

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**ETUDE D'UN PERIMETRE IRRIGUE A PARTIR
D'UNE RETENUE COLLINAIRE DE M'GHILA
W.TISSEMSILT**

Présenté par :
M^r LARKAM AHMED

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r M.MESSAHEL	Prof.	Président
M^{me} L.S BAHBOUH	MA.A	Examinatrice
M^{me} H.BOUCAMA	MA.A	Examinatrice
M^{me} S.HARKAT	MA.B	Examinatrice
M^r A.AYAD	MA.A	Examineur
M^{me} AZIEZ Ouahiba	MA.A	Promotrice

Juillet-2012

DÉDICACES

Je Dédie ce modeste travail

Spécialement à ma très très chère mère, et mon très cher père pour leurs Sacrifices, leurs amours, leurs aides et leurs soutiens afin de me voir arriver à ce Que je suis devenu aujourd'hui.

À mes très chères frères: ABOUBEKEUR , YUCEF ;

À ma très chère sœur : HANANE ;

À tout ma famille ;

À mes frères : Abdessamie , Abdelhadi , Khaled , Falouh ,

À mes Amis: Younes, Djaafar, Kholifa, Omar, Takio-eddin, belkacem,

et tout le groupe de 5 eme année

À tout mes amis de l'école.

AHMED

REMERCIEMENT

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu »

Mes remerciements vont à ma mère et mon père. Je remercie fortement ma promotrice : M^{me} AZIEZ.O de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.

De même occasion je remercie :

Mes Enseignants de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation d'ingénieur d'état en hydraulique.

Ma gratitude va également aux membres du jury d'avoir honorer ma soutenance par leur présence et pour l'effort fourni afin de juger ce travail.

Qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui ont Contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

AHMED

ملخص:

إن الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، والذي يسعى إلى رفع المردودية الفلاحية، وذلك باستعمال أفضل لتقنيات السقي، و تسيير أنجع للموارد المائية. وهذا لن يأتي إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها، نذكر على سبيل المثال : السقي بالتقطير و السقي بالرش الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة من محاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

Résume :

L'objectif de notre mémoire s'inscrit dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués ; dont l'objectif d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleures 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, technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages tels que l'économie en eau.

Abstract :

The aim of our dissertation is included in the actual policy of the irrigated areas management in a way to prove a high investment feedback showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources from the other part. However, this aim can be achieved only by modern irrigation system which proved their reliability. For example localized irrigation, and the aspersion irrigation which are the most developed systems thus to the evolution of science and technology. These systems present many advantages like the importance of water saving.

SOMMAIRE

Introduction Générale

Chapitre I : Synthétique bibliographique sur l'irrigation

I.1- Systèmes d'irrigation.....	2
I.1.1-Irrigation de surface	2
I.1.1.1-Irrigation par planche.....	2
I.1.1.2-Irrigation par bassin.....	3
I.1.1.3-Irrigation a la raie.....	3
I.1.2- Irrigation goutte à goutte.....	5
I.1.2.1- Avantage et inconvénient de l'irrigation goutte à goutte.....	5
I.1.2.2- Equipements du système goutte à goutte.....	6
I.1.3- Irrigation par aspersion.....	9
I.1.3.1-Aspersion traditionnelle	10

Chapitre II : Analyse des conditions naturelles

II .1-Situation géographique et administratif	15
II.2- Analyse des conditions climatiques	16
II.2.1-Classification du climat	20
II.2.2-Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	21
II.3-L'hydrographie.....	23
II.4-La géologie	24
II.4-a) formation du quaternaire Alluvions	24
II.4- b) formation du miocène Couverture	24
II.5-Hydrogéologie	25
II.5.1 -Principaux aquifères et zones susceptibles d'être aquifères.....	25
II.5.1.1 -Les nappes phréatiques.....	26
II.5.1.2 -Les nappes profondes.....	26

