après)

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0,01$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$,

Tableau.III.5. du χ^2 ,

α γ	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,016	0,455	1,074	1,642	2,705	3,841	5,412	6,635	10,827
2	0,211	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210	13,815
3	0,584	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345	16,266
4	1,064	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277	18,467
5	1,610	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086	20,515
6	2,204	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812	22,457
7	2,833	6,346	8,383	9,83	12,017	14,067	16,622	18,475	24,322
8	3,490	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090	26,125
9	4,168	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666	27,877

D'après le logiciel HYFRAN on obtenu les résultats suivant:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.55 \quad \gamma = 3$$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11.345$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.55 < \chi^2_{\text{théorique}} = 11.345$$

Donc l'ajustement est à considérer,

III.3.2. Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton)

L'ajustement par la loi log-normale se fait comme suit :

-Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale,

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%}$$

Avec:

Ln: symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien,

$X_{p\%}$: précipitation probable à P%,

$\overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées,

δ_{Ln} : la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n < 30$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30$$

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss,

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent au tableau III.6. et au Figure. III.2

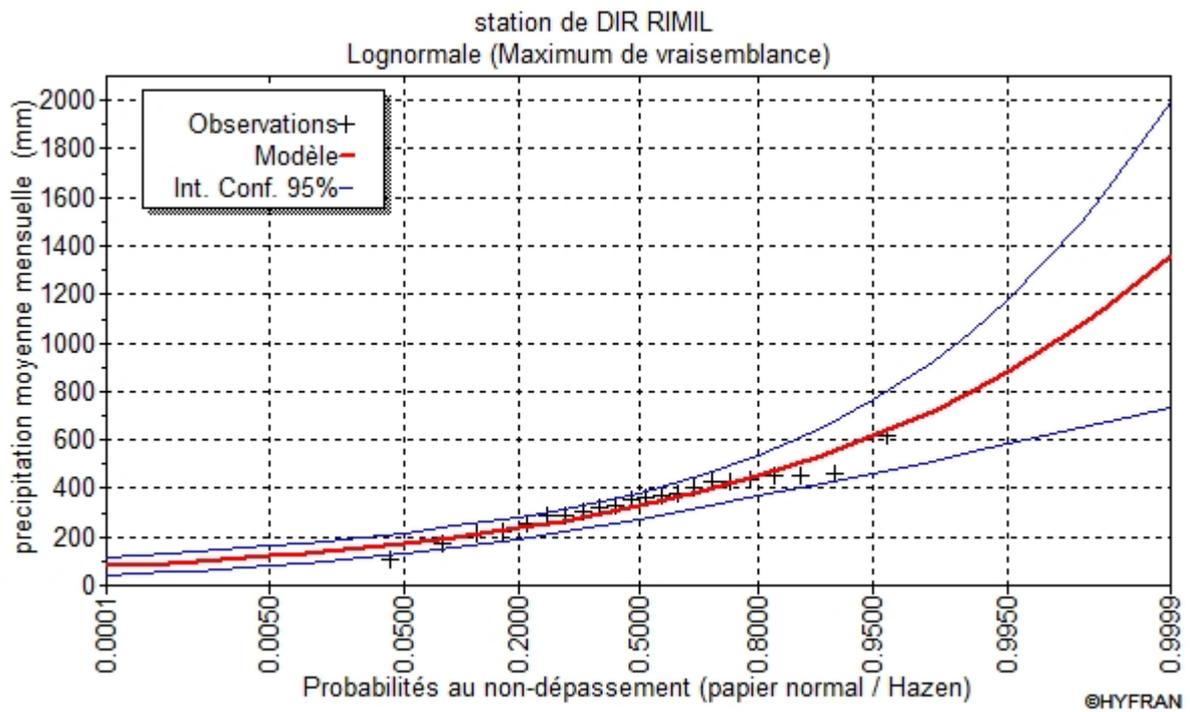
Tableau III.6. Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale

q = F(X) (probabilité au non-dépassement) T = 1/q					
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100.0	0.99	799	128	548	1050
50.0	0.98	719	105	513	926
20	0.95	615	78.2	461	768
10	0.9	535	59.7	418	652
5	0.8	452	43.3	367	536
2	0.5	327	26.8	275	379
1.25	0.2	237	22.7	192	281

Figure.III.2. Ajustement des**Table des matières**

Figure III.1.ajustement des pluies annuelles a la loi de Gausse	31
Figure III.2.ajustement des pluies annuelles a la loi log -normale	35

à la loi log-normale



III.3.2.1. Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)

➤ **Test de Khi carré pour la loi de Galton**

- ✓ On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$,
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ ,
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson III,

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0,05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$,

D'après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivants:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 7.45 \quad \gamma = 3$$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 7.81$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 7.45 < \chi^2_{\text{théorique}} = 7.81$$

D'après le test de Khi carré, la loi Normale s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi log normale,

III.4. Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région,

L'estimation de l'année sèche de fréquence 80%; on utilise la formule suivante :

$$P_{\text{sec}80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}}$$

Avec : i : mois

On déduit les résultats suivants :

$$P_{\text{théorique } 80\%} = 252 \text{ mm,}$$

$$P_{\text{théorique } 50\%} = 348 \text{ mm,}$$

Les pluies mensuelles servant au calcul et au dimensionnement du réseau de notre périmètre sont présentées comme suit :

Tableau.III.7.Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul,

Mois	Sept	Oct,	Nov	Déc	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
$P_{i,moy}$ (mm)	33,55	24,36	31,42	48,07	41,88	34,42	31,06	32,84	36,59	15,90	8,89	9,32
$P_{i,80\%}$ (mm)	24.49	17.78	22.93	35.09	30.57	26.12	22.67	23.97	26.71	11.60	6.49	6.80

Conclusion

Quant à l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi normale, Ce qui nous a conduit à prendre en considération cette loi pour l'estimation des pluies servant au dimensionnement d'un réseau d'irrigation,

Introduction

Les cultures se développent, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs, mais la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture. Une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui rentre dans la constitution de la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

IV.1. régime d'irrigation :**IV.1.1. 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.

IV.1.2. Besoins en eau des cultures :**IV.1.2.1. 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.

IV.1.2.2. L'évapotranspiration :

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 $m^3/ha/jour$, en $m^3/ha/mois$ ou en $m^3/ha/an$. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en $mm/jours$ par mois ou par an.

On distingue : l'évapotranspiration de référence (ET_0), L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

- L'évapotranspiration de référence :

est définie comme « le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 et 15 cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive.

- L'évapotranspiration potentielle :

est définie 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.

- Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence

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 adaptions 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 ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau.IV.1. Evapotranspiration de référence ET_0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0

Country	algerie			Station	dir drimil			
Altitude	700	m.	Latitude	36.00	°N	Longitude	17.00	°E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ET ₀	
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/day	
January	2.3	11.8	79	1.7	5.1	8.9	1.13	
February	2.6	13.4	76	1.7	6.2	12.1	1.65	
March	4.6	16.6	71	1.7	7.6	16.7	2.54	
April	6.2	19.0	69	1.6	8.4	20.5	3.37	
May	10.9	25.4	64	1.3	9.3	23.4	4.48	
June	15.2	31.2	54	1.2	10.6	25.7	5.55	
July	17.8	34.4	48	1.1	11.3	26.4	5.91	
August	18.4	34.5	50	1.1	9.5	22.6	5.21	
September	14.8	28.4	64	1.2	8.1	18.3	3.74	
October	11.4	23.4	69	1.5	7.2	14.1	2.62	
November	6.6	16.9	74	1.5	5.6	9.9	1.50	
December	3.4	12.8	79	1.7	5.1	8.3	1.07	
Average	9.5	22.3	66	1.4	7.8	17.2	3.23	

- **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.

IV.2. Les paramètres fondamentaux du bilan hydrique

IV.2.1. 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

c) Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

d) On a : $P_{\text{eff}} = P_{P\%} \times 0.8$

e) Avec :

f) P_{eff} : pluie annuelle efficace en (mm/mois).

g) $P_{P\%}$: pluie annuelle de probabilité en (mm/mois).

h) Le résultat de ce calcul des valeurs mensuelles $P_{P\%}$ et P_{eff} par cette méthode est donné dans le tableau ci-dessous.

Tableau : IV.2.précipitation moyenne annuel

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
P _{80%} (mm)	30.57	26.12	22.67	23.97	26.71	11.60	6.49	6.80	24.49	17.78	22.93	35.09	255,22
P _{eff} (mm)	24,46	20,89	18,14	19,18	21,4	9,28	5,19	5,44	19,6	14,22	18,34	28,07	204,21

C) L'évapotranspiration réelle des cultures (ETP)

$$ETR = Kc \cdot ETP$$

- ✓ 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.

IV.3.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

1) 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.

2) 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.

1) Formule de Blaney et Criddle

A la suite de nombreuses expérimentations, Blaney et Criddle ont estimé que la température et 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 degré Celsius) 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).

2) Formule de Turc

- Si l'humidité relative est supérieure 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).

Remarque

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).

Ig : 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 :

Iga : 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.

3) 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.

$$\text{La formule est la suivante : } ETP = p'(t) \frac{Rn}{L} + \sigma \cdot \frac{Ea}{P(t) + \sigma}$$

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 (2.5.10⁶ 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.

IV.4.Détermination des besoins en eau d'irrigation

IV.4.1.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.).

IV.4.2. 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.

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

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.

Tableau.IV.3. Besoins en eau d'irrigation de l'olivier

Mois	K _C	ET ₀ (mm/j)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,81	1,13	35,03	28,37	24,46	0,00	3,91
F	0,73	1,65	46,2	33,73	20,89	0,00	12,84
M	0,5	2,54	78,74	39,37	18,14	0,00	21,23
A	0,5	3,37	101,1	50,55	19,18	0,00	31,37
M	0,5	4,48	138,88	69,44	21,4	0	48,04
J	0,59	5,55	166,5	98,24	9,28	0	88,96
J	0,74	5,91	183,21	135,58	5,19	0,0	130,39
A	0,89	5,21	161,51	143,74	5,44	0,0	138,30
S	0,95	3,74	112,2	106,59	19,6	0,00	86,99
O	0,95	2,62	81,22	77,16	14,22	0,0	62,94
N	0,95	1,5	45	42,75	18,34	0	24,41
D	0,73	1,07	33,17	24,21	28,07	0,00	0
Somme							649,38

Tableau.IV.4. Besoins en eau d'irrigation de pommier

Mois	K _C	ET ₀ (mm/j)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,55	1,13	35,03	19,27	24,46	8,80	0,00
F	0,7	1,65	46,2	32,34	20,89	0,92	10,53
M	0,8	2,54	78,74	62,99	18,14	0,00	44,85
A	0,9	3,37	101,1	90,99	19,18	0,00	71,81
M	1	4,48	138,88	138,88	21,4	0	117,48
J	1,1	5,55	166,5	183,15	9,28	0	173,87
J	1,1	5,91	183,21	201,53	5,19	0	196,34
A	1,1	5,21	161,51	177,66	5,44	0	172,22
S	0,9	3,74	112,2	100,98	19,6	0	81,38
O	0,8	2,62	81,22	64,98	14,22	0	50,76
N	0,8	1,5	45	36,00	18,34	0	17,66
D	0,7	1,07	33,17	23,22	28,07	0,00	0,00
Somme							936,9

Tableau.IV.5. Besoins en eau d'irrigation du pêcher

Mois	K _C	ET ₀ (mm/j)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,68	1,13	35,03	23,82	24,46	0,75	0,00
F	0,72	1,65	46,2	33,26	20,89	0,00	12,37
M	0,5	2,54	78,74	39,37	18,14	0,00	21,23
A	0,5	3,37	101,1	50,55	19,18	0,00	31,37
M	0,58	4,48	138,88	80,55	21,4	0	59,15
J	0,73	5,55	166,5	121,55	9,28	0	112,27
J	0,89	5,91	183,21	163,06	5,19	0,0	157,87
A	0,95	5,21	161,51	153,43	5,44	0,0	147,99
S	0,95	3,74	112,2	106,59	19,6	0,00	86,99
O	0,95	2,62	81,22	77,16	14,22	0,0	62,94
N	0,88	1,5	45	39,60	18,34	0	21,26
D	0,8	1,07	33,17	26,54	28,07	0,00	0,00
Somme							713,77

Tableau.IV.6. Besoins en eau d'irrigation de la tomate

Mois	K _C	ET ₀ (mm/j)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0	1,13	35,03	0	24,46	90,83	0
F	0	1,65	46,2	0	20,89	115,29	0
M	0,6	2,54	78,74	47,24	18,14	88,94	0
A	0,7	3,37	101,1	70,77	19,18	36,31	51,59
M	1,1	4,48	138,88	152,77	21,4	0	131,37
J	1,2	5,55	166,5	199,80	9,28	0	190,52
J	1,07	5,91	183,21	196,03	5,19	0,0	190,84
A	0	5,21	161,51	0	5,44	5,2	0
S	0	3,74	112,2	0	19,6	10,64	0
O	0	2,62	81,22	0	14,22	30,2	0
N	0	1,5	45	0	18,34	44,42	0
D	0	1,07	33,17	0	28,07	62,76	0
somme							564,32

