

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'AMENAGEMENT ET GENIE HYDRAULIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option: LES SYSTEMES D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU
PERIMTRE D'OUED EL HACHEM (W.TIPAZA) A PARTIR
DU BARRAGE BOUKERDENE**

PRESENTE PAR :

Ourad Youcef

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r M. MESSAHEL	M.C.	Président
M ^r A.BENKACI	M.A.B	Examinateur
M ^{me} S.MAZOUZI	M.A.B	Examinatrice
M ^{me} H.BOUCHAMA	M.A.A	Examinatrice
M ^r Y.BOUNNAH	M.A.B	Examinateur
M ^r O. RAISSI	Ingénieur en chef	Promoteur

Septembre - 2014

DEDICACE

Je dédie ce travail en signe de reconnaissances et de gratitude :

D'abord à ma mère pour son soutien immense qu'elle n'a pas cessé de m'apporter. Ainsi que les conseils qu'elle me prodigue. J'avoue que sans elle, je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.

A mon père, pour ces conseils, son soutien matériel et moral et pour tout ses efforts et les faveurs qu'il m'a accordé et qui m'ont donné la volonté de réaliser et de finir ce travail

A mes frères :ADEL, DJAMEL, Fouad ET WALID

A mes sœurs:LIELA ET AMEL

*Et mes anges Rania Imen Chaima Achref Ali Islam Iyad
Didine Taim Wassim*

A tous mes amis :LOUZ, CHAREF, YACINE, RAMI, DJABER, MOUNIR, MOUSSAAB, SPIPO, LARADI, OUSSAMA HOUSSAM, ZAKI, CHOVAIB, SLIMAN, AMOUCHE, BAHY, FAYCEL, BRAHIM, MAHFOUD, ZAKO, MOH AMINE, HANANA, NADJIB, TOUNSI, NOURI, NOURDINE, BOULYTA et tous mes amis de ENSH

Remerciements

Au terme de cette étude qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude envers tous ceux qui m'ont apporté leur aide.

Je tien à remercier chaleureusement, Mon promotrice **Mr RAISSI.O** qui 'a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études, et qui a assuré la direction et l'orientation scientifique de ce travail. Je lui exprime mes vifs remerciements et ma sincère gratitude,

- Monsieur **M.MESSAHEL** qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.

- Madame **BOUCHAMA** qui m'a fait l'honneur de bien vouloir juger ce travail.

- Madame **MAZOUZI** qui m'a fait l'honneur de bien vouloir juger ce travail.

- Monsieur **BENKACI** qui m'a fait l'honneur de bien vouloir juger ce travail.

- Monsieur **BOUNAH** qui m'a fait l'honneur de bien vouloir juger ce travail.

Enfin, mes derniers remerciements mais non les moindres s'adressent à tous le corps enseignant et le personnel de l'E.N.S.H, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ma formation.

ملخص :

إن الدراسة التي قمنا بها تتضمن سقي المساحة الزراعية بمنطقة واد الهاشم، بلدية شرشال ولاية تيبازة وكذلك تحديد ابعاد شبكة السقي وهذا لا يكون الا باتباع انظمة سقي حديثة، التي اعطت نتائج ايجابية في الميدان مثل نظام السقي بالتقطير الاكثر تطورا في الاونة الاخيرة ومن بين ما يتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

Résumé :

L'objectif de mon mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone de Oued El Hachem commune de Cherchell (W.Tipaza) ; 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 this work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management at Wed El Hachem zone, Cherchell city (Tipaza) in a way to attain a high investment feed back, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and from the other part. This is by adoption of modern irrigation system because of their reliability, i.e: localized irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like important quantities of water

Sommaire

Chapitre I: Présentation du domaine d'étude et analyse des conditions naturelles

Introduction.....	1
I-1- Situation géographique.....	1
I-2- Localisation de le périmètre.....	1
I-3- Situation topographique.....	3
I-4- Géologie.....	4
I-5- Situation climatique.....	4
I-5-1- Pluviométrie.....	4
I-5-2- Température.....	4
I-5-3- Vent.....	5
I-5-4- L'insolation.....	5
I-5-6- L'Humidité relative.....	5
I-6- Synthèse bioclimatique.....	6
I-7- Les indices climatiques.....	7
I-7-1- L'indice d'aridité de MARTON.....	7
I-7-2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	8
I-8- Etude pédologique.....	10
I-8-1-Texture.....	10
I-8-2 - Structure.....	10
I-8-3- Les facteurs pédo génétiques.....	11
I-8-4- .Analyse granulométrique.....	11
I-8-5.Densité apparente (Da) :.....	11
I-8-6.Analyse du sol selon L'ANRH.....	12
I-9- Ressource en eau.....	12
I-9-1- Qualité de l'eau d'irrigation.....	14
I-9-2- La conductivité électrique.....	15
I-9-3- Le SAR (Sodium Absorption Ration).....	16
Conclusion.....	17

Chapitre II : Problématique et choix de la technique d'irrigation

Introduction.....	18
II-1- Technique d'arrosage.....	18
a) Irrigation de surface (par gravité).....	18
b) Irrigation par aspersion :.....	18
c) Irrigation souterraine.....	18
d) Irrigation localisée :.....	18
II-1-1- Mode d'arrosage.....	18
II-1-2- Irrigation localisée.....	18
a)- Principe.....	19
b)- Caractéristiques générales.....	20
c- Les Avantages de la technique :.....	20
d) -Les inconvénients.....	21
II-1-3- Composition de l'installation.....	21
a) Borne d'irrigation.....	21
b) Le vannage.....	21

c) La stabilisation des pressions	21
d) Limiteur de débit.....	22
e) La conduite principale.....	22
f) Porte rampes	22
g) Les rampes	22
h) les distributeurs	22
i) la pompe.....	22
II-1-4- Choix d'un distributeur dans l'irrigation en goutte à goutte.....	23
a) La qualité de l'eau	23
b) La nature du sol.....	23
c) la nature des cultures	24
II-1-5- Paramètres de choix du système d'irrigation localisée	24
a- Climat.....	24
1. Température	24
2. Le vent	24
3. Pluviosité	24
b) Sol	24
c) Topographie	25
d) Transport solide des eaux.....	25
1. Eau chargée.....	25
2. Eau non chargée.....	25
e) Qualité chimique des eaux	25
1. Eau salée	25
2. Eau non salée	25
f) Selon les contraintes techniques et socio-économique.....	26
1. Contraintes techniques.....	26
2. Contrainte socio-économique	26
II-1-6- La problématique	26
Conclusion	26

Chapitre III: Calcul de besoins en eau des cultures -régime d'irrigation-Etude Hydrologique

Introduction.....	27
III.1.Données disponibles	27
III.2.Analyse des données.....	28
III.2.1.Homogénéisation	28
III.2.2.Etude fréquentielle des pluies annuelles	30
III.2.2.1.Ajustement à la loi de Gauss.....	30
III.2.2.2.Ajustement à une loi Log-normale	33
Conclusion.....	34
III.3.détermination de l'année de calcul	34
III.4.Calcul des Besoins en eau.....	35
III.4.1.Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration.....	35
III.4.1.1. L'évapotranspiration potentielle de référence (ET0).....	35
III.4.2.Calcul de l'évapotranspiration réelle.....	38
III.4.3.La pluie efficace.....	38
III.4.4.Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures :	39
III.4.4.1.L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ETc).....	40
III.4.4.2.. Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures.....	41
III.5.Calcul du débit spécifique	41

III.5.1.Débits spécifiques	41
III.5.2.Comparaison entre le volume de la retenue et les besoins des cultures.....	42
Conclusion	42

Chapitre IV: Calcul et dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction.....	44
IV-1- Réseau de distribution	44
IV-1-1- Ilots d'irrigation	44
IV-1-2- Trace de distribution	44
a) Implantation des bornes d'irrigation.....	44
b) Débit de la borne d'irrigation	44
IV -1-3- Caractéristiques des conduites du réseau d'irrigation	45
IV-1-4- Equipements	45
IV-2- Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.....	46
IV-2-1- Calcul des besoins.....	46
1) les besoins journaliers	46
2) Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r	46
3) La dose d'irrigation nette pratique	46
4) La dose d'irrigation brute.....	47
5) Fréquence des arrosages :	47
6) la durée d'arrosage :	48
7) la durée d'arrosage journalier(h) :	48
8) Calcul du nombre de postes :	48
9) Surface d'un poste :	48
10) Surface correspondant à une rampe	48
IV-2-2 Calcule les paramètres	49
a)- Nombre de rampes par postes.....	49
b)- Calcul débit d'une rampe	49
c)- Calcul des diamètres des portes rampes, rampes.....	50
d)- Conduite d'approche	51
IV-3-Dimensionnement de conduit principale :	52
IV-3-1- Les données	52
IV-3-2- Calcul de diamètre de la conduite principale.....	53
IV-4- Volume de la bache d'eau	53
IV -5- Adduction	54
a)- Calcul de diamètre	54
b) La perte de charge.....	54
c) La vitesse	55
Conclusion	55

Chapitre V: Calcul Technico-économique

Introduction.....	56
V-1- Estimation de l'irrigation localisée	56
VI -2- Dépenses des travaux.....	56
V.2.1.Calcul du volume de terrassement	56
V.2.1.1. Largeur du fond de la tranchée	56
V.2.1.2. profondeur de la tranchée.....	57
V.2.2. la conduite principale	57
V.2.2.1.Calcul du volume de déblai.....	57
V.2.2.2.Calcul du volume de lit de sable	68
V.2.2.3.Calcul du volume de remblai	68

V.2.3. Devis estimatif pour le terrassement:	60
V.2.4. Devis estimatif total	60
Conclusion	60

Chapitre VI: Protection du travail

Introduction.....	61
VI-1- Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique.....	61
VI-1-1- Facteurs humains	61
VI-1-2- Facteurs matériels	61
VI-1-3- Liste des conditions dangereuses.....	62
VI-1-4- Liste des actions dangereuses	62
VI-2- Mesures préventives pour éviter les causes des accidents	63
VI-2-1- Protection individuelle.....	63
VI-2-2- Autres protections.....	63
VI-2-3- Protection collective	63
VI-2-4- Engin de levage.....	63
VI-2-5- Appareillage électrique.....	63
Conclusion :	64

Chapitre VII: Organisation de chantier

Introduction.....	65
VII-1- Les différents travaux sur le chantier :	65
VII-1-1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :	65
VII-1-2- Nivellement de la plate-forme de pose :	65
VII-1-3- Excavation des tranchées.....	66
VII-1-3-1 La profondeur (H)	67
VII-1-3-2- Largeur de la tranchée.....	67
VII-1-4- Choix des engins de terrassement	67
VII-1-4-1- Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation	68
VII-1-4-2- Calcul du rendement d'exploitation de la pelle	68
VII-1-5- Pose de la canalisation.....	69
VII-1-6- Lit de pose	69
VII-1-7- Introduction de la canalisation	69
VII-1-8- Epreuve de joint et de canalisation.....	70
VII-1-9- Remblaiement des tranchées	70
VII-1-9-1- Choix du bulldozer.....	70
VII-2- Exploitation du système d'irrigation.....	70
VII-3- Planification de travaux du réseau	71
Conclusion	73

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1: Délimitation du périmètre d'étude	1
Tableau I.2 : Les caractéristiques physiographiques du bassin versant de l'oued.....	3
Tableau I.3 : Précipitations Moyennes Mensuelles à la station de Boukerdane	4
Tableau I.4 : Classification du climat	8
Tableau I.5 : analyse granulométrique de la parcelle	11
Tableau I.6 : Densité apparente de la parcelle (établi ANRH, 2013)	11
Tableau I.7 : résultats analytiques du sol	12
Tableau I.8 : Qualité de l'eau de barrage de Boukourdane.....	15
Tableau I.9 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	15
Tableau I.10: Classification des eaux en fonction de SAR.....	16
Tableau III.1: Caractéristiques de la station pluviométrique :	27
Tableau III.2: Série des pluies à la station de Boukerdane (période : 1980/2012)	27
Tableau III.3: Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Boukourdane	29
Tableau III.4: Les résultats du calcul sont pour l'ajustement à la loi de GAUSS	31
Tableau III.5: les résultats du calcul pour l'ajustement à la loi log-normale.....	34
Tableau III.6: Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.....	35
Tableau III.7: L'Année de calcul.....	35
Tableau III.8: Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode	38
Tableau III.9: Précipitation efficace dans la zone d'étude	37
Tableau III.10: Calcul du bilan hydrique de l'olivier	40
Tableau III.11: Calcul du bilan hydrique pour le pêcher	41
Tableau III.12: Calcul du bilan hydrique pour le vigne.....	41
Tableau III.13: Besoin en eau d'irrigation des cultures de la plaine d'Oued El Hachem	41
Tableau III.14: Débits spécifiques	42
Tableau III.15: Les besoins totaux en m ³	42
Tableau IV.1 : Données générales	48
Tableau IV.2 : Calculs des paramètres pour les cultures	49
Tableau IV.3 : Caractéristiques des rampes	51
Tableau IV.4 : Caractéristiques de la porte rampe	51
Tableau IV.5 : Les caractéristiques de la conduite secondaire	52
Tableau IV.6 : Caractéristiques de la conduite principale du réseau	53
Tableau V.1 : Dépenses de constructions des conduits de distribution.	56
Tableau V.2: calcul du volume de déblai.....	58
Tableau V.3: calcul du volume de sable	58
Tableau V.4 : Calcul du volume de remblai	59
Tableau V.5 : Volumes des travaux de terrassement	59
Tableau V.6: Factures pro-forma terrassement.....	60
Tableau V.7 : devis estimatif total	60
Tableau VII.1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement	66
Tableau VII.2: Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet	69

LISTE DU FIGURES

Figure I.1 : Localisation géographique de la commune de Cherchell	2
Figure I.2 : Communes limitrophes de zone d'étude	2
Figure I-3: Températures moyennes des minima, des maxima et des moyennes mensuelles.....	4
Figure I-4:vitesses mensuelles du vent au niveau de la station météorologique du barrage de <i>Boukerdene</i> (1987-2011).....	5
Figure I-5: Ensoleillement en heures.....	5
Figure I-6: Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) au niveau du barrage de <i>Boukerdene</i>	6
Figure I.7 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Cherchell	7
Figure I.8: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	9
Figure I.9 : situation de barrage de Boukourdane	13
Figure I.10 : Barrage de Boukourdane	14
Figure I.11 : La prise d'eau du barrage de Boukerdene	14
Figure I.10: Diagramme de classification de l'eau d'irrigation.....	17
Figure II.1 : Irrigation localisée	19
Figure II.2 : Zone humidifié par le goutteur	20
Figure II.3 : Goutteurs	23
Figure III.1 : ajustement à la loi normal	32
Figure III.2 : ajustement à la loi log-normal.....	34
Figure VII-1 : Pelle équipée en rétro	66
Figure VII-2: Réseau à nœud.....	71

LISTE DES PLANCHES

PLANCHE N° 1..... PLAN DE SITUATION COMMUNE D'ETUDE
(W .TIPAZA)

PLANCHE N° 2..... PLAN D'OCCUPATION DE SOL DE LA PERIMETRE OUED EL
HACHEM (W.BLIDA)

PLANCHE N° 3..... PLAN DE RESEAU D'IRRIGATION PAR GOUTTE A GOUTTE DU
PERIMETRE OUED EL HACHEM (W.TIPAZA)

PLANCHE N° 4..... PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE
(W.TIPAZA)

INTRODUCTION GENERALE

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

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

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

Cependant la solution ne peut se trouver que dans un cadre collectif et participatif, entre les différents acteurs, sur le plan organisationnel et financier.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est dimensionner le réseau d'irrigation de l'Oued El Hachem (adduction) dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre d'irrigation d'une façon uniforme et économique, et pour garantir un bon rendement de récolte à court, moyen et long terme.