Chapitre III : Ressource en sol et en eau

III.1-Pédologie de la zone d'étude	27
III.1-a- Horizon de surface	27
III.1-b- Horizon moyen.....	27
III.1-c- Horizon de profondeur.....	27
III.2-Mise En Valeur	28
III.2.1-Introduction	28

III.2.2-Aptitude du sol aux cultures	28
III.3 -Ressource en eau	30
III.3.a- Introduction	30
III. 3.b- Retenue collinaire de M'ghila.....	30
III.4-Destinationdelaretendue	30
III.5-Donnéesgénérales	31
III.6-Caractéristiqueclimatique–hydrologique.....	31
III.7-Conditiongéologiques.....	31
III.8-Caractéristiqueprincipalesdelaretendue.....	31
III.9-Laqualitédel'eau	32
III.9.1.1-Risqued'obstruction.....	32
III.9.1.2-Risque de salinisation du sol	33
III.10-Conductivitéélectriquedel'eau.....	33
III.11-Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium).....	33

ChapitreIV : étude hydrologique

IV.1- But de l'étude	37
IV.2- Présentation de la station	37
IV.3- Hydrologie	37
IV.4-L'homogénéité de la série pluviométrique	39
IV.5- Etude de l'échantillon et le choix du type de loi.....	41
IV.5.1- Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal	41
IV.5.1.1-Test de validité de l'ajustementà la loi de Gauss	44
IV.5.2- Loi du log normal ou loi de Galton.....	45
IV.5.2.1- Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton	48
IV.6- Détermination de l'année de calcule	48

Chapitre V : Regime d'irrigation

V.1-Types d'exploitations moyennes du périmètre par classes de superficie et les principaux types d'assolement en situation projetée.....	50
V.2 -L'occupation des sols.....	51
V.3-Rotation des assolements.....	52
V.4-Besoin en eau du périmètre.....	54
V.4.1 -L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo).....	54

V.4.2- La pluie efficace.....	57
V.4.3- L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ETc).....	57
V.4.4- Efficience de l'irrigation.....	58
V.4.5- Les besoins eau des cultures suivant le calendrier cultural	58
V.4.6- Détermination des besoins en eau des cultures	59
V.4.6.1.1- Le besoin d'irrigation net, Bnet	59
V.4.6.1.2- Le besoin d'irrigation brut, Bbrut	60
V.4.7- Calcul des débits a transiter par le réseau collectif.....	63
V.4.7.1- Débits spécifiques.....	64
V.4.7.2- Loi de débit.....	64

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.1-Généralités	66
VI.2 -Description du réseau	67
VI.3-Dimensionnement du réseau de distributions	67
VI.3.1-Distribution d'eau à la demande	67
VI.3.2 -Distribution au tour d'arrosage	67
VI.4- Tour d'arrosage à la borne	68
VI.4.1- Tour d'arrosage au niveau de l'antenne	68
VI.4.2- Choix du mode de distribution	68
VI.5- calcul des débits des tronçons	68
VI.5.1- la méthode.....	68
VI.6-optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif dedistribution.....	69
VI.6.1- Calcul Des Diamètres.....	69
VI.6.2- La vitesse admissible.....	69
VI.6.3- Calcul des pertes de charges.....	70
VI.6.4- Matériaux de construction des canalisations.....	71
VI.6.4.1-Choix du matériau des conduites	71
VI.6.4.2- les matériaux.....	71
VI.6.4.3-Avantages des canalisations en PVC.....	72
VI.6.5- Calcul du coefficient de frottement linéaire	72
VI.7-les équipements de contrôle des conduites	75
VI.7.1.1-Les vannes	75
VI.7.1.2-Le ballon hydro pneumatique	75
VI.7.2.1 -Les ventouses	76
VI.7.2.2-Les bornes d'irrigation	76
VI.8-Etablissement du profil en long	77
VI.9 -Schémas des différents équipements	77
VI.10-Calcul de l'installation goutte a goutte	78
VI.10.1- Calcul de l'installation Pour l'abricotier.....	79