IV.4.3. Besoins totaux nets en eau d'irrigation

Tableau.IV.7. Les résultats de calcul des besoins en eau nets sont récapitulés le tableau suivant :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
pommier	00	10,53	44,85	71,81	117,48	173,87	196,34	172,22	81,38	50,76	17,66	00
Olivier	3,91	12,84	21,23	31,37	48,04	88,96	130,39	138,30	86,99	62,94	24,41	00
pecher	00	12,23	21,23	31,37	59,15	112,27	157,87	147,99	86,99	62,94	21,26	00
Tomate	00	00	00	51,59	131,37	190,52	190,84	00	00	00	00	00
Totale	3,91	35,6	87,31	186,14	356,04	565,62	675,44	458,51	255,36	176,64	63,33	00

Tableau.IV.8. Occupation du sol

Les Culture	Les surfaces (ha)
Olivier	34,23
Pommier	29.31
Pêchers	34.33
Tomate	22.13

IV.5. Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique)

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

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

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

S : la superficie totale à irriguer est égale à 120 ha.

Le mois de point est d'Juillet est le besoins de point sont de : 675,44 mm

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

$q_s = 4.009$ l/s/ha $> 1,5$ l/s/ha, on choisira dans ce cas le débit spécifique de la culture la plus exigeante. La culture la plus exigeante c'est **pommier** en au mois de juillet (Bnet =196.34 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 :

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

Avec :

- B_{pointe} : Besoins de pointe (mm/mois).
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha).
- K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ($k=0,9$).
- Nh : nombre des heures d'irrigation = 20 h.
- nj : nombre de jours par mois = 26 jours.

➔ Dans notre région d'étude :

Le débit spécifique : $q_s = 1.16 \text{ l/s/ha}$. Il est inférieur à $1,5 \text{ l/s/ha}$,

Donc le choix reste valable.

$$q_s = 1,16 \text{ l/s/ha}$$

$$Q_{\text{car}} = q_s \times s \quad \Rightarrow \quad 1,16 \times 120 = 141,4 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow Q_{\text{car}} = 0,1392 \text{ m}^3/\text{s} = 12026,66 \text{ m}^3/\text{j}$$

D'après le tableau VI.9, le mois de pointe est le mois de juillet avec une valeur

:

$$B_p = 196,44 \text{ mm/mois.}$$

Tableau.IV.9. les besoins totaux en m^3

Les cultures	Besoins annuels (mm)	Superficies occupées (ha)	Besoins annuels (m^3)
L'olivier	649,38	34,23	22293.21
Pommier	936,9	29.31	27507. 38
Pechers	713,77	34.33	24539.41
Tomate	564,32	22.13	12505.33
Totale	2864,37	120	86845.33

Le volume d'eau stocké dans le barrage réservoir est 33600000 M m^3 , et le besoin total de notre périmètre est de 86845.33 m^3 . Donc on remarque que la retenue est capable de satisfaire les besoins de notre périmètre sans problème.

Conclusion :

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

Introduction

Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de notre région

V.1.Les techniques d'arrosage des cultures

V.1.1 L'irrigation gravitaire

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé consiste la distribution de l'eau on utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

V.1.1.1 L'irrigation par ruissellement

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

a) Les avantages de l'irrigation par ruissellement

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau
- possibilité de lessivage sans risques d'érosion
- Matériel d'irrigation assez simple

b) les inconvénients

- Temps d'irrigation important
- Nécessité de nivellement et son entretien
- Pertes importantes d'eau

V.1.1.2 l'irrigation par submersion

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la qu'elle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaire pour la croissance des plantes. Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente

Inférieur à 2 %.

a) Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices
- Protégé contre le gel

b) Les inconvénients de la submersion

- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité
- Nécessite d'assainissement
- Manque d'aération

V.1.1.3 l'irrigation par infiltration

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltré latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

a) les avantages

- Pas de danger d'érosion, ni de formation de croûtes
- L'accès est facile au terrain

b) Les inconvénients

- Grande perte d'eau
- Exigence en main d'œuvre

V.1.2. l'irrigation par aspersion

L'eau provient aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce au différents asperseurs alimentés en eau sous pression.

a) Les avantages

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Favorise les conditions ambiantes
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'œuvres

b) les inconvénients

- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines
- Tassement du sol
- Favorise le développement des mauvaises herbes
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile

- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage

V.1.3. L'irrigation localisée

L'eau provient aux cultures au moyen de tuyaux muni de goûteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit .

a) les Avantages

- Meilleur développement des cultures du a l'humidification permanent de la couche active de sol
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe)
- Réduction des mauvaises herbes
- Réduction de l'évaporation
- Economie d'engrais
- Facile à automatisé

b) Les inconvénients

- Coût très élevé du matériel
- Risque d'obstruction des goutteurs
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés
- Apte seulement pour les cultures par rangée

V.2 Choix des techniques d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable , il est nécessaire de savoir les contraintes suivantes :

V.2.1. Les contraintes naturelles

V.2.1.1 L'évaporation

Notre zone d'étude est caractérisée par un évaporation élevé durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante

V.2.1.2. Le vent

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation , notre zone d'étude est caractérisé par des vitesse faibles (1.7 m/s au moyen)

V.2.1.3 Le sol

Les sols de la région présente une texture limono-argileuse , la perméabilité est moyenne , d'où l'irrigation de surface doit être prudente afin d'éviter l'asphyxie des plantes.

V.2.1.4 La pente

La zone d'étude à une pente qui varie entre 2 et 3 % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière

V.2.2 Les contraintes techniques

- ❖ Qualification de main d'œuvre
- ❖ Entretien du matériel

V.2.3. Les contraintes agronomiques

Les cultures choisies pour notre cas sont de type (arboriculture et cultures maraichères)

- Arboriculture : (Olivier, pêche, pommier)
- Cultures maraichères :(tomate)

Conclusion

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible ; on peut choisir la technique d'irrigation par goutte à goutte, cette technique présentent beaucoup d'avantage par rapport les autres techniques. Donc pour toutes les cultures on opte l'irrigation par le goutte à goutte.

Introduction

Le présent chapitre concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture de pommier qui connaissent un engouement dans la région Oued El- Athmania.

VI.1. Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail.

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°2 alimentée par la borne N°2 (borne à deux prises) et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 7.34 hectares.

Cultures : pommier

- Espacement entre arbres : 4m
- Espacement entre arbres rangs : 4m

Caractéristique de goutteur

- Débit nominale : 4l/h
- Pression nominale : 10mce
- Espacement des goutteurs 1m
- Le nombre de goutteurs par arbre 2

Besoin en eau journaliers de la culture à irriguer =6.54 mm/j

Temps maximum journalier de fonctionnement de l'installation est 20h

Surface de la parcelle =7.34 ha.