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

CHAPITRE I :
Présentation du
domaine d'étude et
analyse des conditions
naturelles

Introduction

Le périmètre à irriguer fait partie, selon la récente décomposition de l'AGID, du grand projet d'aménagement du périmètre sahel algérois ouest à partir du barrage de Boukardane

L'aspect littoral de la région lui donne un potentiel géostratégique, économique, touristique attractif. C'est de là que la zone a été desservie d'un réseau de communication relativement dense en l'occurrence les routes nationales 11 et 66. D'autant plus qu'en tout point du périmètre on est à moins de 2Km d'une de ces routes, ajoutant à cela le réseau dense de chemins agricoles qui dessert l'ensemble de l'aire du projet. Donc l'accès pour toute exploitation agricole est d'une facilité stimulante

Connaître la situation de la zone d'étude du point de vue géographique, topographique, géologique, climatique et hydraulique nous permet de bien mener notre travail.

I-1- Situation géographique

Le périmètre étudié est située dans la wilaya de Tipaza, à mi-chemin entre le chef lieu de la wilaya de Tipaza et la ville de Cherchell. Elle fait partie de l'Atlas tellien et se trouve au pied du versant sud du massif de Chenoua.

La plaine alluviale de l'oued El Hachem est longue en moyenne de 9 500m et large en moyenne de 800m.

Elle longe la route nationale Alger - Cherchell, ses deux extrémités sont matérialisées par le village de Sidi Amar au sud et le rétrécissement du massif du Chenoua au niveau de Bordj Ghobrini qui s'ouvre sur la mer. La limite Sud-est est matérialisée par l'ennoyage de calcaires méridionaux du djebel Tabaraned et le village de Sidi Amar à l'Ouest .

I-2- Localisation de le périmètre

La zone de périmètre de l'Oued El Hachem objet de la présente étude est située à 20 Km à Est de la commune de Cherchell. La superficie du périmètre est de 120 ha,

Tableau I.1: Délimitation du périmètre d'étude

	Commune	Daïra	Wilaya	Superficie	Coordonnées			Nature juridique
					X (Km)	Y (Km)	Z (m)	
Le périmètre du Cherchall	Cherchall	Cherchall	Tipaza	120 ha	435370.88	4048684.22	68	Domaine public
					428158.51	4051910.19	25	
					444596.89	4039507.45	260	

Source : (DRE) Tipaza



Figure I.1 : Localisation géographique de la commune de Cherchell

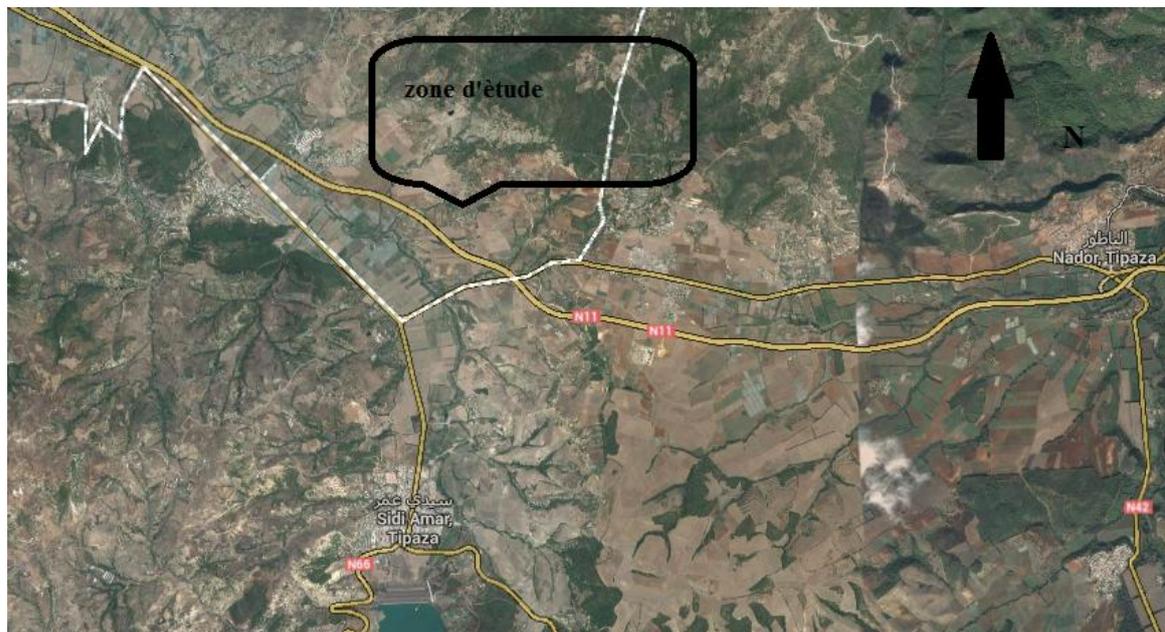


Figure I.2 : Communes limitrophes de la zone d'étude

I-3- Situation topographique

La variation des paramètres physiques et géomorphologiques au sein d'un bassin versant influe sur son comportement hydrologique.

L'analyse de ces différents paramètres permet de rechercher les causes des variations du régime hydrologique.

Les caractéristiques physiographiques du bassin versant de l'oued El Hachem sont portées dans le tableau n° 02 ci-dessous :

PARAMETRES PHYSIOGRAPHIQUES	VALEURS
Altitude maximum (m)	1417
Altitude minimum (m)	0
Altitude de fréquence 50% (m)	420
Altitude moyenne (m)	410
Surface (Km ²)	218.75
Périmètre (Km)	80
Longueur du rectangle équivalent (Km)	33.46
Largeur du rectangle équivalent (Km)	6.53
Indice de compacité (K _c)	1.51
Indice de pente globale (%)	2.43
Densité de drainage (D _d) (Km/Km ²)	3.42
Coefficient de torrentialité (1/ Km ³)	25.48
Rapport de confluence (R _{oc})	4.71
Longueur de l'oued El Hachem (Km)	34

Source : ANRH de Blida

Tableau I.2 : Les caractéristiques physiographiques du bassin versant de l'oued El Hachem

Le bassin versant de l'oued El Hachem dont le code est **02-03** (ANRH), occupe une superficie de 218,75 Km² et un périmètre de 80Km. Il présente une forme rectangulaire allongée d'orientation Sud -Nord, suggérant à priori le ruissellement des eaux superficielles aux dépends de l'infiltration, ceci est montré visiblement par la valeur de K_c et les dimensions du rectangle équivalent (L, l).

Les altitudes extrêmes du bassin versant sont comprises entre 0 m à l'embouchure et 1417m sur les bordures Sud- Ouest du djebel Boumâad et l'altitude moyenne de la plaine est de 37m

I-4- Géologie

L'étage quaternaire s'est déposé sur le pliocène supérieur (astien : constitué de sables lites et de molasse calcaire) qui succède le pliocène (plais ancien : constitué de marnes grises et bleues). Les faciès du quaternaire qui se sont constituées avant la terre arable, sont selon leur abondance

I-5- Situation climatique

La zone d'étude jouit d'un climat de type sec

I-5-1- Pluviométrie

Cherchell classée dans l'étage subaride, reçoit plus de 500 mm/an

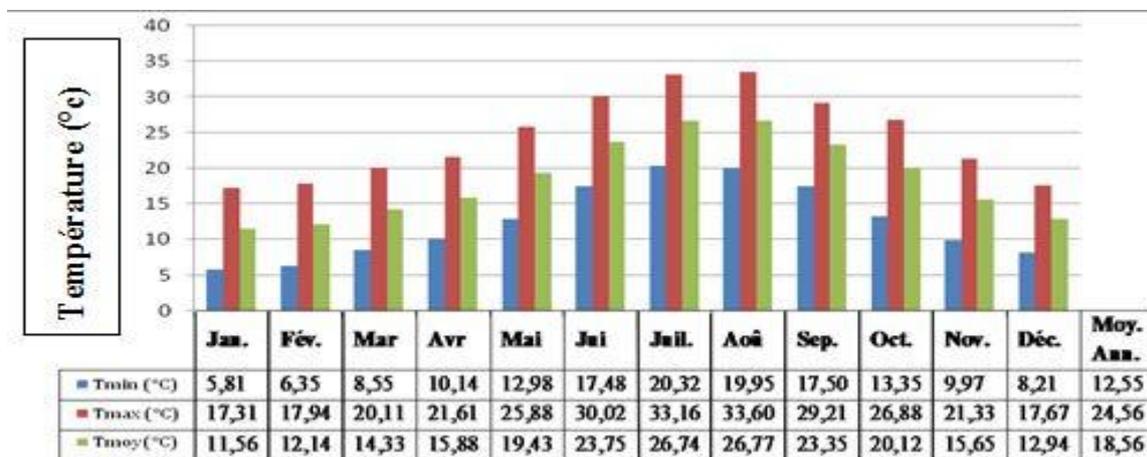
Tableau I.3 : Précipitations Moyennes Mensuelles à la station de Boukerdane
(période : 1980/2012)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	Total
Pluies moyenne (mm)	27.9	45.9	91.3	95.3	76.1	73.7	50.7	46.6	36.5	6.8	2.6	5	558.4

Source : ONM

I-5-2- Température

La température est parmi les facteurs climatiques les plus importants qui ont une grande influence sur la croissance du végétal.



Source : ANRH de Blida.

Figure I-3: Températures moyennes des minima, des maxima et des moyennes mensuelles.

I-5-3- Vent

Il est nécessaire de connaître la vitesse du vent avant d'installer un système d'irrigation



Source : ANRH de Blida

Figure I-4: vitesses mensuelles du vent au niveau de la station météorologique du barrage de Boukerdene (1987-2011).

I-5-4- L'insolation

Nombre d'heure d'ensoleillement dans la région est assez élevée ; la moyenne annuelle est de 7,7 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 2821 heures.



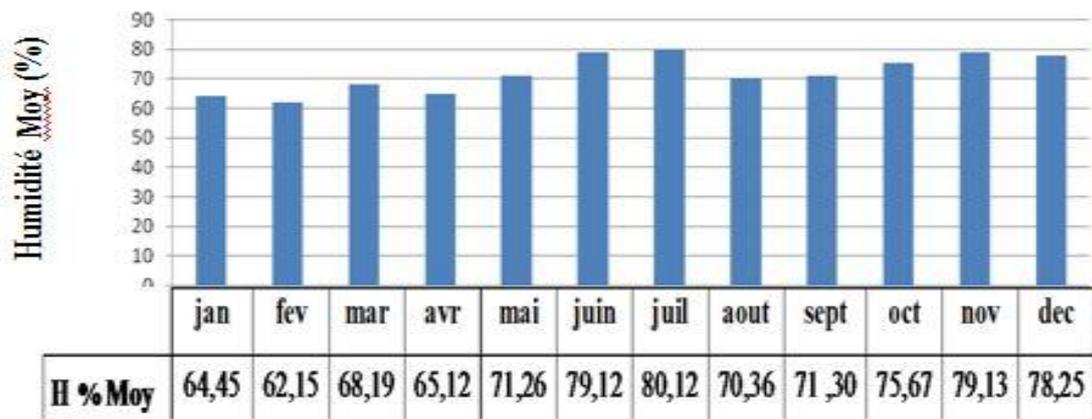
Source : ANRH de Blida

Figure I-6: Ensoleillement en heures.

I-5-6- L'Humidité relative

L'humidité relative est fonction des précipitations.

Le tableau suivant nous montre les résultats de l'humidité relative moyenne mensuelle (%) durant la période (1987-2011).



Source : ANRH de Blida.

Figure I-5: Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) au niveau du barrage de *Boukerdene*.

Les données du tableau montrent que l'humidité relative la plus basse est notée au mois d'Aout avec 47,13 %, et le maximal est enregistré pendant le mois de Décembre avec 54,81 %.

I-6- Synthèse bioclimatique

D'une part, la situation géographique et les données exposées à travers ce chapitre. Ainsi les graphes élaborés pour illustrer les variations du climat au sein de la zone étudiée.

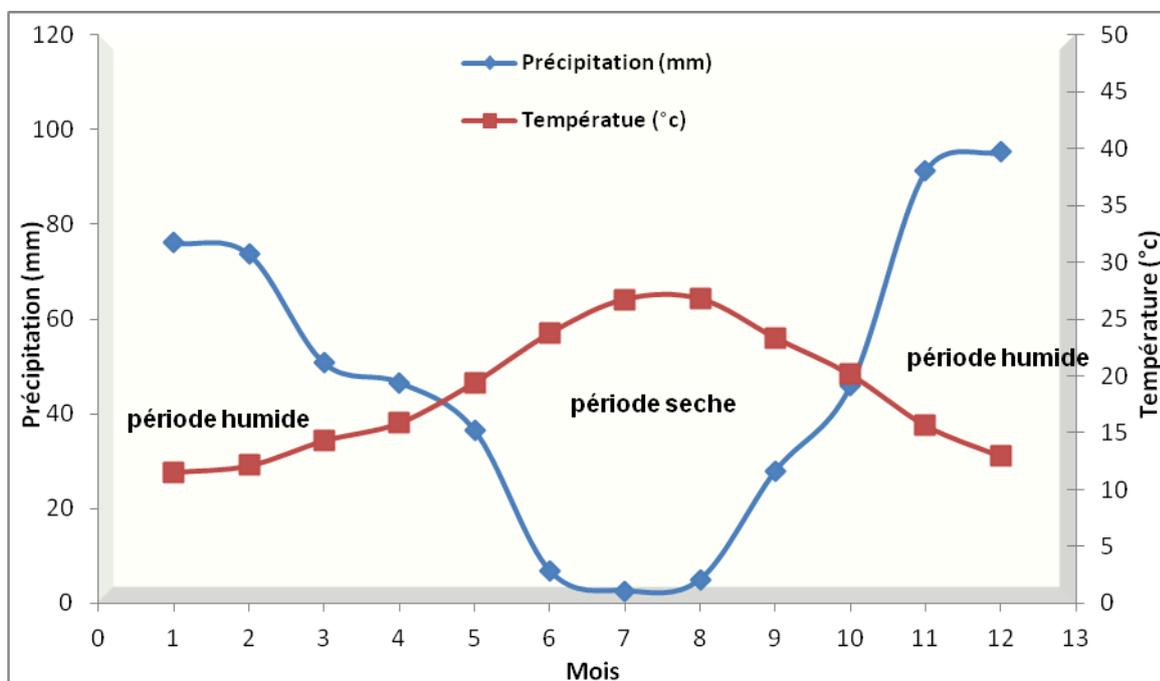


Figure I.6 : Diagramme Ombrothermique de Gausson de la région de Cherchell

Le diagramme Ombrothermique fait ressortir une période sèche qui s'étale sur environ 6 mois, allant du mois de Mai jusqu'au mois de Octobre .

Avec ce régime pluviométrique les cultures printanières dépendent dans une large mesure de l'irrigation, et ne peuvent subsister que les plantes résistantes au stress hydriques et à forte densité racinaire et dont la période végétative est assez courte

I-7- Les indices climatiques

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels:

Pluviométrie et température.

Les indices les plus connus sont ceux de MARTONE (1926) et EMBERGER (1932).

I-7-1- L'indice d'aridité de MARTONE

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

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

Avec :

P : précipitation annuelle en mm \Rightarrow P = 558.4mm.

T : température moyenne en (°C). \Rightarrow T = 18.56°C.

I_A : indice d'aridité.

$$\text{AN: } I_A = \frac{P}{T + 10} = \frac{558.4}{18.56 + 10} = 19.55$$

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

Tableau I.4 : 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 souvent indispensable.

I-7-2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Cet indice à pour but la détermination de l'étage bioclimatique :

$$Q = \frac{2000P}{(M + m)(M - m)}$$

Où :

Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER.