VI.10.1.1- Données générales pour le Vignes.....	79
VI.10.1.2- Besoins en eau journaliers max	79
VI.10.1.3- Temps maximum de travail	79
VI.10.1.4-Détermination des données de bases.....	79
VI.10.1.5- Dose nette d'arrosage.....	80
VI.10.1.6- Durée de l'arrosage	80
VI.10.1.7- Surface d'un poste.....	80
VI.10.1.8-Surface correspondant à une rampe.....	81
VI.10.1.9-Nombre de rampes par postes.....	81
VI.10.1.10- Calcul hydraulique	81
VI.10.1.11-Diamètre.....	82
VI.10.1.12- Perte de charges	82
VI.10.1.13-Conditions hydrauliques	82
VI.10.1.14- Position de porte rampe.....	83
VI.10.1.15-Alimentation de la porte rampe (sur le cote)	84
VI.11-Calcul des dimensions des bassins	84
VI.12-calcul hydraulique de la conduite principale.....	84
VI.13 -Calcul du diamètres des conduites principales	85

Chapitre VII : Organisation de chantier

VII.1- Généralités	87
VII.2-Les actions reçues par les conduites.....	87
VII.3- Exécution des travaux	88
VII.3.1- Vérification manutention des canalisations	88
VII.3.2-Aménagement du lit de pose	90
VII.3.3- a mise en place des canalisations	90
VII.3.4- Remblais des tranchées.....	91
VII.3.5- Nettoyage des conduites.....	91
VII.3.6- Surveillance et entretien du réseau	91
VII.4. -Calcul des volumes des terrassements.....	92

Conclusion générale

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1: Composition de l'unité de tête.....	6
Tableau I.2 : Type de distributeur selon le débit.....	7
Tableau II .1: série pluviométrique (station delayoune 1989–2009).....	16
Tableau II.2 : Pluviométrie moyenne en mm(station delayoune 1989–2009)....	18
Tableau II.3: température et humidité relative moyenne sur dix ans pour chaquemois	18
Tableau II.4: nombre moyen de jours de gelée	18
Tableau II.5 : moyenne mensuelle de l'évaporation.....	19
Tableau II.6: le vent en (m/s) pour chaque mois.....	19
Tableau II.7: Nombre moyen de jours de sirocco.....	19
Tableau II. 8: Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois	20
Tableau II.9 : Classification du climat	20
Tableau III.1 : Concentration des éléments chimique et organique.....	28
Tableau III.2: concentration des élément physico-chimique d'eau d'irrigation ..	33
Tableau IV.1: Les caractéristiques de La station delayoune.....	37
TableauIV.2: précipitations moyennes mensuelles en (mm).....	38
TableauIV.3: Le procédé de test d'homogénéité pour la station de layoune.....	40
Tableau IV.4: Ajustement à une loi de Gauss.....	42
Tableau IV.5: table du χ^2	44
Tableau IV.6: Ajustement à une loi de Galton	46
Tableau IV.7 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule	49
Tableau V.1 : Caractéristiques des modèles d'exploitations	51
Tableau V.2 : Occupation de l'aire d'étude.....	51
Tableau V.3: Evapotranspiration de référence (ETo) de la zone d'étude selonPenman-Monteith.....	56
Tableau V.4 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	57
Tableau V.5 : Calendrier d'occupation du sol pour les cycles cultureux retenus .	61
Tableau V.6 : tableau récapitulatifs des besoins d'irrigation des cultures.....	62
Tableau V.7 : tableau récapitulatifs des Besoins annuel totaux.....	63
Tableau VI.1 : Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres.....	70
Tableau VI.2 : calcul hydraulique du réseau collectif de distribution	73
Tableau VI.3 : diamètre des ventouses adapte à la canalisation.....	76
Tableau VI.4 : données générales pour le Vignes.....	79
Tableau VI.5 : calculs des paramètres pour le Vignes.....	81
Tableau VI.6 : calcul de D_{cal} de la rampe pour le Vignes.....	83
Tableau VI.7 : calcul de D_{cal} de la porte rampe pour le Vignes.....	84
Tableau VI.8 : résultats du calcul de débit total.....	85