VI.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

VI.2.1. Influence du taux de couverture du sol

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite.

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

Kr dépend du taux de couverture du sol (C_s) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après.

➤ **KELLER et KARMELI (1 974) :**

$$Kr = \frac{Cs}{0,85}$$

➤ **La formule de Freeman et garzoli :**

$$Kr = Cs + 0,5(1 - Cs)$$

➤ **La formule de Decroix (CTGREF) :**

$$Kr = 0,1 + Cs$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc : $Kr = 0,71$ Selon Keller et Karmeli ;

$Kr = 0,80$ Selon Freeman et Garzoli ;

$Kr = 0,70$ Selon Decroix (CTGREF)

On prend le ($Kr = 0,80$)

$$B_{ji} = B_j \cdot K_r$$

$$B_{ji} = 6,54 \cdot 0,8 = 5,23 \text{ mm}$$

VI.2.2.Dose 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:

Tableau VI.1: les données de calcul de la dose pratique

H _{CC} (%)	H _{pf} (%)	Y	Z (mm)	n	S _{pd} (m)	S _h (m)	S _r (m)	S _a (m)
27	13	2/3	1200	2	1	2	4	4

RU=228mm

Le calcul de la réserve facilement utilisable dépend de la texture du sol c'est-à-dire sa capacité de rétention en eau. Puisque nous avons un sol limono-argileuse sa rétention en eau est importante, donc on prend (Y=2/3) comme un degré d'extraction de l'eau du sol.

$$RFU = \frac{2}{3} * 228 = 152 \text{ mm}$$

$$\text{Donc } P\% = \frac{2 * 1 * 2}{4 * 4}$$

$$P\% = \frac{n.S_{pd}.S_h}{S_a.S_r}$$

P : Volume du sol humidifié ;

N : Nombre de point de distribution par arbre (égal à 2) ;

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m)

S_h : Largeur de la bande humidifiée (1m)

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

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

P = 40%

Donc la dose nette corrigée devient:

$$D_p = D_p = 152 * 0.4 = 60.8 \text{ mm.}$$

VI.2.3.Dose nette réelle

$$D_{réelle} = 60.8 * 0.9 = 54.72 \text{ mm}$$

VI.2.4.Dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u * \text{eff}} = \frac{54.72}{0.90 * 0.90} = 67.55 \text{ mm}$$

C_u : coefficient d'uniformité C_u = 90%

Eff = efficacité du réseau d'irrigation Eff = 90%

VI.2.5.Fréquence des arrosages

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{Bjl} = \frac{54,72}{6,54} = 8,36 = 8 \text{ jours}$$

VI.2.6.Durée d'arrosage

$$\Theta = \frac{Db * Sa * Sr}{n * qg} = \frac{67,55 * 4 * 4}{2 * 4} = 135 \text{ heures} = 135 \text{ heures}$$

VI.2.7.Durée d'arrosage journalier

$$Dj = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{135}{9} = 15 \text{ heures/jour}$$

VI.2.8.Nombre de poste

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{15} = 1,33 = 2 \text{ postes}$$

Donc N = 2 postes

VI.3. Calcul hydrauliques :**VI.3. 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).

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)} ; \text{ telle que :}$$

$q(g)$: débit nominal du goutteur ;

$H(n)$: pression nominale.

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

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

La répartition de la perte de charge est :

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

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 m c e ;

2/3 sur les rampes P.d.c (r) = 1,2 m c e.

VI.3.2.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

VI.3. 2.1.Calcul pour le poste 01: $S_1=3,85$ ha

La longueur de la rampe : 184m

La longueur de la porte rampe : 196m

La longueur de la conduite secondaire : 200m

VI.3. 2.1.1.Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{184}{4} = 46 \text{ arbres}$$

VI.3. 2.1.2.Nombre des goutteurs par rampe :

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 46 * 2 = 92 \text{ goutteurs}$$

VI.3. 2.1.3.Le nombre des rampes :

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} + 1 = \frac{196}{4} + 1 = 50 \text{ rampes}$$

VI.3. 2.1.4.Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 92 * 4 = 368 \text{ l/h}$$

VI.3. 2.1.5.Débit de la porte rampe :

$$Q_{Pr} = Q_r * N_r = 368 * 50 = 18400 \text{ l/h}$$

VI.3.2.1.6.Débit de la conduite secondaire

$$Q_{Cs1} = Q_{Pr} * N_{Pr} = 18400 * 1 = 18400 \text{ l/h}$$

VI.3.2.2.Calcul pour le poste 02: $S_2=3,49\text{m}^2$

La longueur de la rampe : 184m

La longueur de la porte rampe : 192m

La longueur de la conduite secondaire : 200m

VI.3. 2.2.1.Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{184}{4} = 46 \text{ arbres}$$

VI.3. 2.2.2.Nombre des goutteurs par rampe :

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 46 * 2 = 92 \text{ goutteurs}$$

VI.3. 2.2.3.Le nombre des rampes :

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} + 1 = \frac{192}{4} + 1 = 49 \text{ rampes}$$

VI.3. 2.2.4.Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 92 * 4 = 368 \text{ l/h}$$

VI.3.2.2.5.Le nombre d'arbre :

$$N_{\text{arbres}} = N_{\text{arbres/rampe}} * N_{\text{rampes}} = (46 * 47) + (136/4) + (92/4) = 2219 \text{ arbres}$$

VII.3.2.2.6.Débit de la porte rampe :

$$Q_{Pr} = N_{\text{arbres}} * Q_g * n = 2219 * 4 * 2 = 17752 \text{ l/h}$$

VI.3.2.3. Débit de la conduite secondaire

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

$$Q_t = Q_{Cs1} + Q_{Cs2} = 18400 + 17752 = 36152 \text{ l/h}$$

$$Q_t = 0,010 \text{ m}^3/\text{s}$$

VI.4. Dimensionnement des différentes parties du réseau :

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

le diamètre de rampes ainsi que des porte rampes est calculé d'après les formule suivante :

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

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

Avec :

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

VI.4.1. Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on applique la formule de « Tison ».

La perte de charge unitaire

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75}$$

La perte de charge le long de la conduite en (m) $j = \frac{L}{2.75} \cdot i$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

Tableau VI.2: 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	385000	184	92	368	1,2	17,47	20	0,65
2	349000	184	92	368	1,2	17,47	20	0,65

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

Tableau VI.3: 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)
1	385000	196	1	4600	18400	0,6	86,23	90	0,51
2	349000	192	1	4508	17752	0,6	84.74	90	0.49

VI.4.2.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

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

Q : débit de la conduite considérée

V : vitesse d’écoulement.