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K) (degré kelvin).

m : moyenne des minima du mois le plus froid (en °K).

Pour :

P : 558.4mm.

M : 33,6 °C.

m : 5.81 °C.

On aura :

$$Q = \frac{2.1000.558.4}{(33.6 + 273)^2 - (5.81 + 273)^2} = 68.65$$

$$\underline{\text{D'où}} \quad Q = 68.65$$

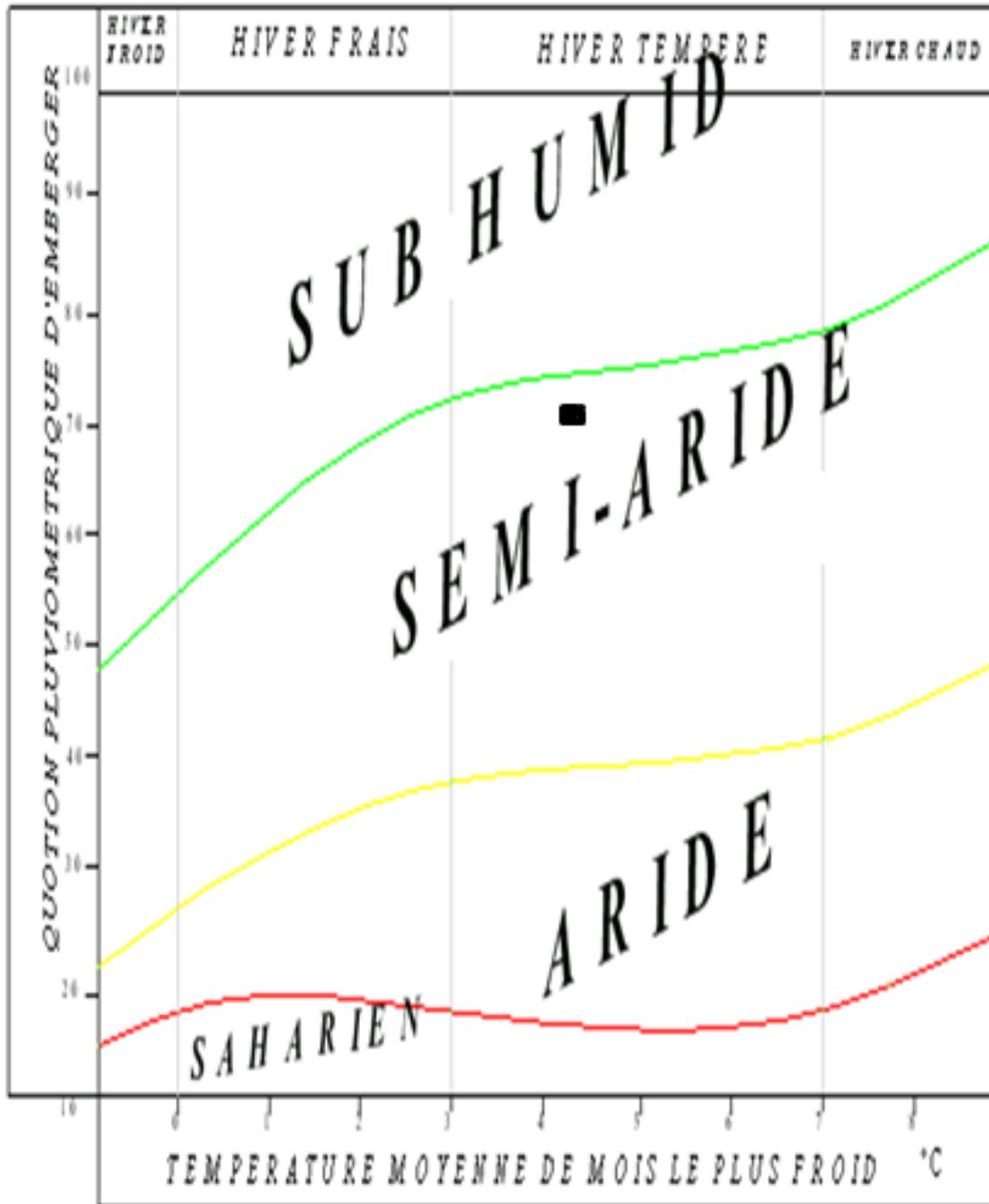


Figure I.7: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

Sur la figure (Figure I.7), en portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid. On peut confirmer que notre région se situe dans l'étage bioclimatique : *Semi-aride*.

I-8- Etude pédologique

Les propriétés physiques du sol sont liées à deux notions fondamentales la texture et la structure.

I-8-1-Texture

La texture d'un sol est la répartition de la taille de ses éléments constitutifs, elle est caractérisée par une courbe granulométrique. Cette courbe représente, en fonction du diamètre apparent, les proportions pondérales d'éléments de tailles inférieures et s'obtient en appliquant successivement diverses techniques de séparation (tamisage, sédimentation ...) à un échantillon de sol.

I-8-2 - Structure

La structure d'un sol peut être appréhendée sous l'angle du mode d'arrangement de ses particules élémentaires ou, de façon plus quantitative, par le réseau d'espaces lacunaires issus de cet arrangement.

L'état de structure est contrôlé par la porosité, qui est le rapport du volume des vides du sol et le volume total, exprimé en % .elle dépend de la texture des sols, et est déterminée par la formule suivante :

$$P = \frac{D - D_a}{D} . 100$$

D'où :

D : densité réelle.

D_a: densité apparente.

La connaissance et l'analyse des unités pédologiques qui composent la zone d'étude constituent une étape charnière de l'étude pédologique car elle fournit un diagnostic détaillé des différents constituants du sol, met en lumière toutes les contraintes possibles et susceptibles de limiter le type d'utilisation des terres et détermine avec d'autres facteurs du milieu (climat, topographie) l'aptitude culturale du sol.

La prospection pédologique sur la zone d'étude est de procéder à la prise d'échantillons pour analyse au laboratoire.

L'objectif de l'étude de sol est d'apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation en fournissant les données fondamentales caractérisant les relations entre le sol, l'eau et la plante, qui conditionnent la conduite et l'organisation des apports d'eau.

I-8-3- Les factures pédo-génétiques

- le climat.
- le matériau parental : roches gréseuses.
- le relief : plat avec une pente pratiquement nulle.
- la végétation : presque nulle.
- le climat reste le facteur déterminant de l'évolution de ces sols qui sont caractérisé par les fortes évaporations et l'action des vents.

I-8-4- .Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique des 03 profils du sol a montré les résultats suivants :

Tableau I.5 : analyse granulométrique de la parcelle

Profondeur (cm)	0-30	30-60	60-90
Argile %	25.72	19 .2	18.5
Limon fin %	28.02	42.58	32.5
Limon grossier %	33.46	34.1	41.51
Sable fin %	9.97	3.24	6.88
Sable grossier %	3.01	0.88	0.61

Source : ANRH de Blida.

D'après le triangle des textures (Annexe 02) on trouve que notre sol est un sol limono-argileux.

I-8-5.Densité apparente (Da) :

$$\text{On: } Da = \frac{Ps}{V}$$

Ps : Poids sec de l'échantillon ;

V : volume de l'échantillon (volume du cylindre).

Les résultats obtenus en appliquant la formule sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau I.6 : Densité apparente de la parcelle (établi ANRH, 2013)

Niveau de prélèvement (cm)	30	60	90
Poids humide (g)	270,75	362,23	352,56
Poids sec (g)	226,11	297,86	300,97
Volume (cm ³)	196,140	202,175	202,175
Da (g/cm ³)	1,152	1,473	1,488
Da moy(g/cm ³)	1,37		

(ANRH, 2013)

I-8-6. Analyse du sol selon L'ANRH

D'après l'analyse faite par laboratoire de l'A.N.R.H on présentera dans le tableau suivant :

Tableau I.7 : résultats analytiques du sol

Solution du sol			Caractéristique physique		Complexe absorbant (meq/100gde sol)			
Profondeur (cm)	CE (mmhos/cm)	PH	PF _{2,5}	PF _{4,2}	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺
0-10	1.17	7.6	29.1	16.1	1.7	1.32	5	44
10-30	1.02	7.86	29.7	17.4	0.87	1.06	4	41
30-60	1.28	7.8	28.6	17.3	0.87	0.40	3	44
60-150	1.47	7.76	29.6	18.5	0.89	0.29	3	44

Source : ANRH de Blida.

CE : Conductivité Electrique

pF_{2,5} : la capacité de rétention max, correspond a une succion matricielle de 0,33 bar (-3,3 m ou Pf 2,5), par analogie à l'échelle de pH, le pF est défini comme le logarithme décimal de la valeur absolue de la charge de pression matricielle.

pF_{4,2} : point de flétrissement, la plante absorbe l'eau difficilement, un potentiel matricielle moyenne de 16 bar (-160 m ou Pf_{4, 2}).

I-9- Ressource en eau

A 25 Km environ à l'embouchure des oueds Boukadir et Fedjana, est construit le barrage de Boukourdane dont la réalisation est achevée en 1993. Avec une capacité de régularisation estimée à 50 Mm³ cette retenue constituera éventuellement la ressource en eau principale du périmètre.

Les caractéristiques de cette retenue sont sommairement les suivantes :

- La longueur de la digue x=464.90 m.
- La latitude de la digue y=359.40 m.
- L'altitude de la digue z=70m (NGA).
- Le périmètre du bassin versant : 56 Km.
- La côte du niveau normale de la retenue : 119.5 m.
- Côte des plus hautes eaux : 123m.

- La surface des eaux par rapport au niveau normal : 550 Ha.
- Capacité totale de la retenue : 97Mm³.
- La réserve d'envasement : 10.8 Mm³.
- Le volume d'eau régularisable : 49Mm³.

Le barrage est actuellement utilisé pour l'adduction en eau potable et l'irrigation de la ville/palmeraie de Sidi Amar et les enivrants.



Figure I.8 : situation de barrage de Boukourdane



Figure I.9 : Barrage de Boukourdane

I-9-1- Qualité de l'eau d'irrigation

Le périmètre d'étude est irriguée à partir du barrage de Boukerdane. Les caractéristiques de l'eau d'irrigation physiques et chimiques sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau I.8 : Qualité de l'eau de barrage de Boukourdane

Paramètres	moyenne
Conductivité en mmhos / cm	0.15
pH	7
CL ⁻ en mg/l	153
Na ⁺ en mg/l	85
Ca ⁺⁺ en mg/l	105
Mg ⁺⁺ en mg/l	65
K ⁺ en mg/l	6
SO ₄ ²⁻ en mg/l	235
HCO ₃ en mg/l	315
NO ³⁻ en mg/l	4

Source : ANRH

I-9-2- La conductivité électrique

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

Tableau I.9 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

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

Remarque :

C1 : convient pour toutes les cultures.

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.

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

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

D'après l'ANRH, l'eau d'un barrage prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne : $CE = 0,15$ mmhos/cm.

I-9-3- Le SAR (Sodium Absorption Ration)

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

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad SAR = 9.22$$

Tableau I.10: Classification des eaux en fonction de SAR

Classe	S.A.R.	Danger
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé

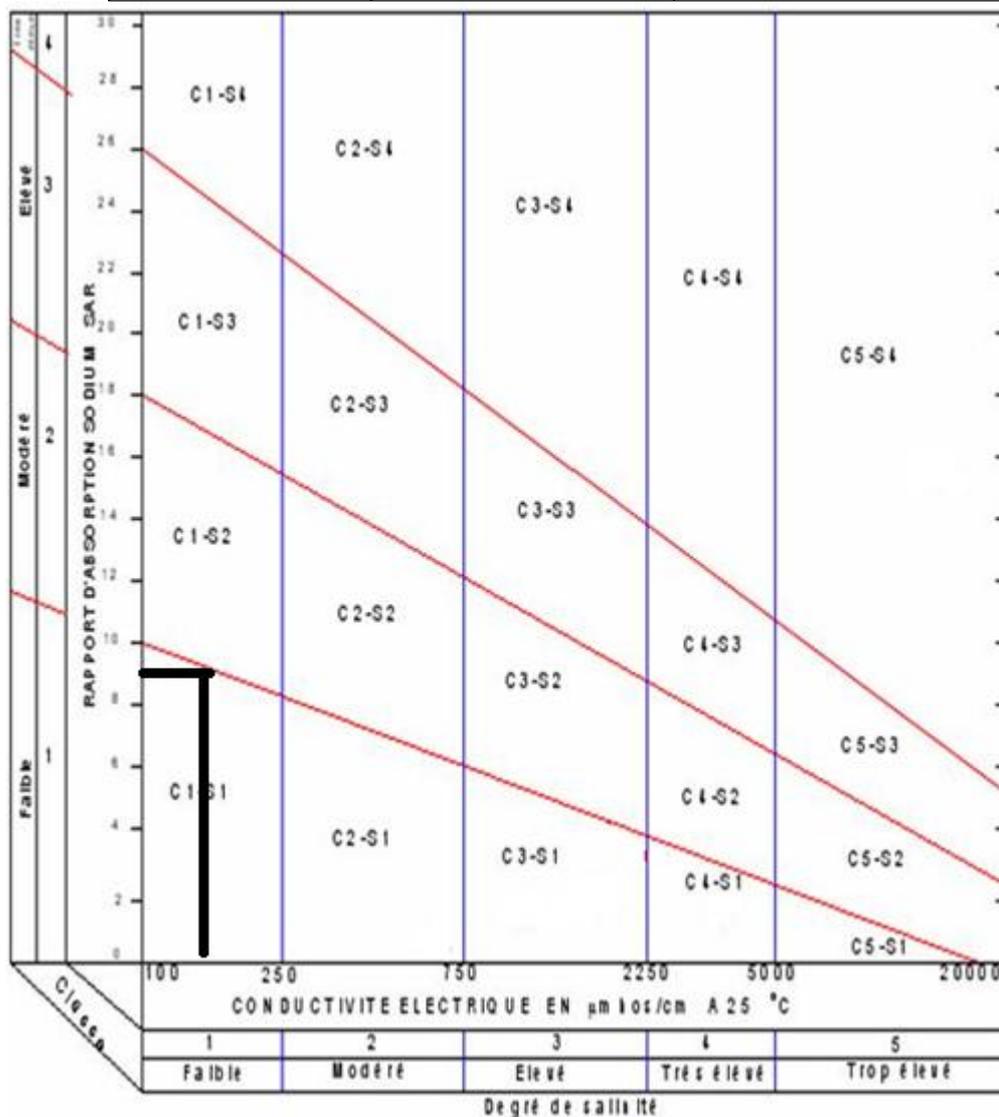


Figure I.10: Diagramme de classification de l'eau d'irrigation

On se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig I-10). On peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité faible avec un risque d'alcalinité faible aussi, c'est pour ça on le retrouvée dans l'intervalle (C1-S1), ce qui montre que

la qualité de es eaux est acceptable dans le domaine d'irrigation.

Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté périmètre de Oued El Hachem (situation géographique, situation administrative...etc.) ainsi que nous avons étudié toutes les conditions naturelles de notre périmètre d'irrigation et on a constater que notre sol est de type limono-argileux., on a trouver aussi que la qualité de l'eau a exploiter a des fins agricoles est bonne pour l'irrigation.

CHAPITRE II :
Problématique et
choix de la
technique
d'irrigation

Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques d'irrigation sous pression ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques d'irrigation sous pression puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de la région d'étude.