LISTE DES FIGURES :

Fig I.1 : Systèmes d'irrigation utilisés.....	2
FigII.1: Exhait de Carte n° 1:Présentation du sous bassin versant Nahr Ouassel Moyen.....	16
FigII.2: Diagramme bioclimatique.....	22
FigII.3: Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	23
FigII.4: Exhait de Carte n° 2: Réseau hydrographique de la wilaya de Tissemsilt...24	
FigIII.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation	35
Fig IV.1 : ajustement à une loi de Gauss.....	43
Fig IV.2 : Ajustement à une loi log normale.....	47
FigV.1: Représentation graphique de laloi de débit.....	64
Fig VI.1: Schémasde calcule hydraulique par l'epanet.....	74
Fig VI.2: Les vannes de sectionnement.....	77
Fig VI.3: Ventouses.....	77
Fig VI.4: Vanne de réglage de débit	78
Fig VI.5: Partie essentielle d'une installation localisée	78
Fig VII.1: Schéma d'une tranchée	89
Fig VII.2 : Pelle équipée en rétro	90

LISTE DES PLANCHES :

- Planche.1:** Carte du foncier de périmètre de M'ghila
- Planche.2 :** Carte du réseau d'irrigation de périmètre de M'ghila
- Planche.3:** Carte du réseau d'irrigation goutte à goutte
- Planche.4 :** Profil en long de la conduite principale tronçons A-B
- Planche.5:**Profil en long de la conduite principale tronçons B-C

INTRODUCTION GENERALE

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

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

La zone d'étude se trouve dans le périmètre de M'GHILA dans la commune de LAYOUNE qui se situe dans la partie nord de l'Algérie, relatif à la plaine de Nahr Oussel, est une région essentiellement agricole, et l'exploitation forestière représentent les principales ressources agricoles.

C'est surtout la rationalisation de l'agriculture qui a suscité la mise en œuvre d'un programme de développement agricole, qui comme partout ailleurs en Algérie, reste conditionné par le problème d'eau.

Dans l'objectif de cette optique, la maîtrise de la technologie des réseaux d'irrigation gravitaire et son évolution dans le temps ainsi que les modes de distribution à la parcelle.

Depuis la première moitié de notre siècle, tous les projets d'irrigation de la région se sont trouvés subordonnés aux problèmes d'alimentation en eau potable qui est prioritaire. Dans la dernière décennie, un autre phénomène aggrave la pénurie en eau d'irrigation, c'est la période de sécheresse qui s'est accentuée.

La mobilisation de l'eau au niveau de la retenue collinaire de **M'GHILA** peut permettre actuellement la mise en place d'un système d'adduction et de distribution d'eau à travers l'ensemble du périmètre

Ce travail commence par un aperçu sur les techniques d'irrigation. Dans le 2^{ème} chapitre on a présenté la zone d'étude et ses ressources hydriques, ainsi les informations sur le site du périmètre et ses données climatiques qui ont été utilisées dans l'étude hydrologique. Le 3^{ème} chapitre est consacré aux caractéristiques des pluies de fréquences données afin de les utiliser pour calculer les besoins en eau dans le chapitre 5. Dans le 6^{ème} chapitre nous avons dimensionné et projeté le réseau collectif ramifié d'irrigation gravitaire.

CHAPITRE I :

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

Dans le domaine de l'agriculture, le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en eau, conjuguent un conflit d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable ce qui nous amènent à réfléchir sur l'économie d'eau et d'énergie. Ceci passera forcément par une gestion efficace d'irrigation ainsi que par la maîtrise de réutilisation et le choix des systèmes d'irrigation.