VI.4.2.1. Diamètre des conduites secondaires

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

Tableau VI.4: calcul des diamètres des conduites secondaires

L (m)	Q(m3/s)	Vsupposé(m/s)	section(m2)	Dcal(mm)	D n(mm)
200	0,010	1,5	0,0067	92,15	110

VI.4.2.2.Diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne

Tableau VI.5: calcul de diamètre de la conduite a la sortie de la borne

L (m)	Q(m3/s)	Vsupposé(m/s)	section (m2)	Dcal(mm)	D n(mm)
6	0,010	1,5	0,0067	92,15	110

VI.5. La pression d'eau à la borne de distribution N2

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution a la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10m) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

Tableau VI.6: les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite de sortie
Longueur (m)	92	192	200	6
Diamètre (m)	20	90	110	110
Débit (l/h)	184	17752	36152	40488
Perte de charge(m)	0,1	0,48	0,67	0,02

A partir de tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable, cette somme est égale a 1,27 m

Donc la pression demandée à la borne égale a la pression nominale plus la somme des pertes de charge.

$$P=10+1,27 =11,27 \text{ m}$$

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dimensionné tous les organes de réseau localisé projeté sur la parcelle S02, et on a calculé la pression a la sortie de borne N, afin d'assurer la pression nominale de 10m.c.e dans le goutteur le plus éloigné et cela assurera le bon fonctionnement des autres goutteurs.

Introduction

Le réseau d'irrigation est un ensemble d'éléments qui permettent d'assurer le transport, la répartition, la mise en charge et la distribution de l'eau à chaque exploitation agricole.

L'objectif de ce chapitre est le choix de réseau adéquat, ainsi que la détermination des paramètres hydrauliques de ce réseau.

VII.1. Les différents types de réseau d'irrigation

VII.1.1. Réseau à ciel ouvert

L'eau est amenée par des canaux à ciel ouvert, soit en terre ou avec revêtements qui ont généralement des sections trapézoïdale ou circulaire.

VII.1.2. Réseau fermé

Il est constitué par des conduites sous pression, généralement enterrées.

VII.1.3. Réseau mixte

Le réseau d'irrigation mixte est la combinaison des deux systèmes, l'amenée de l'eau jusqu'au périmètre se fait par des canaux et la distribution se fera par des conduites sous pression.

VII.1.4. Choix du type de réseau

Le choix de type de réseau se porte sur le réseau fermé sous pression

- Augmentation du rendement du réseau.
- Diminution notable des pertes du réseau.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Possibilité d'automatisation.

VII.1.5. Estimation de la matière des tuyaux

La concentration sous pression comprend le plus souvent des tuyaux droits cylindriques et des éléments de raccords appelés « pièces spéciales » coudes, brides, cônes, ...etc.

Le choix des matériaux est conditionné par les valeurs du diamètre de la conduite et la pression exercée.

Pour les canalisations de très gros diamètre (1 à 3) m, on utilise souvent le béton armé, pour les canalisations de petit diamètre, on utilise la matière plastique.

VII.1.5.1. Canalisation en acier

Elles sont particulièrement utilisées pour des débits élevés des pressions importantes. Elles sont assemblées bout à bout par soudure et sont caractérisées par une bonne étanchéité et une bonne résistance, mais elles doivent être protégées contre la corrosion.

VII.1.5.2. Canalisation en fonte

Elles sont utilisées le plus souvent malgré son prix de revient qui est assez élevé, caractérisées par :

- Une grande étanchéité ;
- Une durée de vie assez longue ;
- Un bon coefficient d'écoulement hydraulique et facilité de baser sur le lit.

VII.1.5.3. Canalisation en amiante ciment

Elles sont constituées d'un mélange d'amiante en fibre diffusé dans du ciment portland artificiel ; caractérisées par des parois très lisses et un bon coefficient d'écoulement hydraulique, et une bonne résistance mécanique.

VII.1.5.4. Canalisation en matière plastique

Elles sont utilisées pour les canalisations mobiles de la distribution d'eau sur la parcelle. Elles sont souples et supportent les pressions moyennes.

VII.1.6. Assemblages des tuyaux

L'assemblage des tuyaux en acier se fait par soudure au chalumeau (oxyacétyline), en soudure à l'arc électrique.

Les tuyaux en amiante de ciment peuvent être assemblés à l'aide des manchons de tuyaux suivants : Joints simples, gibould, antivit, Francoprest, Evermitie gam, ...etc.

Pour l'assemblage des conduites d'irrigation, on utilise le plus souvent les joints de types : Gibaut, Simplexe univit.

VII.1.7. Raccords

Les raccords servent pour les points singuliers comme :

- Raccordement de deux tronçons.

- Changement de direction, de diamètres et de joints. Interposition d'un élément de manœuvre ou d'exploitation (robinet, vanne, ventouse, vidangeetc.).

VII.1.8. Matériel de contrôles de débits

- Vanne de sectionnement et de vidange
- Les compteurs
- Les bornes d'irrigation
- Ventouses
- Purgeurs

VII.1.9. Matériel de contrôle de pression

- Les réservoirs d'air anti-bélier
- Régulateurs et stabilisateurs de pression.

VII.2. 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.

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

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

$$q_s = 1.17 \text{ l/s/ha}$$

Tableau VII.1 : Les débits caractéristique

Surface totale	Les parcelles	La surface (ha)	Le débit caractéristique (l/s)
120	P1	11.36	13.34
	P2	7.34	8.59
	P3	6.90	8.15
	P4	11.31	13.32
	P5	11.52	13.60
	P6	6.95	8.21
	P7	7.82	9.29
	P8	14.39	16.94
	P9	15.23	17.90
	P10	11.79	13.91
	P11	7.80	9.20
	P12	7.78	9.19

VII.3. Dimensionnement du réseau de distribution

L'acheminement des eaux vers les différentes parcelles s'effectue par gravité à l'aide de conduites en PEHD, elle compose de 12 parcelles avec des surfaces variant

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

Tableau VII .2.Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1	796,2	22,63	816,89	20,69
Noeud 2	792,4	25,53	816,25	23,85
Noeud 3	786,1	26,05	814,79	28,69
Noeud 4	787,4	27,23	814,20	26,80
Noeud 5	780,5	19,5	811,70	31,20
Noeud 6	777,1	17,1	810,52	33,42
Réservoir 7	818	Sans Valeur	820,00	2,00