II-1- Technique d'arrosage

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

a) Irrigation de surface (par gravité) : laisser couler l'eau à la surface, ou inonder le sol et le laisser saturer jusqu'à une certaine profondeur (submersion, par planches, à la raie).

b) Irrigation par aspersion : pulvériser de l'eau dans l'air et la laisser retomber en pluie sur les plantes et sur le sol.

c) Irrigation souterraine : dans ce cas les conduites d'irrigation sont enterrées sous la terre, tel que la technique du goutte à goutte enterrée

d) Irrigation localisée : L'irrigation localisée ou micro irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distributions de l'eau à la parcelle. (C'est le cas de notre projet).

II-1-1- Mode d'arrosage

Le mode d'arrosage qui nous intéresse dans notre étude est l'irrigation localisée (micro-irrigation ou goutte à goutte).

II-1-2- Irrigation localisée

L'eau circule dans des tuyaux souples de petit diamètre disposés à la surface du sol et sont munis de dispositifs " goutteurs " qui apportent l'eau au pied des végétaux ; les systèmes d'irrigation localisée les plus répandus sont le goutte à goutte (indiqué pour le maraîchage) et le micro-jet (indiqué pour l'arboriculture).



Figure II.1 : Irrigation localisée

Les systèmes d'irrigation sous pression engendrent une économie d'eau moyenne de 30 à 60 % par rapport aux systèmes gravitaires. Les systèmes d'irrigation localisée, quant à eux, peuvent engendrer une économie d'eau allant jusqu'à 50 % par rapport aux systèmes par aspersion (limitation maximale de l'évaporation et de la percolation car l'eau est livrée à faible dose n'humidifie qu'une fraction du sol). Les systèmes d'irrigation localisée occasionnent les plus-values suivantes : prévention du développement des mauvaises herbes et possibilité de fertigation.

Par contre ils ne sont pas adaptés si les cultures emblavées sont à enracinement profond ainsi que si les eaux sont trop chargées (sable, limon, matière organique, fer,...qui peuvent obstruer les tuyaux) ou trop salées (pas de lessivage).

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas de sols à faible profondeur, de sols légers et perméables, en cas de relief trop accidenté ainsi qu'en cas d'utilisation d'eau salée.

a)- Principe

Dans ce procédé original, l'eau est administrée aux plantes, à faible dose, par le moyen de goutteurs qui délivrent, au goutte à goutte, dans la zone d'extension racinaire l'eau nécessaire qui migre par capillarité.

Il se forme ainsi, sous chaque goutteur, un bulbe d'humidité d'extension variable en fonction des caractéristiques physiques et pédologiques du sol, le temps d'irrigation ne doit pas dépasser seize heures par jour, surtout en terrain argileux, pour laisser le temps à l'air de pénétrer dans le sol entre deux irrigations et éviter l'asphyxie du système racinaire.

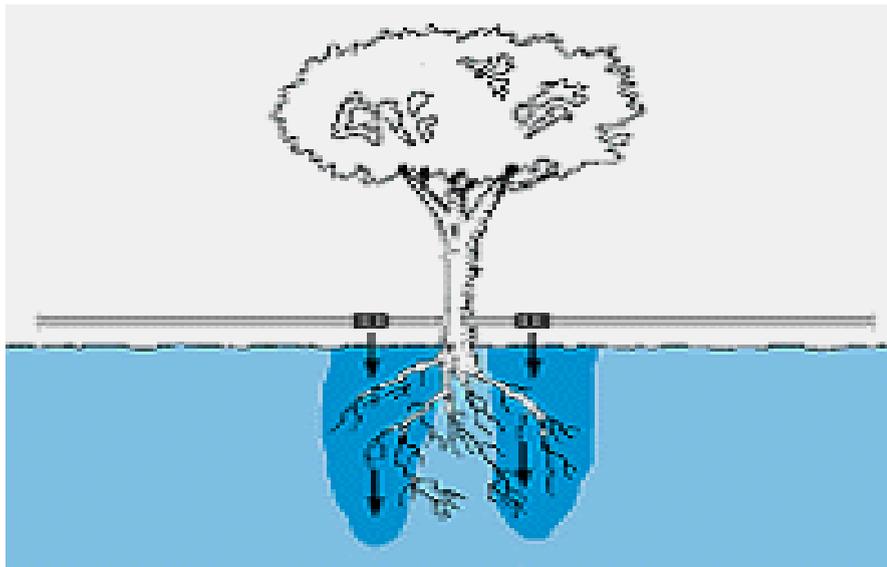


Figure II.2 : Zone humidifié par le goutteur

b)- Caractéristiques générales

On appelle irrigation localisée les systèmes qui consistent :

- à répartir l'eau d'irrigation sur la parcelle par un réseau de conduites à fixes sous faible pression ;
- à localiser l'apport d'eau au voisinage des plantes cultivées : seule une certaine fraction du volume du sol, exploitable par les racines, sera humidifiée.

Les débits apportés à chaque zone humidifiée sont faibles (quelques litres à quelques dizaines de litres par heure, selon les systèmes). L'irrigation s'effectue à faible dose et forte périodicité (souvent journalière).

Plusieurs techniques se sont développées :

- l'irrigation localisée par goutteurs.
- l'irrigation localisée par rampes perforées fixes.

L'irrigation localisée par aspersion (micro jet, micro-aspersion).

c- Les Avantages de la technique :

- Economie d'eau : l'eau est apportée directement et exclusivement au niveau des racines donc l'humidité au voisinage des racines restent élevée.
- Economie d'énergie : faible pression pour les goutteurs.
- Contrôle de la fertilisation : dosage régulier en engrais.
- Possibilité d'automatisation.

- Meilleure utilisation des sols difficiles : les sols très lourds sont difficiles à irriguer par aspersion ; et les sols très légers ne peuvent être irrigué avec les techniques d'irrigations de surface.
- Exploitation plus facile : ne gêne en rien les autres opérations culturales "traitement, récolte".
- Protection sanitaire plus efficace sur les feuillages : les produits phytosanitaires ne sont pas lessivés par l'irrigation.
- La non sensibilité aux vents forts.

d) -Les inconvénients

- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : étude préliminaire agro pédologique, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigation.
- Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages.
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.
- Le développement racinaire des cultures est limité : les racines se concentrent dans la zone humidifiée.
- Contrôle difficile des goutteurs

II-1-3- Composition de l'installation

a) Borne d'irrigation

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

La borne assure trois fonctions

b) Le vannage

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

c) La stabilisation des pressions

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

d) Limiteur de débit

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

e) La conduite principale

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

f) Porte rampes

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

g) Les rampes

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

h) les distributeurs

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

i) la pompe

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

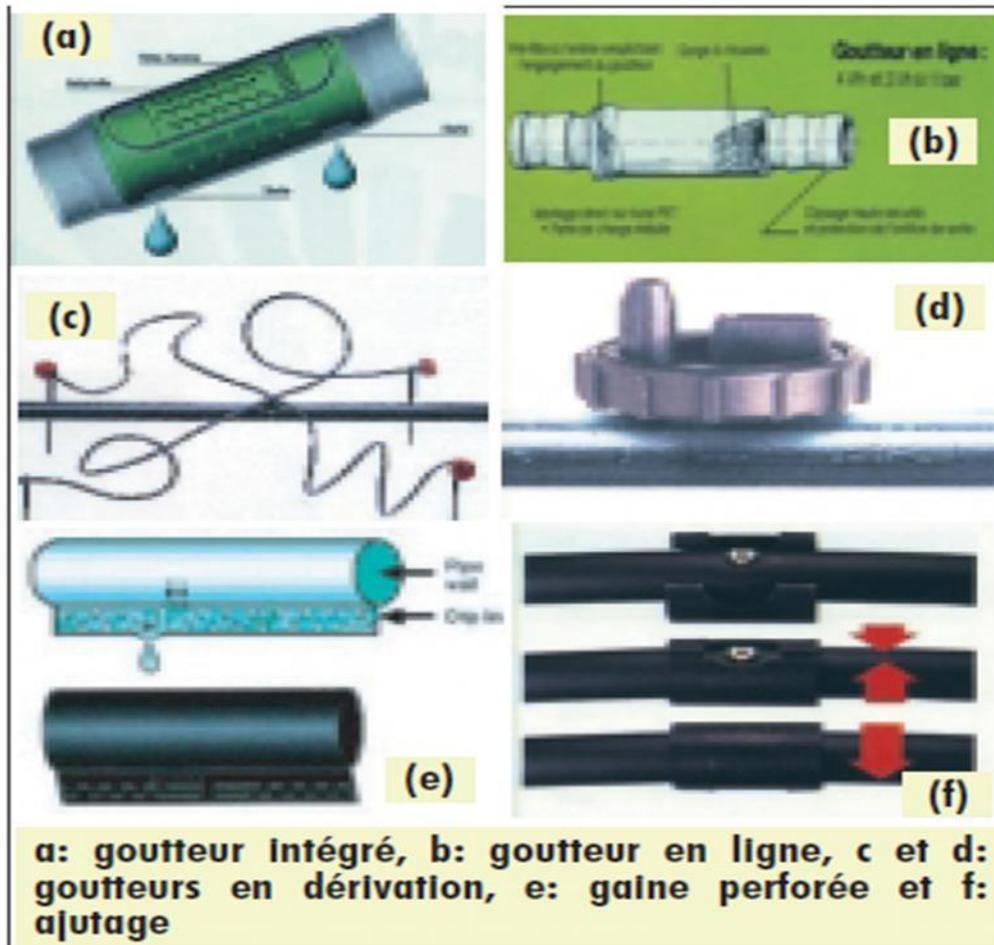


Figure II.3 : type goutteurs

II-1-4- Choix d'un distributeur dans l'irrigation en goutte à goutte

En irrigation localisée, le choix du goutteur est important car de lui va dépendre le bon fonctionnement hydraulique de l'installation, l'alimentation hydrique satisfaisante de la culture, la pérennité des équipements, le niveau de filtration et la qualité de maintenance à assurer. C'est la prise en compte d'un certain nombre d'éléments que permet à l'utilisateur de définir son choix d'une manière objective.

a) La qualité de l'eau

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs.

b) La nature du sol

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs.

c) la nature des cultures

Pour les cultures pérennes, telles qu'arbres fruitiers, vignes, ou l'installation est fixe les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés.

II-1-5- Paramètres de choix du système d'irrigation :

On distingue trois facteurs limitant :

- Facteur naturels : climat, sol, eau.
- Facteur cultural.
- Facteur économiques.

a- Climat**1. Température**

En hiver le système goutte à goutte ne permet pas la protection antigel. En été, l'évaporation intense condamne l'aspersion, tandis que le goutte à goutte et procédé Bas-Rhone sont très adaptés.

2. Le vent

Dans le cas du périmètre du Oued El Hachem, les vents sont très forts, ils ont des vitesses fréquentes, varient de 3.92 à 5.91 m/s.

3. L'évaporation

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

b) Sol

La rétention en eau diffère suivant le type de sol, le taux d'infiltration et la capacité de rétention sont spécifiques à chaque sol, la connaissance des conditions d'humidité est importante. Les sols limono sont caractérisés par une moyenne capacité de rétention et un taux d'infiltration élevé. Dans ces conditions, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est plus appropriée que l'irrigation de surface. Les sols argileux à faible taux d'infiltration offrent des conditions idéales à l'irrigation de surface. Quand le sol est hétérogène à l'intérieur d'un périmètre d'irrigation, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte assure une meilleure uniformité de distribution que l'irrigation de surface.

c) La pente

La totalité du périmètre n'est pas accidenté et qui représente des pentes inférieure à 0.42% donc ne présente aucune contrainte particulière.

d) Qualité chimique des eaux**1. Eau salée**

Le sel peut avoir un effet néfaste sur le matériel utilisé pour l'arrosage (conduite, asperseur, goutteurs ...), on utilise donc l'irrigation de surface qui permet d'avoir une répartition linéaire de sels et éviter le contact de l'eau avec les feuilles.

2. Eau non salée

Quand la qualité des eaux d'irrigation est bonne, l'irrigation par aspersion est adaptée sans risque, comme on peut envisager les autres modes d'irrigation.

Dans notre cas on a conductivité électrique moyenne : $CE = 0,15$ mmhos/cm et le $SAR = 9,22$ alors notre source d'eau est un source non salée on peut adapter sans risque tous les modes d'irrigation

e) Selon les contraintes techniques et socio-économique

1. Contraintes techniques

Il s'agit :

- Des dimensions et configurations des parcelles qui doivent correspondre aux paramètres linéaires de la technique d'arrosage.
- De la mise en œuvre et de l'entretien du système d'irrigation.
- Fiabilité du matériel utilisé.
- Possibilité d'automatisation du système d'arrosage.

2. Contrainte socio-économique

- Economie d'eau.
- Existence ou non d'une main d'œuvre qualifiée.
- Possibilité de créer des emplois.
- Fiabilité du matériel utilisé.
- Possibilité d'automatisation du système d'arrosage.

II-1-6- La problématique

Au terme de ce qu'on vient d'aborder, il s'avère que la disponibilité de la ressource en eau de notre région d'étude est de plus en plus compromise en raison des changements climatiques et de la sécheresse qui en résulte d'une part, ainsi que de la mauvaise gestion des fractions allouées au secteur agricole d'une autre part.

Des enquêtes sur le terrain prouvent que les agriculteurs continuent à puiser l'eau de la nappe qui est très sensible et vulnérable à cause de la surexploitation, même si l'état leur a fourni des bornes jusqu'à proximité de leurs périmètres.

C'est la raison pour laquelle une bonne gestion de la ressource hydrique devient plus qu'une nécessité à l'heure actuelle.

L'objet de ce sujet rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Oued El Hachem afin d'optimiser la ressource en eau et bien sur d'assurer les besoins en eau des cultures mises.

Conclusion

Dans ce chapitre on a abordé les techniques et les systèmes d'irrigation ainsi que le critère de choix de la technique appropriée à mettre en place. Dans notre étude étant donné que nous avons choisi les cultures arboricoles (l'olivier et le pêcher) nous avons opté pour l'irrigation goutte à goutte

CHAPITRE III :
Calcul de besoins en
eau des cultures
Et
Etude Hydrologique

Introduction

La quantité d'eau disponible pour l'irrigation détermine les types de cultures et de techniques d'irrigation praticables. La majeure partie de l'eau appliquée sur les cultures est perdue par évapotranspiration au niveau des surfaces végétales. Par conséquent, la quantité d'eau nécessaire pour les cultures est habituellement égale à celle perdue par évapotranspiration. Les besoins en eau nécessaire pour les cultures dépendent dans une large mesure de facteurs agricoles et climatiques et peuvent donc être estimés à partir des données météorologiques et climatologiques locales.

III.1. Données disponibles

La précipitation est l'élément essentiel pour le calcul du besoin en eau et on a pu avoir ces données grâce à des stations pluviométriques implantées dans la région. Pour notre cas, l'étude sera basée sur les données enregistrées au niveau de la station pluviométrique de Boukourdane qui est la plus proche dans la zone d'étude.

Les données pluviométriques recueillies au niveau de l'ANRH de la wilaya de BLIDA se présentent sous forme de totaux mensuels et annuels pour la période (1980–2012).

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de cette station pluviométrique prise en considération dans l'étude.