Dans certains pays, l'agriculture consomme environ de 70% des ressources en eau. Les données disponibles montrent que les performances des systèmes d'irrigation actuels sont restées faibles à très moyennes. Les pertes en eau à la parcelle sont de l'ordre de 30 à 40%, en particulier les pertes par percolation. Aussi, l'uniformité des irrigations reste faible, ce qui influe négativement sur la production. La maîtrise de réutilisation de l'eau d'irrigation devient donc urgente et nécessaire.

Dans le cas où l'irrigation gravitaire représente environ 80% de la superficie des grands périmètres irrigués du pays, par conséquent, les pertes en eau restent importantes. Il est donc nécessaire de réduire ces pertes, soit par une gestion rationnelle de réutilisation de l'eau, soit par l'utilisation de techniques d'irrigation adéquates. Ceci est d'autant plus vrai, que la demande en eau d'irrigation sera plus importante dans les années à venir.

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories: irrigation gravitaire et irrigation sous pression. Dans la pratique, on distingue l'irrigation gravitaire, l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion

I.1- Les systèmes d'irrigation

le schéma (1) montre les systèmes d'irrigation utilisés

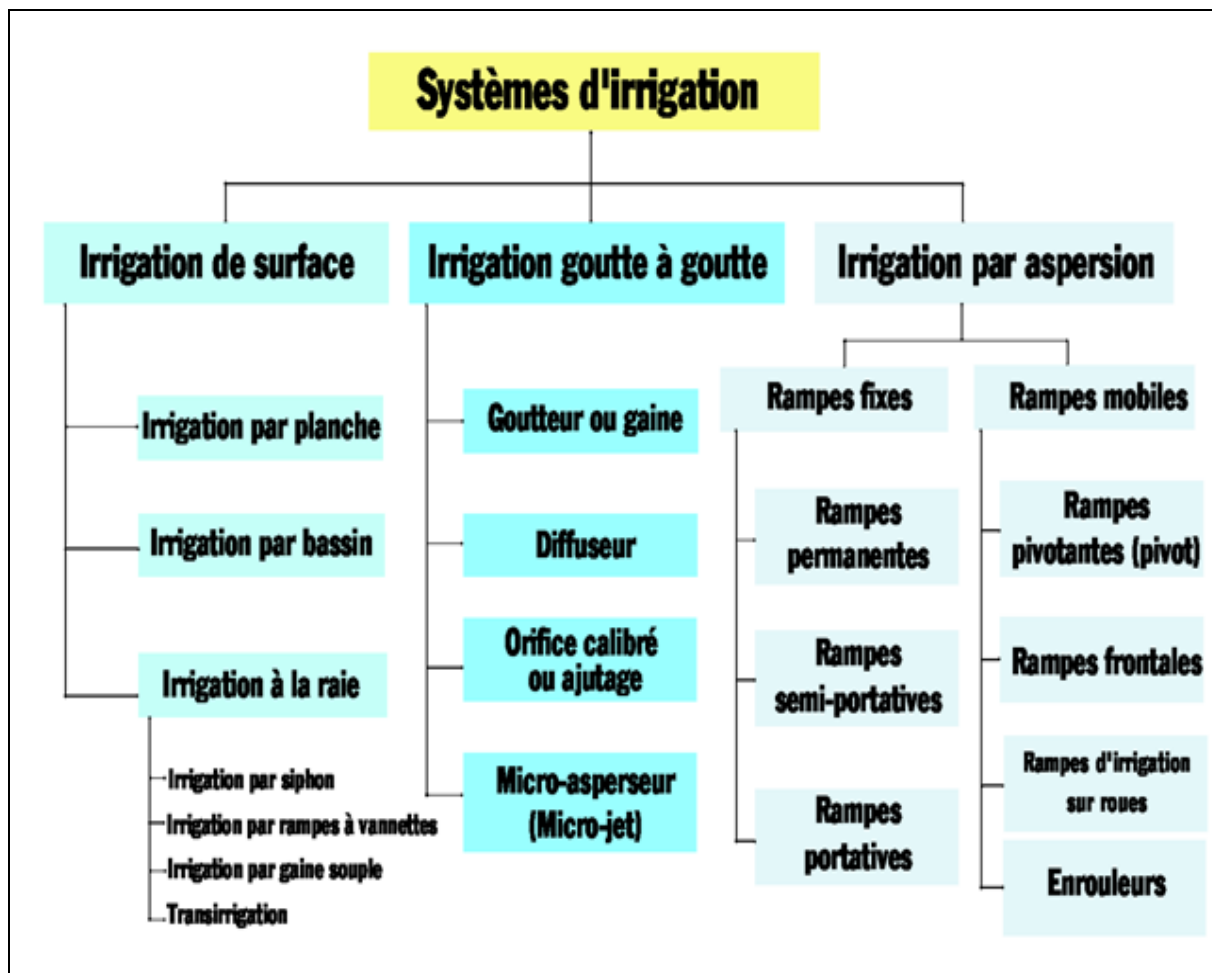


Fig I.1 : Systèmes d'irrigation utilisés

I.1.1-L'irrigation de surface

I.1.1.1-L'irrigation par planche

Consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de (0,2 à 3%) Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables. Une des formules pratiques est celle de CREVAT qui consiste à déterminer la longueur de la planche qui dépend d'infiltration du sol, ce qui correspondrait au temps de ruissellement. Autrement dit LAIGUADIER ouvre la vanne et attend que l'eau arrive au bas de la planche, et a ce moment La il ferme la vanne d'arrivée.

I.1.1.2-L'irrigation par bassin