Tableau VII .3. Caractéristiques des conduites de distribution

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau 1	364,7	400	115,41	0,92	1,76
Tuyau 2	400,3	315	89,88	1,15	3,64
Tuyau 3	311,7	315	63,83	0,82	1,89
Tuyau 4	385,3	200	36,60	1,17	6,47
Tuyau 5	253,8	160	17,10	0,85	4,67
Tuyau 6	1252,7	400	138,04	1,10	2,48

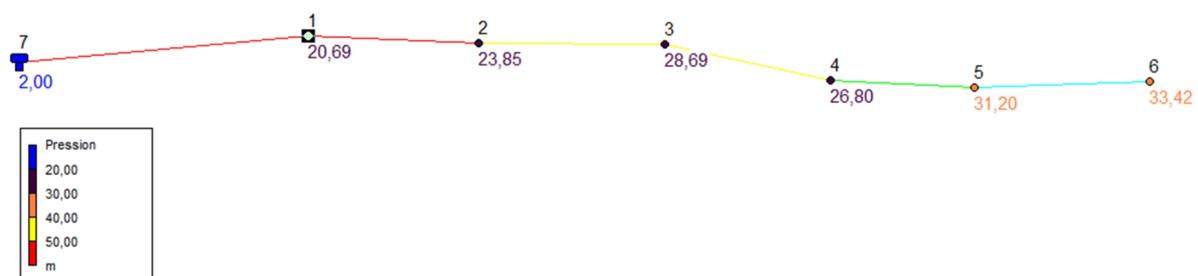


Figure VII.1 : réseau principal d'irrigation

VII.4. Dimensions de la bâche

VII.4.1. volume de la bâche

Le volume du réservoir de stockage de la station est adopté égal au débit arrivant à la bâche pendant l'arrêt des pompes.

$$Vt = Q_{\text{entré}} * t$$

V t : volume de la bâche en (m³)

$Q_{\text{entré}}$: Débit qui arrivant à la bâche pendant l'arrêt des pompes.

$t_{\text{Arrêt des pompes}}$: temps de stockage des eaux dans la bache pendant l'arrêt des pompes, Pour notre projet on a supposé que la station de pompage fonctionne 6h donc les pompes s'arrêtent pendant 18h

$$Q_{\text{entré}} = Q_{\text{pompe}} * (6/24)$$

$$Q_{\text{entré}} = 411,84 * 6/24 = 102,96 \text{ m}^3/\text{h}$$

VII.4.2. surface de la bache

On a : $S = \frac{V}{H}$ (la forme de bache est rectangulaire).

S : surface de la bache en (m^2) ; V : volume de la bache en (m^3)

H : la hauteur de la bache en (m), on fixe cette hauteur à $H = 4\text{m}$

VII.4.3. Longueur et largeur de la bache

On a : $S = B \cdot L$ (la forme de la bache est rectangulaire).

L : la longueur de la bache en (m)

B : la largeur de la bache en (m)

Tableau VII.4. Dimensions de la bache d'aspiration

Dimensions	la bache
$Q_{\text{entré}}$	102,96
Volume (m^3)	1853,28
Hauteur (m)	4
Surface (m^2)	463,32
Longueur (m)	25
Largeur (m)	19

VII.5. Choix de la pompe

VII.5.1. Détermination de la hauteur d'élévation calculée

A partir du calcul des besoins en eau on peut tirer le débit caractéristique (mois de pointe)

$$Q_{moy} = 1,16 \text{ l/s.ha}$$

avec une surface de 120 hectare (partie refoulement)

$$Q_{moy} = 139,2 \text{ l/s} = 0,1392 \text{ m}^3/\text{s}$$

La variation de la hauteur d'eau dans la retenue dépend de la précipitation, il est nécessaire de la connaître, et comment elle varie, pour prendre ce changement du niveau d'eau dans le dimensionnement et choisir le type de bâtiment et de prise d'eau.

La hauteur d'élévation se calcule comme suit :

$$HMT = h_a + h_r + \sum h_p(\text{asp}) + \sum h_p(\text{ref}) + P_{\text{exh}}$$

Avec :

- h_a : Hauteur d'aspiration (m) ;
- h_r : Hauteur de refoulement (m) ;
- $\sum h_p(\text{asp})$: Pertes de charges à l'aspiration (m) ;
- $\sum h_p(\text{ref})$: Pertes de charges au refoulement (m) ;
- P_{exh} : Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du collecteur)
 $= (1,0 \div 1,5) \text{ m}$; On prend $P_{\text{exh}} = 1 \text{ m}$

Pour notre cas :

$$H_g = h_a + h_r \text{ (hauteur géométrique)}$$

D'où :

$$H_g^{\text{max}} = \nabla_{\text{max}} - \nabla_{\text{PBE}}$$

$$H_g^{\text{min}} = \nabla_{\text{max}} - \nabla_{\text{PHE}}$$

$$H_g^{\text{moy}} = (H_g^{\text{max}} + H_g^{\text{min}}) / 2$$

On a donc :

$$\nabla_{\text{max}} = 818 \text{ m .}$$

$$\nabla_{\text{PBE}} = 741 \text{ m .}$$

$$\nabla_{\text{PHE}} = 742,51 \text{ m}$$

D'où

$$H_g^{\text{max}} = 818 - 741 = 77 \text{ m}$$

$$H_g^{\min} = 818 - 742,5 = 75,5 \text{ m}$$

$$H_g^{\max} - H_g^{\min} = 77 - 75,5 = 1,5 \text{ m} < 2 \text{ m (acceptable)}$$

$$\Rightarrow H_g^{\text{moy}} = (77 + 75,5) / 2 = 76,25 \text{ m}$$

$$\mathbf{H_g^{\text{moy}} = 76,5 \text{ m}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma h_p &= \Sigma h_p(\text{asp}) + \Sigma h_p(\text{ref}) \\ &= (1,15 \div 1,3) \Sigma h_p(\text{ref})^{\text{lin}} \quad (\text{pour } Q < 3 \text{ m}^3/\text{s}) \end{aligned}$$

et :

$$\text{Pour } L_{\text{ref}} = 1000 \text{ m on a } \Sigma h_p(\text{ref})^{\text{lin}} =$$

Notre conduite de refoulement à une longueur de 5570 m.