Tableau III.1: Caractéristiques de la station pluviométrique :

Nom de la Station	Code de la station	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Années D'observations	N
		X (km)	Y (km)			
Boukourdane	021427	532.45	355.75	130	1980-2012	33ans

Tableau III.2: Série des pluies à la station de Boukourdane (période : 1980/2012)

	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août	annuel
1980	4.9	35.9	38.5	250.1	40.6	80.9	58.4	55.9	37.4	1.3	0	2.2	606.1
1981	2	54.1	0.7	42.3	99.4	58.7	37.4	14.1	65.2	0.3	0	2.6	376.8
1982	38.9	80.4	215.6	104	0.1	80.1	38.7	3.2	0.8	0	7.3	4.3	573.4
1983	0	10.7	87.7	73.9	83	89	55.5	36.6	37.3	10	0	0	483.7
1984	12.7	151.3	93	119	75	111	147	21	87	6	0	0	823
1985	25	15	90	67	145	220	97	41	0	12	27	0	739
1986	50	83.5	93.3	176	63.8	115.9	11.4	0.2	6	2.5	7.7	2.5	612.8

1987	33.9	2.5	56.4	51.4	62.1	16.9	30	29.4	36.3	14	0	1.1	334
1988	34	9.3	85.9	117.1	46.8	35.6	68.8	55.8	11.9	4.5	0	3.1	472.8
1989	29.5	8.4	18.1	35	106.6	2.6	55.4	45.9	25.2	10	6.8	5.3	348.8
1990	1	20.7	39.5	105.3	40.4	79.7	57	41	27	11	0	2.3	424.9
1991	2.5	80.1	33.5	13.6	93.7	26	48.9	89	68	12.6	3.4	0	471.3
1992	0	5.7	89	63.5	0	48.3	15.2	43.8	12.4	0	2.7	0	280.6
1993	1.8	87	47.2	17.2	107	45.4	3.3	65	35	9	0	0	417.9
1994	85.4	26.9	50	78.7	98	79.8	72.5	20.2	36	8	0	15	570.5
1995	81.9	37	61.6	66.1	184.4	220.2	121.6	54.3	3.1	24.3	4.3	6.5	865.3
1996	45.8	78.5	91.8	178.6	85.6	17.4	4.6	135.6	38.9	2.9	7.1	17	703.8
1997	24.5	69.7	217.3	104.1	35.8	75	37.8	46.1	142.2	2.5	1.4	3.5	759.9
1998	31.7	33.7	56.8	51.3	164.1	178.4	146.3	8.3	4.6	10.2	0.1	16.7	702.2
1999	21.2	16.1	76.4	241.8	12.6	0.9	11	60	24.8	4.8	0.5	0.2	470.3
2000	32.8	79.3	160.9	113.1	253.3	41.5	5.3	59.8	37.7	0.3	0.2	1.2	785.4
2001	30.9	40.5	114.4	47.9	34.3	17.3	71	54.6	54.9	0.5	3.7	29.5	499.5
2002	18.8	20.3	56.4	25.7	99.3	68.1	11	35.2	12.3	0	3.4	0	350.5
2003	16.2	48.3	95.8	49.1	68.3	44.9	21.6	79.8	88.2	3.6	1	8	524.8
2004	45.1	30.7	97.4	105.5	61.6	126.7	77.5	17.4	1.7	0.6	0	0	564.2
2005	16.2	26.7	88.8	157.3	76.3	61.7	13.6	14.1	119.3	3.2	0	0	577.2
2006	14.5	0	80	232.4	14.1	59.3	56	71	1.6	0.5	0	0.6	530
2007	72.8	91.1	281.9	153.4	12.9	17.9	36.8	9	41.5	35.6	8.4	0	761.3
2008	46.6	50.3	85.8	95.7	105.5	8	47.9	64.1	21.8	0	0	2.6	528.3
2009	56.7	2	33.6	83.2	78.1	123.1	102.3	35.3	6.7	12.6	0	34.7	568.3
2010	32.6	135.9	111.7	41.2	73.4	82.6	26.1	82.7	84	16.3	0	0	686.5
2011	9.3	52.3	130.5	70.6	16.9	113.5	36.4	59.8	15.2	1.2	0.2	4.7	510.6
2012	0.4	29.3	132.9	14.1	74.8	85.8	48.6	90.1	21.8	3	1.5	2	504.3
	27.87	45.85	91.28	95.31	76.15	73.70	50.66	46.65	36.54	6.77	2.63	5.02	

III.2. Analyse des données

III.2.1. Homogénéisation

Avant de déterminer les différentes caractéristiques des précipitations, une vérification rigoureuse et détaillée des données est nécessaire, par l'utilisation du test de Wilcoxon qui servira pour le contrôle de l'homogénéité des séries de données des différentes stations.

Ce test consiste en :

Chaque série d'observations est divisée en deux échantillons (X_1, \dots, X_n) et (Y_1, \dots, Y_m) avec $n < m$ et n, m représentent les tailles des deux échantillons.

On classe la série (XUY) par ordre croissant en attribuant à chaque valeur son rang et sa série d'origine (X ou Y).

La condition pour que la série soit homogène est :

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

W_x : représente la somme des rangs des X_i

$$W_{\min} = \frac{n(n+m+1)}{2} - 1.96 \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}}$$

$$W_{\max} = \frac{n(n+m+1)}{2} + 1.96 \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}}$$

n : Taille de l'échantillon X ;

m : Taille de l'échantillon Y ;

Les résultats des tests de Wilcoxon appliqués à la station pluviométrique sont donnés comme:

Tableau III.3: Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Boukourdane

annuel	série x	série y	range		série d'origine
606.1	606.1	702.2	1	280.6	X
376.8	376.8	470.3	2	334	X
573.4	573.4	785.4	3	348.8	X
483.7	483.7	499.5	4	350.5	Y
823	823	350.5	5	376.8	X
739	739	524.8	6	417.9	X
612.8	612.8	564.2	7	424.9	X
334	334	577.2	8	470.3	Y
472.8	472.8	530	9	471.3	X
348.8	348.8	761.3	10	472.8	X
424.9	424.9	528.3	11	483.7	X
471.3	471.3	568.3	12	499.5	Y
280.6	280.6	686.5	13	504.3	Y
417.9	417.9	510.6	14	510.6	Y
570.5	570.5	504.3	15	524.8	Y
865.3	865.3		16	528.3	Y
703.8	703.8		17	530	Y
759.9	759.9		18	564.2	Y
702.2			19	568.3	Y
470.3			20	570.5	X
785.4			21	573.4	X

499.5			22	577.2	Y
350.5			23	606.1	X
524.8			24	612.8	X
564.2			25	686.5	Y
577.2			26	702.2	Y
530			27	703.8	X
761.3			28	739	X
528.3			29	759.9	X
568.3			30	761.3	Y
686.5			31	785.4	Y
510.6			32	823	X
504.3			33	865.3	X

- ✓ $n = 18$
- ✓ $m = 15$
- ✓ $W_x = 291$
- ✓ $W_{min} = 251.8$
- ✓ $W_{max} = 360.2$

La condition du test $W_{min} < W_x < W_{max}$ est vérifiée, la série de données de la station pluviométrique de Douar Makli est homogène.

D'après les résultats obtenus on peut conclure que la série d'observation de la station de Boukourdane est représentative vue que l'erreur sur les paramètres statistiques ne dépassent pas les seuils tolérés.

III.2.2. Etude fréquentielle des pluies annuelles

III.2.2.1. Ajustement à la loi de Gauss

La méthode de Gauss consiste à :

- ✓ Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.
- ✓ Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N} \dots (3.1)$$

Avec : n : Numéro d'ordre.

N : Nombre d'années observées.

On doit calculer :

$$\text{La moyenne arithmétique : } \bar{X} = \sum \frac{X_i}{n} \dots (3.2)$$

L'écart type :
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \text{ Pour } n \geq 30 \dots (3.3)$$

La variable réduite de Gauss :
$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \dots (3.4)$$

Le coefficient de variation :
$$C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} \dots (3.5)$$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYDROLAB

Tableau III.4: Les résultats du calcul sont pour l'ajustement à la loi de GAUSS :

Ajustement à une loi de Gauss								
Taille n= 33		Moyenne= 558.424242		I.C. à (en%)= 95			U Gauss= 1.9604	
		Ecarttype= 149.941532						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
606.1	280.6	1	0.0152	-2.167	280.6	233.568393	114.081926	312.88329
376.8	334	2	0.0455	-1.691	334	304.873918	204.5049	373.888983
573.4	348.8	3	0.0758	-1.434	348.8	343.338153	252.648834	407.429996
483.7	350.5	4	0.1061	-1.248	350.5	371.31088	287.280197	432.203184
823	376.8	5	0.1364	-1.097	376.8	393.960977	315.032811	452.551667
739	417.9	6	0.1667	-0.967	417.9	413.376332	338.579981	470.236105
612.8	424.9	7	0.1970	-0.852	424.9	430.623118	359.283139	486.159252
334	470.3	8	0.2273	-0.748	470.3	446.325571	377.93664	500.852416
472.8	471.3	9	0.2576	-0.651	471.3	460.884416	395.04808	514.659008
348.8	472.8	10	0.2879	-0.559	472.8	474.574964	410.964067	527.817086
424.9	483.7	11	0.3182	-0.472	483.7	487.596797	425.93386	540.501235
471.3	499.5	12	0.3485	-0.389	499.5	500.101289	440.144554	552.845827
280.6	504.3	13	0.3788	-0.308	504.3	512.207959	453.741937	564.958889
417.9	510.6	14	0.4091	-0.229	510.6	524.014794	466.843594	576.930932
570.5	524.8	15	0.4394	-0.152	524.8	535.60513	479.547561	588.840894
865.3	528.3	16	0.4697	-0.076	528.3	547.052498	491.938338	600.760431
703.8	530	17	0.5000	0.000	530	558.424258	504.091286	612.757231
759.9	564.2	18	0.5303	0.076	564.2	569.795987	516.088054	624.910147
702.2	568.3	19	0.5606	0.152	568.3	581.243355	528.007591	637.300923
470.3	570.5	20	0.5909	0.229	570.5	592.833691	539.917553	650.004891
785.4	573.4	21	0.6212	0.308	573.4	604.640526	551.889595	663.106548
499.5	577.2	22	0.6515	0.389	577.2	616.747196	564.002658	676.703931
350.5	606.1	23	0.6818	0.472	606.1	629.251687	576.34725	690.914624
524.8	612.8	24	0.7121	0.559	612.8	642.273521	589.031399	705.884418
564.2	686.5	25	0.7424	0.651	686.5	655.964069	602.189476	721.800405
577.2	702.2	26	0.7727	0.748	702.2	670.522914	615.996069	738.911845
530	703.8	27	0.8030	0.852	703.8	686.225366	630.689233	757.565346
761.3	739	28	0.8333	0.967	739	703.472153	646.61238	778.268504
528.3	759.9	29	0.8636	1.097	759.9	722.887508	664.296817	801.815674
568.3	761.3	30	0.8939	1.248	761.3	745.537605	684.645301	829.568287
686.5	785.4	31	0.9242	1.434	785.4	773.510331	709.418489	864.199651
510.6	823	32	0.9545	1.691	823	811.974567	742.959502	912.343585
504.3	865.3	33	0.9848	2.167	865.3	883.280092	803.965195	1002.76656

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	432.254933	361.230662	487.677147	432.25	0,000	0,1
0.5	0,000	558.424258	504.091286	612.757231	558.42	0,000	0,2
0.8	0,001	684.593552	629.171338	755.617823	684.59	0,001	0,5

Ajustement à une loi Normale

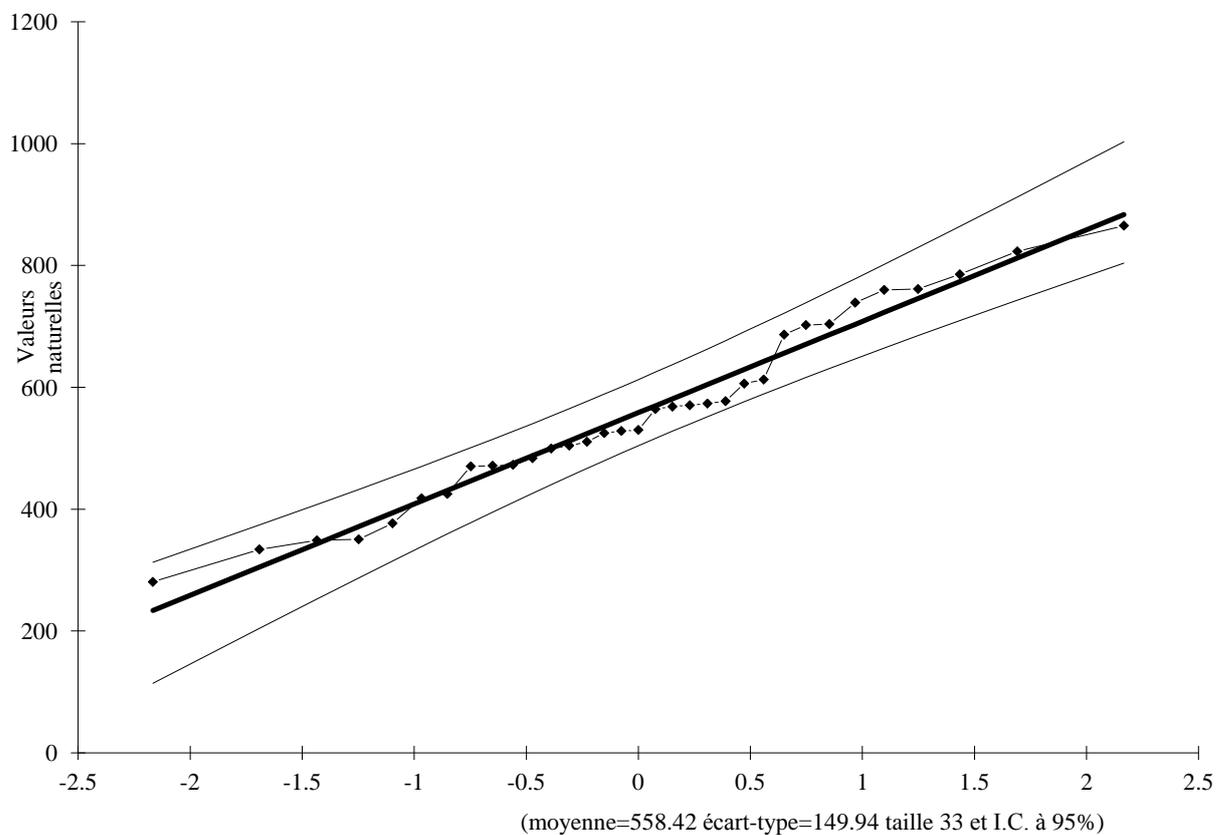


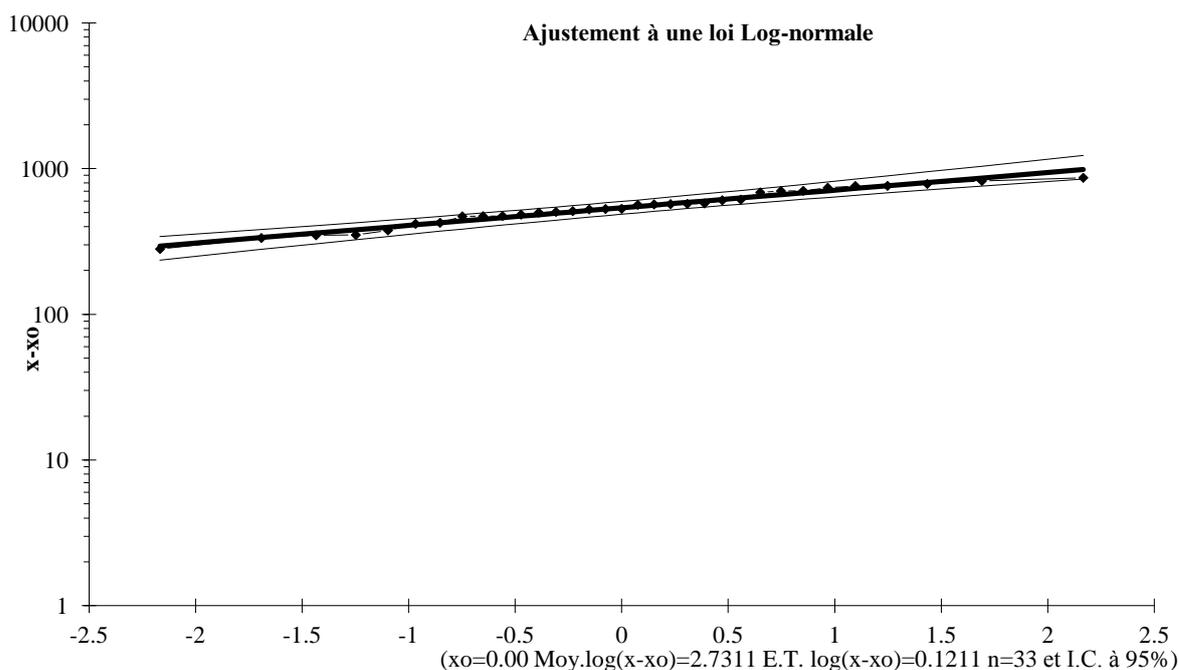
Figure III.1 : ajustement à la loi normale