D'où :

$$h_p(\text{ref})^{\text{lin}} = \frac{5570}{1000} * 4 = 22,28 \text{ m}$$

$$\Sigma h_p(\text{ref})^{\text{lin}} = 22,28 \text{ m}$$

$$\Sigma h_p = 1,2 * 22,28 = 26,73 \text{ m}$$

Donc :

$$\text{HMT} = 77 + 26,76 + 1 = 104,76 \text{ m}$$

$$\text{HMT} = 75,5 + 26,76 + 1 = 103,26 \text{ m}$$

$$\text{HMT} = (103,76 + 103,26) / 2 = 103,51 \text{ m}$$

$$\mathbf{\text{HMT} = 103,51 \text{ m}}$$

VII.5.2. Calcul du débit forcé

Le débit forcé est donné par la formule suivante :

$$Q_f = Q_{eq} + \frac{W1 + W2}{T}$$

Avec :

Q_{eq} : Débit d'équipement ;

$$Q_{eq} = \alpha Q_{\text{moyj}} \cdot W_j / T \quad Q_{\text{moyj}} = 0,1392 \text{ m}^3/\text{s}$$

α : Coefficient de correction, on prend $\alpha = 1,06$;

$$Q_{eq} = 1,06 * 0,1392 = 0,1473 \text{ m}^3/\text{s} ;$$

$$\mathbf{Q_{eq} = 0,147 \text{ m}^3/\text{s} .}$$

. $W1$: Volume d'eau en excès = $0,147 \cdot 4 \cdot 3600 = 2116,8 \text{ m}^3$

. $W2$: Volume réservé pour autres besoins $W2 = 0$

. T = 24 h

$$Q_f = 0,149 + \frac{2116,8}{24 * 3600}$$

Qf = 0,173m/s

VII.5.3.Détermination du nombre de pompes :

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit max, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure un débit total égale à ce débit maximum.

Le nombre des pompes principales repose sur le rendement, la puissance, l'encombrement....

Pour le choix des pompes on a deux types de pompe qu'on peut utiliser, des pompes centrifuges type BD.

Donc notre choix est basé sur le nombre, et le type des pompes à utiliser.

Les critères à respecter dans le choix sont :

- Nombre minimal de pompes
- Rendement plus important.
- NPSH requis minimum.
- Puissance absorbée minimale
- Le nombre de tours par min plus important

VII.5.4.pompes à axe horizontale multicellulaires

Tableau VII.5 : les pompes à axe horizontale multicellulaires

n	Q	HMT	Type de pompe	V (tr/min)	η (%)	P	NPSH _r (m)
1	173	103,1	Pas de pompe				
2	86,5	103,1	MEC-A2/100A	2920	78,4	226	3,71
3	57,66	103,1	PM125/3A	1750	75,7	75	3,73
			MEC-A3/80E	1750	67,1	90	2,43
			MEC-A3/100F	3500	65,8	110	10,6

La pompe à axe horizontale multicellulaires choisie est PM 125/A type

PM 125/3A

Donc le choix finale de la pompe est PM125/3A

On trouve que cette pompe à comme caractéristiques

- Diamètre d'aspiration $D_a = 150$ mm(PN16)
- Diamètre de refoulement $D_r = 125$ mm(PN16)
- Débit $Q = 57,67$ l/s
- Hauteur manométrique totale $H = 103$ m
- La vitesse de rotation $n = 1750$ tr/min
- Puissance absorbée $P_a = 75$ Kw.
- NPSHr = 3,73m
- Le rendement $\eta = 75,7\%$

VII.5.5.Choix du nombre de pompes de secours

D'après le choix de nombre de pompes. On détermine le nombre de pompes de secours.

Les intervalles des nombres de pompes sont :

Si : $N_p \leq 4 \rightarrow 1$ pompe de secours

$4 < N_p \leq 6 \rightarrow 2$ pompes de secours

$N_p \geq 6 \rightarrow 3$ pompes de secours

Dans la station de pompage nous avons trois pompes donc le nombre de pompes de secours est une seul pompe.

Conclusion

L'objectif de ce chapitre c'est le dimensionnement d'un réseau de distribution à partir de l'utilisation de logiciel Epanet pour assure la vitesse admissible.

On a choisi les pompes à axe horizontale multicellulaires avec l'utilisation de logiciel Caprari.

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.

VIII.1. Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée).

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau VIII.1. Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	18216	26,86	489281.76
TubeØ90 PEHD	m/l	388	331,27	128532.76
TubeØ110 PEHD	m/l	200	478,81	114914,4
vanneØ160	m/l	1	15000	15000
VanneØ200	m/l	1	18000	18000
VanneØ315	m/l	2	20000	40000
VanneØ400	m/l	2	20300	40600
Vanne Ø90	Un	2	4500	9000
Vanne Ø110	Un	1	12000	12000
Bouchon Ø20	Un	99	30	2970
Bouchon Ø90	Un	2	315	630
Bouchon Ø110	Un	1	450	450
Bouchon Ø160	Un	1	551	550
Coude90° Ø110	Un	1	4179,76	4179,76
Filtre	Un	1	15432,77	15432,77
Goutteur réglable	Un	9108	6.13	55832.04
TubeØ160	Un	253,8	1027,28	260723,66
TubeØ200	Un	385,3	1586,10	611124,33
TubeØ315	Un	712	3948,42	2811275,04
TubeØ400	Un	1599,4	6290,86	10061601,48
TE égal	Un	1	769.28	769,28
TOTAL 1				14684767.28

VIII.2. Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir

VIII.2.1. Calcul du volume de terrassement

VIII.2.1.1.a 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)

VIII.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.

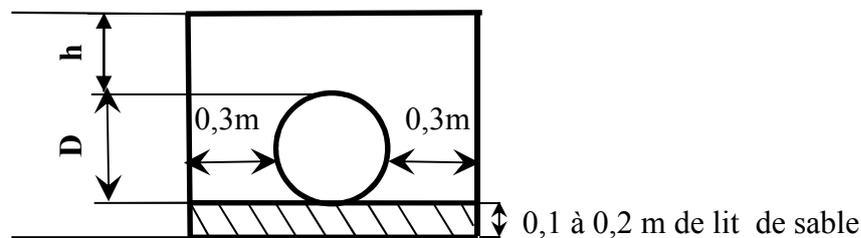


Figure VIII. 1: schéma d'une tranchée

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.

VIII.2.2. les conduites

VIII.2.2.1. Calcul du volume de déblai

La section de tranchée est la section de rectangle.

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

Donc : $B = 2 \times 0,3 + \emptyset$

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.

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

VIII.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.

$$V = e \cdot B \cdot L$$

VIII.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 (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m³) ; $V = L \cdot \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

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

Tableau VIII.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-N1	400	1252,77	1503,32	187,91	907,51
NA1-N2	400	364,7	437,64	54,7	337,16
NA2-N3	315	400,3	408,39	54,94	322,26
NA3-N4	315	311,7	318	42,78	250,94
NA4-N5	160	385,3	281,11	43,92	229,44
NA4-N6	110	253,8	163,98	27,02	134,54
TOTAL			3112,44	411,27	2184,85

VIII.3 : Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir

Tableau VIII.3 : Factures pro-forma terrassement et le réservoir.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1 déblai en terrain	m ³	3112,44	300	933732
2 lit de sable	m ³	411,27	800	329016
3 remblaiement de tranchée	m ³	2184,85	200	436970
Réservoir	m ³	1853,28	20000	37065600
Les pompes (PM125/3A)	U	4	450000	1800000
Total 2				40565318

VIII.5. Devis estimatif total

D=total 1+total 2=55250085.28 DA

Conclusion

D'après le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenue, on remarque que l'estimation du réseau d'irrigation localisée est très élevée. Cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduite assez important, et a la filtration qui demande des équipements trop chers.