III.2.2.2. Ajustement à une loi Log-normale

Ajustement à une loi Log-normale								
Taille	Moy.log(x- xo)=		I.C. à (en%)=			U		
n= 33	2.731122073		95			Gauss= 1.960		
xo= 0	E.T. log(x- xo)=							
0.121086109								
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
606.1	280.6	1	0.015	-2.167	280.6	294.295	235.663	341.06262
376.8	334	2	0.045	-1.691	334	336.021	278.813	382.03188
573.4	348.8	3	0.076	-1.434	348.8	360.934	304.924	406.61729
483.7	350.5	4	0.106	-1.248	350.5	380.205	325.206	425.78618
823	376.8	5	0.136	-1.097	376.8	396.56	342.429	442.20545
739	417.9	6	0.167	-0.967	417.9	411.138	357.755	456.98849
612.8	424.9	7	0.197	-0.852	424.9	424.537	371.796	470.72155
334	470.3	8	0.227	-0.748	470.3	437.115	384.918	483.75963
472.8	471.3	9	0.258	-0.651	471.3	449.111	397.362	496.33993
348.8	472.8	10	0.288	-0.559	472.8	460.69	409.298	508.63366
424.9	483.7	11	0.318	-0.472	483.7	471.982	420.851	520.77275
471.3	499.5	12	0.348	-0.389	499.5	483.084	432.12	532.865
280.6	504.3	13	0.379	-0.308	504.3	494.083	443.185	545.00334
417.9	510.6	14	0.409	-0.229	510.6	505.05	454.115	557.27204
570.5	524.8	15	0.439	-0.152	524.8	516.053	464.97	569.75115
865.3	528.3	16	0.470	-0.076	528.3	527.156	475.807	582.52007
703.8	530	17	0.500	0.000	530	538.421	486.682	595.66074
759.9	564.2	18	0.530	0.076	564.2	549.927	497.661	609.27468
702.2	568.3	19	0.561	0.152	568.3	561.759	508.814	623.47547
470.3	570.5	20	0.591	0.229	570.5	573.997	520.208	638.37891
785.4	573.4	21	0.621	0.308	573.4	586.738	531.918	654.12213
499.5	577.2	22	0.652	0.389	577.2	600.097	544.035	670.87172
350.5	606.1	23	0.682	0.472	606.1	614.213	556.668	688.83532
524.8	612.8	24	0.712	0.559	612.8	629.267	569.953	708.27897
564.2	686.5	25	0.742	0.651	686.5	645.492	584.07	729.55391
577.2	702.2	26	0.773	0.748	702.2	663.205	599.259	753.1402
530	703.8	27	0.803	0.852	703.8	682.855	615.857	779.7216
761.3	739	28	0.833	0.967	739	705.109	634.365	810.32365
528.3	759.9	29	0.864	1.097	759.9	731.03	655.571	846.592
568.3	761.3	30	0.894	1.248	761.3	762.477	680.852	891.42731
686.5	785.4	31	0.924	1.434	785.4	803.186	712.949	950.72012
510.6	823	32	0.955	1.691	823	862.736	758.83	1039.7564
504.3	865.3	33	0.985	2.167	865.3	985.057	849.983	1230.1361

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	425.827155	373.1447	472.0520265	425.83	0,000	0,1
0.5	0,000	538.4211172	486.6819	595.6607399	538.42	0,000	0,2
0.8	0,001	680.7862761	614.1215	776.9030606	680.79	0,001	0,5

Figure III.2 : ajustement à la loi log-normal



Conclusion

Le test de Khi carré et les Figure II.1 ; Figure II.2 montrent que la loi de GUAUSS présente une adéquation meilleure que la loi Log Normale

III.3.détermination de l'année de calcul

La détermination de l'année de calcul à pour but de connaitre la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%)

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

$$P_{moy80\% \text{ de chaque mois}} = P_{moy \text{ de chaque mois}} \cdot \frac{P_{théorique (80\%) annuelle}}{P_{théorique(50\%) annuelle}}$$

$$P_{théorique 80\% \text{ de chaque mois}} = 432.25 \text{ mm}$$

$$P_{théorique 50\% \text{ de chaque mois}} = 558.42 \text{ mm}$$

P_{moy} De chaque mois sont données par le tableau suivant :

Tableau III.6: Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	Se p	Octo	Nov	Dec	Jan	Fev	mar	Avr	Mai	jui	juil	Aou	Année
P_{mm}	$\frac{29.9}{9}$	45.9	91.3	95,3	76.1	73.7	50.7	46.6	36.5	6.8	2.6	5	554.8

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau III.7. L'Année de calcul.

Mois	Sep	Octo	Nov	dec	Jan	Fev	mar	Avr	mai	jui	juil	Aou	Année
P ^{80%} mm	21.57	35.49	70.66	73.77	58.94	57.05	39.22	36.11	28.28	5.24	2.03	3.88	432.24

III.4. Calcul des Besoins en eau

Les cultures pour se développer, puisent du sol, l'eau et les éléments nutritifs, 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 constitue 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.

Le besoin en eau d'irrigation ou la consommation en eau de la culture définie comme la hauteur d'eau (mm) consommé par l'évapotranspiration de la culture. Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ET0) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de sorte que le taux d'évapotranspiration (mm/j) représente les conditions climatiques locales.

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture dans le calendrier agronomique, pour cela il faut déterminer :

III.4.1. Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration

III.4.1.1. L'évapotranspiration potentielle de référence (ET0) :

C'est l'évapotranspiration maximale (c.a.d le sol est à sa capacité de retentions) d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977). [3]

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise une méthode basée sur des variables climatiques, parmi les plus communément employé sont :

- Méthodes de lysimètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont :

- Priestley-Taylor
- Makkink
- Turc
- Hargreaves
- Blaney-Cridle
- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée

Sur la base des résultats de plusieurs études, notamment celle de Jensen (1990), la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des besoins en eau des cultures (Smith 1992), a conduit à recommander la méthode de Penman Monteith modifiée comme méthode privilégiée d'estimation de ET₀ du gazon.

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

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

Avec :

ET₀ : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

W : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

Rn : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/j

F(u) : fonction liée au vent

E_a : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars

E_d : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars

(e_a-e_d) : constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de Penman et Montheit modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en MAI 1990.

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités on cite:

- L'évapotranspiromètre
- Les stations expérimentales
- Méthode de bilan hydrique
- Formules empiriques

Il existe plusieurs formules empiriques parmi les quelles :

- Formule de BLANEY-CRIDDLE
- Formule de TURC
- Formule de PENMAN

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0, Qui est base sur la méthode de M^r Penman et Montheit modifiée

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique : à savoir :

- Les températures moyennes en °C
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m/s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo sont représentés dans le tableau III.8.

Tableau III.8. Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode De Penmann- Montheih, exprimée en mm/jour.

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country: Station: Boukourdene

Altitude: 110 m. Latitude: 2.17 °N Longitude: 36.30 °E

Month	Avg Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ETo
	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	11.5	64	120	5.4	16.8	2.61
February	12.1	62	135	6.2	18.8	2.96
March	14.3	68	114	7.4	21.1	3.26
April	15.9	65	108	8.1	21.8	3.50
May	19.4	71	106	8.6	21.5	3.66
June	23.8	79	120	10.0	22.7	4.15
July	26.7	80	109	10.6	23.8	4.67
August	26.8	70	96	9.8	23.7	4.83
September	23.4	71	92	8.4	22.4	4.25
October	20.1	76	96	7.2	20.4	3.57
November	15.7	79	87	5.5	17.1	2.69
December	12.9	78	110	5.0	16.0	2.36
Average	18.6	72	108	7.7	20.5	3.54

III.4.2. Calcul de l'évapotranspiration réelle

- L'évapotranspiration réelle : s'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural. Kc

$$ETR = ETo * Kc$$

III.4.3. La pluie efficace

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations qui contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur etc...

Ces pertes sont estimées de 20 % de la pluie tombée .Pour l'appréciation de la pluie efficace

$$\text{Pluie efficace } (P_{\text{eff}}) = 80 \%$$

Tableau III.9.Précipitation efficace dans la zone d'étude.

Mois	Pluie Mm	pluie eff Mm
Jan	58.94	47.15
fév.	57.05	45.64
Mars	39.22	31.38
Avril	36.11	28.89
May	28.28	22.62
Juin	5.24	4,19
juil.	2.03	1,62
Aout	3.88	3,1
Sept	21.57	17.26
oct.	35.49	28.39
nov.	70.66	56.53
déc.	73.77	59.02
Total	432.24	345.79

III.4.4.Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures :

Les besoins d'irrigation sont déterminés par le bilan hydrique suivant:

$$B = ETR - (Pe_{ff} + RFU)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}).Da.Z$$

Y : degré de tarissement

Da : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H_{cc} : humidité à la capacité au champ

H_{pf} : humidité au point de flétrissement

Pe_{eff} : pluie efficace

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

III.4.4.1.L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ET_c) :

L'évapotranspiration d'une culture, se calcule en multipliant l'évapotranspiration de référence ET₀ par un coefficient cultural, K_c.

$$ET_c = K_c \times ET_0$$

Avec :

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

A partir de l'abaque N°3 des caractéristiques hydriques du sol et l'abaque N°4 des valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures on tire la réserve utile et l'humidités pondérales (à la rétention H_{cc}, du flétrissement H_{pf}) selon la texture de sol.

Pour les sols limono-argileux.

Pour le pêcher :

RU=190 mm/m, on prend la profondeur d'enracinement 1m on trouve RU=190 mm. Donc

RFU=120mm

Tableau III.10 : Calcul du bilan hydrique de l'olivier

olivier	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	80.91	85.84	101.06	105	113.46	124.5	144.77	149.73	127.5	110.67	80.7	73.16
KC	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65
ETM	52.59	55.8	65.69	68.25	73.75	87.15	101.34	104.81	89.25	77.47	52.46	47.55
P	47.2	45.6	31.4	28.9	22.6	4.2	1.6	3.1	17.3	28.4	56.5	59
RFU	120	114.6	104.4	70.1	30.7	0	0	0	0	0	0	4.1
B	114.6	104.4	70.1	30.7	-20.4	-83	-99.7	-101.7	-72	-49.1	4.1	15.6

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 06mois (mai, juin, juillet. août, septembre et Octobre), donc on calcule le besoin pour cette période.

Tableau III.11 : Calcul du bilan hydrique pour le pêcher

pêcher	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	80.91	85.84	101.06	105	113.46	124.5	144.77	149.73	127.5	110.67	80.7	73.16
KC	0.78	0.72	0.5	0.5	0.58	0.73	0.89	0.95	0.95	0.95	0.91	0.85
ETM	63.11	61.8	50.53	52.5	65.81	90.89	128.85	142.24	121.13	105.14	73.44	62.19
P	47.2	45.6	31.4	28.9	22.6	4.2	1.6	3.1	17.3	28.4	56.5	59
RFU	120	104	87	67	43.4	0.2	0	0	0	0	0	0
B	104	87	67	43.4	0.2	-86.5	-127.2	-139.1	-103.9	-76.7	-16.9	-3.2

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 07 mois (juin, juillet, août, septembre, Octobre, novembre et Décembre), donc on calcule le besoin pour cette période.

Tableau III.12 : Calcul du bilan hydrique pour le vigne

vigne	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	80.91	85.84	101.06	105	113.46	124.5	144.77	149.73	127.5	110.67	80.7	73.16
KC	0.2	0.25	02.5	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8	0.65	0.5	0.35	0.2
ETM	16.18	21.46	25.27	31.5	56.73	87.15	115.82	119.87	82.88	55.34	25.28	14.63
P	47.2	45.6	31.4	28.9	22.6	4.2	1.6	3.1	17.3	28.4	56.5	59
RFU	120	151	175.2	181.3	178.7	141.6	61.6	0	0	0	0	28.3
B	151	175.2	181,3	178.7	141.6	61.6	-52.6	-116.7	-65.69	-26.9	28.3	72.7

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 04 mois (juillet-octobre), donc on calcule le besoin pour cette période.

III.4.4.2.. Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures pour les différents secteurs

Tableau III.13: Besoin en eau d'irrigation des cultures de la plaine d'Oued El Hachem

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
olivier	0	0	0	0	20.4	83	99.7	101.7	72	49.1	0	0
Vigne	0	0	0	0	0	0	52.6	116.7	65.69	26.9	0	0
pêchers	0	0	0	0	0	86.5	127.2	139.1	103.9	76.7	16.9	3.2
totale	0	0	0	0	20.4	169.5	257.5	357.5	241.59	152.7	16.9	3.2

III.5.Calcul du débit spécifique

III.5.1.Débits spécifiques

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ces débits spécifiques sont définis par la formule et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$q = \frac{B_m}{T * t * 0.36 * K} \text{ en } (l / s / ha).$$

B_m : Besoins mensuels maximum net en m³/ha.

T : Temps d'irrigation par jour $\approx 24h / j$.

t : Durée d'irrigation en jours = 31 jours.

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation $\approx 0,75$

Tableau III.14 : Débits spécifiques

Modèles	Mois de pointe	Besoin (mm/mois)	Débit de pointe (l/s/ha)
Pêchers	Aout	139,1	0.69
Vigne	Aout	116.7	0.58
Olivier	Aout	101,7	0,51

Le débit de pointe pris en considération pour le calcul hydraulique des canalisations est celui de la culture la plus exigeante **0.69 l/s/ha**, correspondant au mois de Aout .

Tableau III.15 : Les besoins totaux en m^3

Les cultures	Besoins annuels (mm)	Superficiés occupées (ha)	Besoins annuels (m^3/ha)
Vigne	261.89	40	3491.87
Pêcher	553.5	40	7380
Olivier	425.5	40	5673.33
Le besoins annuels total		120	16545.203

III.5.2. Comparaison entre le volume de la retenue et les besoins des cultures

Le volume d'eau stocké dans la retenue est d'environ **50 Mm^3** , et le besoin total des secteurs est de **434360 m^3** Donc on remarque que la retenue est capable de satisfaire les besoins de notre périmètre sans problème.

Conclusion

Cette étude a pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année.

Ces derniers sont importants pour nous indiquer si la quantité d'eau est suffisante pour nos cultures. donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau du barrage est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre.

CHAPITRE IV :

**Calcul et
dimensionnement du
réseau d'irrigation**

Introduction

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

IV-1- Réseau de distribution

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

IV-1-1- Ilots d'irrigation

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

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

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

IV-1-2- Trace de distribution

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

a) Implantation des bornes d'irrigation

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

b) Débit de la borne d'irrigation

Le calcul des besoins en eau (Chapitre III) montre que le débit de la borne d'irrigation est déterminé pour la culture la plus exigeante, permet de laisser une totale liberté aux agriculteurs. Pour toutes les parcelles, la culture la plus exigeante est pêcher. Le débit est $q = 0.69 \text{ l/s/ha}$ (déjà calculé dans la chapitre 3).