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.

IX.1.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 :

IX.1.1.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.

IX.1.2.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 terrassement, 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.)

IX.1.3. 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.

IX.1.4. 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.

IX.2. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents

IX.2.1. 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, gants, chaussures, lunette protectrice etc.)

IX.2.2. 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.

IX.2.3. 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 rigoureuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

IX.2.4. 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.

IX.2.5. 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.

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.

Conclusion générale

L'aménagement hydro-agricole du périmètre de Oued El-Athmania dans la wilaya de Mila avec un réseau d'adduction qui est alimenté à partir d'un barrage réservoir, était l'objectif de notre étude.

L'eau est la contrainte principale au développement agricole, car le déficit hydrique marqué pendant la saison à forte demande en eau, impose la mise en place des cultures ne nécessitant pas beaucoup d'eau. Notre région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, avec une nécessité d'irrigation pendant la période sèche.

Le périmètre de Oued El-Athmania vaste par sa superficie présente des caractéristiques physiques, pédologiques et des conditions socio-économiques propices à l'irrigation, en particulier après la mobilisation des ressources en eau par le biais du barrage réservoir de hamam grouz

Durant différentes parties de notre mémoire, nous avons déterminé les phases importantes d'une réalisation d'un système d'adduction et d'irrigation, ayant déterminé les besoins en eau totaux de la zone durant le mois de pointe, et après avoir quantifié les besoins en eau de chaque ilot nous avons projeté un réseau d'adduction, et un système de distribution vers les parcelles à partir d'un Réservoir d'accumulation, une desserte gravitaire plus économique.

Enfin, nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par goutte à goutte, et cela vu les nombreux avantages que présente cette technique d'irrigation.

Enfin, on remarque que le coût du projet du réseau d'irrigation du périmètre de Oued El-Athmania est raisonnable et rentable à long terme.

Bibliographies

BAHBOUH, L. (2011) Cours agro-pédologie ENSH Blida.

MESSAHEL, M. (2012). Cours irrigation, ENSH Blida.

CLEMENT, R.GALAND, A. (1979) CROPWAT, Un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation. Irrigation par aspersion et réseau collectifs de Distribution sous pression.

RIEUL, L. (1997) Techniques d'irrigation de l'avenir et leur coût. In : D u pu y B. (ed.). *Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen*. Bari : CIHEAM, (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 31). **P 233-251**

AZOUGGAGH, M. (2001) Bulletin mensuel d'information et de liaison de pnnta (transfert de technologie en agriculture) : N81/juin. Rabat. **P 6.**

TIERCELIN, J.R. (2006) Traité d'irrigation .**P 1266.**

Touaibia, B. (2004) Manuel pratique d'hydrologie. ENSH Blida. **P 136.**

J.P.LABORDE aidé de N.MOUHOUS HYDROLAB c'est un ensemble de macro-commandes, de feuilles de calcul et de graphiques du tableau EXCEL qui permettent de réaliser les analyses statistiques élémentaires les plus courantes en hydrologie de surface

HYFRAN c'est un logiciel qui permet de réaliser les analyses statistiques élémentaires les plus courantes en hydrologie de surface.

Morin, N. (2011) Agronome, Maîtrise en science du gazon LA QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION : UN FACTEUR À NE PAS NÉGLIGER.**P4**

EPANET est un logiciel de simulation de système de distribution d'eau dynamique libéré par l'Agence de Protection de l'environnement Américaine tant pour les utilités que pour les conseillers.

De Coninck, L. (2011) Comment optimiser l'organisation et le suivi de chantier dans une entreprise ayant un rayon d'action étendu ? Par Jérôme HEINRY **AGROCAMPUS OUEST. P 55.**

Références sitographique

[13] North Africa 1:250,000 /Series P502, U.S. Army Map Service, 1954

(http://www.lib.utexas.edu/maps/ams/north_africa/) site de l'université de TEXAS

Consulté le 23/05/2015

(<http://eau-agro-1.wikispaces.com/Irrigation>) Consulté le 15/06/2015

(<http://www.asgq.org/index.html>) Consulté le 19/07/2015

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	
Banancier tropical	0.4-0.5	0.7-0.85	1.0-1.1	0.9-1.0	0.75-0.85	0.7-0.8
Banancier 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
Mais 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
Mais 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 (HR_{min} > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HR_{min} < 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

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	Ø20	-	36,28	42,45
13006	Ø32	-	48,35	58,57
13009	Ø40	2.0	64,6	76,58
13012	Ø50	2.4	98,25	114,95
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49
13018	Ø75	3.6	225,21	263,48
13022	Ø90	4.3	298,03	348,35
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
13058	Ø250	9.1	1 850,00	2 281,5
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
13039	Ø400	14.5	6 134,24	6 007,08
13061	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61
13052	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	36,28	44,79
P3513007	Ø32	2.5	58,48	64,81
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	772,38
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43
P3513033	Ø200	11.9	1 650,34	1 931,48
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15
P3513041	Ø315	18.7	4 093,57	4 789,47
P3513038	Ø400	23.7	6 888,74	7 837,53
P3513048	Ø500	29.7	10 152,51	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
001	Ø20	2.3	32,18	37,88
003	Ø25	2.8	50,84	59,48
008	Ø32	3.6	78,51	91,88
011	Ø40	4.5	120,95	141,51
014	Ø50	5.6	188,28	220,29
017	Ø63	7.1	297,95	348,60
020	Ø75	8.4	407,8	477,13
024	Ø90	8.2	510,71	597,53
027	Ø118	10.0	757,19	885,91
029	Ø125	11.4	967,80	1 132,44
032	Ø160	14.6	1 660,00	1 825,20
034	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24
036	Ø250	22.7	3 815,00	4 483,66
038	Ø315	28.6	6 850,00	8 044,50
040	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40
042	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87
044	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	848,86	1 110,17
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22
P3513111	Ø160	17.9	1 947,59	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	19 063,81	22 304,68
	Ø630	-	-	-

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Courbures (Rocreaux) 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 45 ML.

SARL K-PLAST
Transformation de Plastiques