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

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

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

Les éléments et les hypothèses suivantes :

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

IV-1-4- Equipements

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

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

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

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

IV-2- Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte**IV-2-1- Calcul des besoins****a) Pour le Pécher**

D'après le tableau n°12 le mois de pointe est le mois de Aout B=139.1mm.

1) les besoins journaliers

En eau d'irrigation localisée pour le pommer sont calculés par les formules suivantes :

B_j = Besoin du mois de pointe (mm).

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

$$B_j = \frac{139.1}{26} = 5.35 \text{ mm/j}$$

2) Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r

$$K_r = C_S + 0,5 (1 - C_S), \text{ (Freeman et Garzoli)}$$

C_S : Couverture du sol ; pour le l'abricotier : $C_S = 60 \%$

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

D'où :

$$B_{jL} = B_j \times K_r \qquad B_{jL} = 0,8 \times 5.35 = 4.28 \text{ mm/j}$$

$$b_{brut} = (b_{net.r})/E = D_{brut} = 4.28/0.9 = 4.76 \text{ mm}$$

3) La dose d'irrigation nette pratique

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

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

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-argileux.

On a les caractéristiques hydriques pour une telle texture sont:

$$HCC = 0,27 ; \quad HPF = 0,15$$

$$Y = 2/3$$

$$Z = 1000 \text{ mm}$$

En prend : $P = 40 \%$ (Annexe n° II)

$$AN : D_{nette} = (0,23 - 0,12) \times 0,67 \times 1000 \times 0,4 = 32,4 \text{ mm/mois.}$$

$$D_{Nette} = 32,4 \text{ mm}$$

4) La dose d'irrigation brute

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

$$D_{brut} = \frac{D_{net.r}}{E}$$

Avec :

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

Donc :

$$D_{brut} = \frac{32,4}{0,9} = 36 \text{ mm/mois}$$

5) Fréquence des arrosages :

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$$f = \frac{D_{nette}}{ETMr} = \frac{32,4}{4,28} = 7,57 \text{ jours} \approx 8 \text{ jours}$$

6) la durée d'arrosage :

$$d = \frac{b_{brut} \times E_R \times S_r}{q} = 72 \text{ h}$$

Avec :

E_R : L'espaceur des distributeurs sur la rampe ;

S_r : L'écartement entre les rampes ;

qg: Débit du distributeur en l/h.

7) la durée d'arrosage journalier(h) :

$$d_t = \frac{d}{f} = \frac{72}{8} = 9 \text{ h/jour}$$

8) Calcul du nombre de postes :

Le nombre de goutteurs par rampe sera calculé comme suit . on prend postes

9) Surface d'un poste :

$$S(P) = \frac{S(t)}{N(p)} = \frac{40}{2} = 20 \text{ ha}$$

- Surface de poste

On divise la surface de poste on sous poste :

- $S(t)$: Surface totale en ha.
- $N(p)$: Nombre de poste.

10) Surface correspondant à une rampe

Al = longueur moyenne de la rampe □ espacement entre les rampes

$$Al = 200 * 4 = 800 \text{ m}^2.$$

$$\text{Donc : } Al = 800 \text{ m}^2.$$

Tableau IV.1 : Données générales

Culture	Pécher
Espacement entre arbres	4 m
Espacement entre rangs	4 m
Caractéristique de goutteur	4 l/h
Pression nominal	10 mce
Espacement des goutteurs	1 m

IV-2-2 Calcule les paramètres

a)- Nombre de rampes par postes

$$N_r = \frac{S_{(p)}}{Al} = \frac{40000}{800} = 50 \text{ rampes}$$

Avec :

S (p) : Surface du poste en m².

Al : Surface correspondant à une rampe en m².

1) Nombre de goutteurs par rampe

$$N = \frac{L}{E} = 100$$

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit :

Lr : longueur de la rampe → Lr = 200 m.

Er : espacement entre les cultures.

Tableau IV.2 : Calculs des paramètres pour les cultures

Paramètres	D	N (p)	S (p)	Al	N(r)	Ng
pécher	9	24	4	800	50	100

b)- Calcul débit d'une rampe

La position de porte rampe :

L'alimentation des rampes se fait au milieu de la parcelle d'une rampe.

Longueur de la rampe = 200 m.

Nombre de goutteur dans la rampe = 100 goutteurs.

$$Q_r = N_g \cdot q_g$$

$$Q_r = 100 * 4 = 400 \text{ l/h} = 0.111 \text{ l/s}$$

débit d'une rampe: $Q_r = 0.111 \text{ l/s}$

Débit de porte rampe : $Q_{port} = Q_r \cdot N_R = 0.111 * 5 = 5.56 \text{ l/s}$

$Q_{port} = 5.56 \text{ L/S}$

c)- Calcul des diamètres des portes rampes, rampes

$$\varnothing (\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(\text{r}) \times 2,75}{0,478 \times \text{Q}(\text{r})^{1,75} \text{L}(\text{r})} \right]^{\frac{1}{4,75}}$$

Avec :

P.d.c (r) : La perte de charge dans la rampe ;

Q(r) : Le débit de la rampe en l/h ;

L(r) : La longueur de la rampe en m.

Les vitesses admises sont comprise entre 0.5 m/s et 1.5 m/s.

On détermine le diamètre des conduites selon la condition des pertes de charges :

Si on admet que pour chaque rampe on a besoin d'une pression égale à 1bar. Et qu'on assimile les portes rampes à des rampes, la règle de Christiansen nous indique que les pertes de charges ne doivent pas dépasser 10 % de la pression de service ce qui correspond à (2 mce).

Pour cette assimilation on doit introduire la notion de la longueur équivalente. Dans une canalisation assurant un service en route :

L : La longueur de la conduite (m).

Q : Débit (l/h).

P_{dc} : perte de charge à la porte rampe.

$$\text{Règle de Christiansen : } \frac{q}{q_g} = x \cdot \frac{\Delta H}{H_n}$$

Avec :

q_g : Débit d'un goutteur.

H_n : Pression nominale.

$$x = 0.5 \text{ et } 0.1 = 0.5 \cdot \frac{\Delta H}{10} \quad H_n \text{ si la pression nominale } H=10 \text{ m de CE} = 1\text{bars.}$$

$$\text{AN : } 0.1 = 0.5 \cdot \frac{\Delta H}{10} \quad \text{d'où} \quad \Delta H = 2 \text{ mce}$$

Parte de charge singulière = 10 % de ΔH

$$\Delta H (\text{sing}) = 2 \times 0,1 = 0,2 \text{ mce}$$

$$\Delta H (\text{sing}) = 0,2 \text{ mce}$$

$$\Delta H \text{ (linéaire)} = 1,8 \text{ mce}$$

$$\Delta H \text{ (linéaire)} = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce}$$

- Perte de charge linéaire = 1/3 pour les rampes.
- Perte de charge linéaire = 2/3 pour le porte rampe.
- On recalculera les pertes de charge des rampes :

$$j_{PEBD} = 0,478 \cdot D^{-4,75} \cdot L_r \cdot Q^{1,75} \cdot (2,75)^{-1}$$

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Remarque : la porte rampe est placée dans le milieu.

Tableau IV.3 : Caractéristiques des rampes

Cultures	L_r (m)	N_r	Q_r (l/s)	ΔH (m)	D_{cal} (mm)	D_n (mm)	Pdh
Abricotier	200	50	0,111	1.2	18.47	20	0.62

Tableau IV.4 : Caractéristiques de la porte rampe

Cultures	L_{pr} (m)	N_{pr}	Q_r (l/h)	Q_{pr} (l/s)	ΔH (m)	D_{cal} (mm)	D_n	Pdh
l'abricotie	200	12	20000	5.56	0.6	90.31	11	0.38

d)- Conduite d'approche

1- Composition de la conduite d'approche

La conduite secondaire est composée de :

- ❖ 2 Vannes.
- ❖ Filtre à sable.
- ❖ Débit mètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du volume de bêche.
- ❖ Régulateur de pression.
- ❖ Fertiliseur.

2- Les caractéristiques de la conduite

❖ Le débit

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

Avec :

Q_{app} : Débit de la conduite d'approche.

Q_{pr} : Débit de la porte rampe.

Npr Nombre des portes-rampes.

❖ **Le diamètre**

$$D_{app} = \sqrt{\frac{4Q_{app}}{\pi V}}$$

D'où :

D : diamètre de la conduite d'approche.

V : vitesse de l'eau dans la conduite d'approche on suppose $V = 1.5 \text{ m/s}$.

❖ **La perte de charge**

on applique la formule de "Tison"

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \cdot L$$

Avec :

J : la perte de charge.

D : diamètre de la conduite d'approche.

Q : débit d'eau dans la conduite d'approche.

L : la longueur de la conduite d'approche.

Tableau IV.5 : Les caractéristiques de la conduite secondaire

Tronçons	Qpr (l/s)	Npr	Qapp (l/s)	V (m/s)	Dapp (mm)	Dnor (mm)	Lca (m)	J (m.c.e)
1	5.56	4	22.24	1.5	137	160	200	1.52
2	5.56	5	27.8	1.5	154	160	200	0.74
3	5.56	3	16.68	1.5	119	125	200	0.64

IV-3-Dimensionnement de conduit principale :

IV-3-1- Les données

Le débit de la conduite principale est en fonction de besoin de pointe des cultures de périmètre qui a une superficie de 40 ha.

$$Q_{cp} = 99.36 \text{ m}^3/\text{h}.$$

La longueur de la conduite principale $L_{cp} = 570 \text{ m}$.

IV-3-2- Calcul de diamètre de la conduite principale

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite principale est :

$$D_{cp} = \sqrt[3]{Q} \quad \text{Pour les longueurs} < 1000\text{m}$$

Q ; débit en m³/s

$$\varnothing = \sqrt[3]{0.0276} = 166 \text{ mm}$$

On choisit un diamètre commercialisable de **200 mm**.

❖ **La perte de charge**

Elle est donnée toujours par la formule suivante :

$$J (\text{lin}) = \frac{0,478}{2,75} \cdot 200^{-4,75} \cdot 95040^{1,75} \cdot 110 = 0.62 \text{ m.c.e.}$$

Les pertes de charges singulières sont de 20% les pertes de charges linières :

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = **0.744** m.c.e.

❖ **La vitesse**

La vitesse dans la canalisation principale est donnée par :

$$Q = V.S$$

$$V = \frac{Q}{S} ; S = \frac{\pi d^2}{4} . \quad V = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$V = 0.88$ m/s ($0.8 \leq V \leq 1.2$). Acceptable.

Tableau IV.6 : Caractéristiques de la conduite principale du réseau

	Longueur (m)	P d h	Vitesse(m/s)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)
Conduite principale	570	0,744	0.88	200	27,6

IV-4- Volume de la bêche d'eau

Le volume du réservoir dépend des besoins des cultures par jour. Donc il faut calculer le besoins de culture :

$$V_b = Q_p \times T \times N_p$$

- Q_p : Débit de porte rampe = 20.02 m³/h.
- T : durée d'arrosage : 9 h.
- N nombre de postes irrigués par jour = 2 postes.

$$\text{Donc : } V = 20.02 \times 2 \times 9 = 360 \text{ m}^3$$

On prend le volume totale est 240 m^3 avec les dimensions suivantes :

- La hauteur $h = 4 \text{ m}$.
- La surface $9 \text{ m} \times 10 \text{ m}$
- On a alimenté notre bêche d'eau à partir d'un piquage par la conduite d'adduction.

IV -5- Adduction

Le débit de la conduite principale est en fonction de besoin de pointe des cultures de tous le périmètre qui a une superficie de 120 ha .

$$Q_{cp} = 298.08 \text{ m}^3/\text{h}.$$

La longueur de la conduite principale $L_{cp} = 3140 \text{ m}$.

a)- Calcul de diamètre

D'après la formule (IV.1) de le diamètre est (la formule de perte charge linier) :

On choisit un diamètre commercialisable de 315 mm .

b) La perte de charge

Elle est donnée toujours par la formule suivante

$$J(\text{lin}) = \frac{0,478}{2,75} \cdot 315^{-4,75} \cdot 568\,800^{1,75} \cdot 3140 = 0.81 \text{ m.c.e.}$$

Les pertes de charges singulières sont de 20% des pertes de charges linières.

$$J(\text{sin}) = 0.11 \text{ m.c.e}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = **0.97** m.c.e.

c) La vitesse

La vitesse dans la canalisation principale est donnée par :

$$Q = V.S$$

$$V = \frac{Q}{S} ; S = \frac{\pi d^2}{4} . \qquad V = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$V = 1,06$ m/s($0.8 \leq V \leq 1.2$). Acceptable.

Conclusion

Dans ce chapitre , alors que le diamètre de la conduite principale est connu, on a dimensionné le réseau d'adduction , ainsi que la bêche d'eau afin de régulariser les besoins de nos cultures .

CHAPITRE V :
Calcul Technico-
économique

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.

V-1- Estimation de l'irrigation localisée

Tableau V.1 : Dépenses de constructions des conduits de distribution.

Pièces	Prix unitaire (DA/ml) TTC	Matériaux des conduites	Quantité m	Fourniture DA
Ø315	4789	TUBES PEHD PN10	3140	15 037 460
Ø200	1931		570	212 410
Ø160	1336.43		1800	2 405 574
Ø125	772.35		600	463 410
Ø90	420.14		2200	924 308
Ø20	34.01		10000	340 100
Total				20140

Source : Prix STPM Chaili

V -2- Dépenses des travaux

V.2.1.Calcul du volume de terrassement

V.2.1.1. Largeur du fond de la tranchée

La largeur d'ouverture de tranchée est obtenue par la formule :

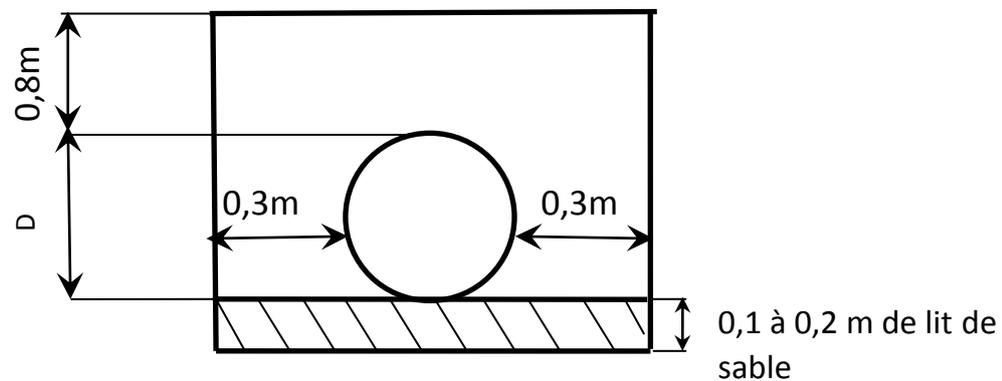
$$B = d + (0.5-1.2)$$

Avec : B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

V.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.



$$H = e + d + h \quad (\text{m})$$

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.

V.2.2. la conduite principale

V.2.2.1. Calcul du volume de déblai

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = B * H$$

$$B = d + (0.5 - 1.2)$$

$$\text{Donc : } B = 1 + \emptyset$$

$$H = 1 + \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau V.2

Tableau V.2: calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	Largueur d'une tranchée b :(m)	Hauteur de La tranchée(m)	Volume de déblai (m ³)
315	3140	1,315	1.315	5429.77
200	570	1.2	1.2	820
125	600	1.125	1.125	795.38

Donc le volume total de déblai : $V_{\text{déblai}}=7045.95\text{m}^3$

V.2.2.2.Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 10cm 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

$$V = e \cdot b \cdot L$$

Tableau V.3: calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m ³)
0,1	3140	1,315	412.91
0,1	570	1,2	68.4
0,1	600	1,125	67.5

Donc le volume total du lit de sable : $V_{\text{sable}}=548,81\text{m}^3$

V.2.2.3.Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupe 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 (m^3) ; $V = L * (\frac{\pi D^2}{4})$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau V-4.

Tableau V.4 : Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Déblai (m^3)	Conduite (m^3)	Sable (m^3)	Remblai (m^3)
315	5429.77	244,7	412.91	4772.16
200	820	75.4	.68.4	3092.6
125	795.38	7.36	67,5	720.52

Donc le volume total du remblai : $V_{\text{ramblai}} = 8585.25 m^3$

Les volumes de chaque opération sont représentés dans le tableau V-5

Tableau V.5 : Volumes des travaux de terrassement

N°	Désignation de travaux	Unité	Quantité
1	Déblai	m^3	9651.15
2	Lit de sable	m^3	493,61
3	Remblai	m^3	8585.25

V.2.3. Devis estimatif pour le terrassement:

Tableau V.6: Factures pro-forma terrassement.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
déblai en terrain	m ³	9651.15	300	2 895 345
lit de sable	m ³	768.41	800	614 728
remblaiement de la tranchée	m ³	8585.25	200	1 717 050

V.2.4.Devis estimatif total**Tableau V.7 :** devis estimatif total

Total 01	23 805 252
Total 02	5 227 123
Somme	29 032 375

Remarque

On a pris les prix des conduites en se basant sur les prix actuellement pratiqués au marché (STM Chiali .Voir annexe (3))

Conclusion

D'après ce chapitre on a pu déterminer le volume des travaux ainsi que leurs coûts.

Le calcul de ces volumes nous permettra de faire une bonne organisation des différentes tâches.

le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenu, on remarque que l'estimation du projet du réseau d'irrigation du périmètre de Oued El Hachem est raisonnable.

CHAPITRE VI :

Protection du travail

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 dirigeant 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.

VI-1- Causes des accidents

Un accident de travail n'est jamais le fait d'un hasard ou de la fatalité, en effet les enquêtes effectuées après les accidents font toujours apparaître une multitude de causes s'ajoutant les unes aux autres pour provoquer et aggraver l'accident ; ces causes sont classées en deux catégories à savoir :

VII.2.1. Le facteur matériel qui concerne les conditions dangereuses dans lesquelles se déroulent les travaux ainsi que l'état des engins dont entre autre :

- la nature et la forme des matériaux de construction
- les outils et machines utilisés : implantation, entretien ;
- difficultés particulières dans l'exécution du travail ;
- conditions climatiques peu favorables pour l'exécution du travail.

VII.2.2. Le facteur humain intéresse quant à lui essentiellement les actions dangereuses qui sont imputables à la manière d'agir de l'individu sur le lieu de travail comme les mauvaises manipulations ou le non-respect des règles élémentaires de sécurité (le port du casque par exemple pendant le travail).

VII.3. Prévention des accidents de travail

Les accidents de travail comme on vient de le voir sont la conséquence de conditions dangereuses (facteur matériel) et d'actes dangereux (facteur humain) auxquels toutes sortes de facteurs interviennent, il suffit en principe pour le prévenir de briser l'enchaînement ou d'éliminer l'un des facteurs.

On peut classer de la façon suivante les différents moyens généralement employés pour promouvoir la sécurité du travail :

- ✓ L'action législative et réglementaire c'est-à-dire l'adoption des dispositions obligatoires sur les conditions générales de travail à travers l'utilisation du matériel et de l'outillage industriel.
- ✓ La normalisation de l'outillage et du matériel utilisés pour la réalisation des travaux.
- ✓ Le contrôle de l'application des dispositions obligatoires ;
- ✓ La recherche technique c'est-à-dire l'étude des dispositifs de protections des engins de travail et machines ;
- ✓ La recherche médicale c'est-à-dire l'étude des effets physiologiques et pathologiques du site qui prédisposent l'individu aux accidents ;
- ✓ L'enseignement pratique de la sécurité aux travailleurs et surtout aux débutants ;

L'octroi d'un bonus par les compagnies d'assurance aux entreprises qui prennent de bonnes mesures de sécurité.

Conclusion :

En dépit de ce qu'on vient de citer, on attendait à une fréquence des accidents de travail amoindri, 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 le personnel et une bonne performance de fonctionnement des ouvrages.

CHAPITRE VII :
Organisation de
chantier

Introduction

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

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

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

VII-1 Les actions reçues par les conduites :

La Pose des conduites demeure un facteur très important pour une protection des conduites celles-ci peuvent être posées de différentes manières selon le lieu et les obstacles rencontrés si ils existent

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- Le tassement du terrain
- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres
- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique
- Le poids propre de l'eau véhiculée

VI.3. Exécution des travaux :

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Emplacement des jalons les piquets
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée

- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Remblai des tranchées

Dans notre zone d'étude nous avons besoin de :

- pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée.
- Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage.
- Camions pour le transport des tronçons des conduites.

Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer les tronçons des conduites

VI.3.1. Vérification, manutention des canalisations :

Les produits préfabriqués font l'objet de vérification sur chantier portant sur :

- Les quantités
- L'aspect et le contrôle de l'intégrité
- Le marquage en cas de défaut

Précautions : Les conduites sont posées sans brutalité sur le sol où dans le fond des tranchées et ne doivent pas être roulées sur des pierres ou sur le sol rocheux, mais sur des chemins de roulement.

VI.3.2.Choix des engins de terrassement :

Pour l'excavation des tranchées de notre réseau, on optera pour la pelle rétro.

Les aptitudes de la pelle rétro sont :

- creuser au-dessous de la surface d'appui
- creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical
- creuser à une profondeur importante
- creuser dans la direction de la machine

VI.3.3.Aménagement du lit de pose :

Les conduites doivent être posées sur un lit de pose de 0,1 m d'épaisseur qui se compose généralement de sable bien nivelé suivant les côtes du profil en long.

Mais si les terrains sont peu consistants, le fond des tranchées sera consolidé Chaque tuyau repose sur deux briques placées sur ce fond, le vide doit être rempli de sable.

VI.3.4. La mise en place des canalisations

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont.

- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé.
- Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées.
- Le calage soit définitif par remblai partiel, soit provisoire à l'aide des cales.
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers.

VI.3.5.Remblai des tranchées

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, on procède au remblaiement par la méthode suivante :

- L'enrobage de (10 : 15 cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite,
- Le matériau utilisé est constitué par des déblais expurgés des pierres grossières ;
- A l'aide des engins on continue à remblayer par des couches successives.
Pour cette étape on utilise la terre des déblais ;

Pour que les conduites résistent aux forces extérieures dues à des charges fixes et mobiles et au remblai il faut choisir des matériaux qui garantissent la résistance à ce dernier.

VI.4.Nettoyage des conduites :

dans les canalisations il se forme généralement des dépôts organiques et limoneux pour palier a ceci on utilise un procédé mécanique ou un procédé chimique à base d'acide passive

VI.5.Surveillance et entretien du réseau :

Détection des fuites d'eau :

les principales causes de fuites et qui doivent donc être évités lors de la mise en place du réseau sont les suivantes

- 1- conduites placées où il y a risque de gel
- 2- terrain agressif ou instable
- 3- caractéristiques de la conduite non adaptées à la pression de distribution
- 4- protection insuffisante par rapport au trafic de surface
- 5- mauvaise qualité du matériau
- 6- appui de la conduite sur un point dur
- 7- affaissement de terrain

VI.6. Exploitation du système d'irrigation :

Dans notre projet Exploitation du système d'irrigation se présente comme suit :

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

VI.6.1. Objectif de l'exploitation :

L'exploitation d'un système d'irrigation doit :

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon complète et rationnelle des ressources hydrauliques.
- Assure la réalisation des plans envisagés.
- Protéger les terres agricoles contre la submersion, la formation des marées, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.

VI.6.2. Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguées :

Le phénomène de formation des sols humides et sols salés et du à la mauvaise utilisation de l'eau d'irrigation.

La lutte contre ce phénomène, se présente sous deux aspects :

VI.6.3. Mesures d'amélioration technique :

- Réalisation d'un drainage pour les sols humides.
- Réalisation d'un drainage et lessivage pour les sols salés.

VI.6.4 Mesures d'exploitation :

Ils consistent à faire un inventaire détaillé des surfaces susceptibles d'être touchées par ces phénomènes et une surveillance permanente qui se résume dans :

- Mesure de la variation du niveau de la nappe.
- Mesure de la concentration des sels de la nappe.
- Mesure de la concentration des sels dans le sol.
- Une bonne utilisation de l'eau d'irrigation.

VI.6.5. Exploitation des ouvrages hydrauliques :

Les mesures à prendre, pour l'entretien des installations des systèmes d'irrigations sont :

- Gardiennage
- Mesures contre l'incendie.
- Les visites périodiques.

- Surveillance et maintenance des travaux

VI.6.6.Maintenance des ouvrages et équipement :

VI.6.6.1.Maintenance des premiers niveaux :

Pour les interventions courantes, les activités de maintenance de premiers niveaux sont généralement réalisés par les agents d'exploitation, proche des ouvrages dont ils ont la responsabilité, d'où une économie sensible en frais de personnel et déplacement, et une plus grande rapidité d'intervention.

VI.6.6.2.Maintenance spécialisé :

Pour les interventions de niveau supérieur, par nature plus complexe, les moyens sont nécessairement plus spécifiques. Dans notre projet la maintenance spécialisée des spécialités se présente de la manière suivante :

Les spécialités les plus courantes sont les suivantes :

- Génie civil
- Appareillages :
 - Mécaniques
 - Electriques
 - Electroniques

Conclusion

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

CONCLUSION GENERALE

Dans ce présent travail nous avons pu dimensionner notre réseau en prenant en compte les conditions naturelles et agricoles, En effet la climatologie de la région qui est classé en semi-aride et de la pédologie, ainsi on a conclu que la totalité de sol de la région d'étude est de type limono-argileux. Nous avons aussi tenu compte de la qualité de l'eau de notre p barrage qui contient une faible quantité de sodium et salinité moyenne, ce qui veut dire qu'elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre périmètre. Nous avons aussi pris en considération la technique appliquée qui est le goutte à goutte qui s'avère très rentable du point de vue efficience pour subvenir aux besoins des cultures. L'aspect économique demeure aussi un point essentiel car minimiser le tracé de ce réseau permet de faire des économies sur le coût du projet, pour cette raison, nous avons choisi le tracé le plus favorable à notre réseau de plus il a fallu dans la mesure du possible respecter l'emplacement de la station de pompage et du réservoir de stockage.

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

À la fin de ce travail on est arrivé à :

- Projeter une conduite d'adduction gravitaire de diamètre **DN 315mm** sur une longueur de **3140 m** transportant un débit de **0.0828 m³/s**.
- Projeter une conduite principal de diamètre **DN 200 mm** sur une longueur de **570 m** transportant un débit de **0.0276 m³/s**.
- Dimensionner un réservoir de distribution d'eau d'irrigation de volume **240 m³**.
- Le cout totale de projet est : **29 032 375 DA**

Bibliographies

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

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.**

MEDJDOUB.S : cours irrigation et drainage 5ème année ; ENSH Blida

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

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

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

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 6

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
Maïs doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Maïs grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
Oignon vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Poivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3-0.4	0.7-0.8	0.5-1.2	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						0.65-0.75
Agrumes sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4-0.6

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 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 humidifiée (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	56,57
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58
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	290,03	346,35
13025	Ø110	4.0	357,86	418,70
13040	Ø125	-	473,08	553,50
13030	Ø160	5.8	770,86	901,89
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17
13058	Ø250	9.1	1 850,00	2 201,5
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	6 898,74	7 837,53
P3513043	Ø500	29.7	10 152,51	11 878,44
P3513048	Ø630	37.4	16 738,79	18 414,38

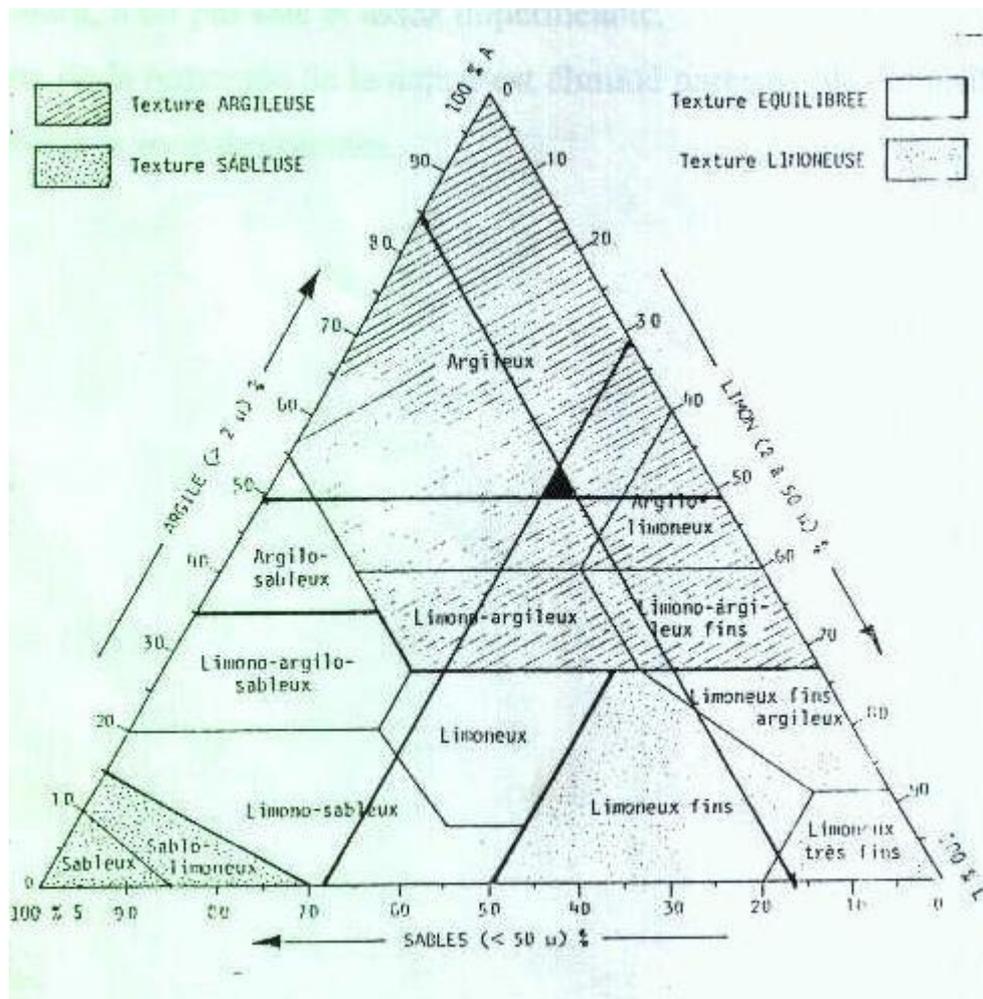
TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
001	Ø20	2.3	32,18	37,88
003	Ø25	2.8	50,84	59,48
005	Ø32	3.6	78,51	91,88
011	Ø40	4.5	120,95	141,51
014	Ø50	5.6	188,28	220,29
017	Ø63	7.1	297,95	348,60
020	Ø75	8.4	407,8	477,13
024	Ø90	8.2	510,71	597,53
027	Ø118	10.0	757,19	885,91
029	Ø125	11.4	967,80	1 132,44
032	Ø160	14.6	1 660,00	1 828,20
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 Couronnes (Rouleaux) de 100 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 16 ML.

SARL K-PLAST
Transformation de Plastiques

ANNEXE 02



Triangle de texture