Est la plus connue dans l'irrigation gravitaire. Sa pratique sur un sol nivèle pente (0,1 à 1%) ainsi que la simplicité de l'opération qui consiste à remplir le bassin, font que cette technique est fréquemment utilisée. La taille des bassins est de 40 à 50 m², cette dernière occasionne une perte importante de superficie, due au nombre important de cloisonnements.

I.1.1.3-L'irrigation à la raie

Ou par rigole, elle convient parfaitement aux sols présentant une pente comprise entre (0,2 à 3%). Les sillons sont séparés d'une distance variant entre 0,6 et 1,25 m, selon le type de sol et la culture. Suivant le débit dont on dispose, on peut irriguer un ou plusieurs sillons à la fois. Les raies peuvent être parallèles ou perpendiculaires à la rigole permanente d'amenée d'eau. D'une manière générale, l'irrigation est réalisée suivant un débit unique ou suivant une succession de deux débits déferents, un premier débit important qui est appelé débit d'attaque et un deuxième débit plus faible qui est appelé débit d'entretien. L'irrigation à la raie se prête mieux à la mécanisation par siphon, par rampe à vannettes, par gaine souple ou par trans-irrigation.

a) Irrigation par siphon

L'irrigation par siphon s'adapte bien à l'irrigation des raies. Les siphons en PVC, d'épaisseur 1,5 mm et de diamètre variant entre 20 et 43 mm, sont relativement légers lorsque leur longueur est comprise entre 1 et 1,5 m. Une charge de 10 cm est suffisante pour travailler dans des conditions adéquates. Les débits varient entre 0,25 et 2 l/s, respectivement pour une charge de 5 et 20 cm. On peut par ailleurs réaliser une irrigation à deux débits, soit en utilisant des diamètres différents, soit en utilisant des bouchons percés à l'extrémité des tubes ou tout simplement en jouant sur le nombre des siphons. Dans ce type d'irrigation, l'amorçage des siphons nécessite un entraînement et une certaine agilité pour mieux maîtriser l'irrigation. Il existe aussi de petites pompes à main pour effectuer cette tâche, mais l'amorçage risque d'être plus lent.

Ce type d'irrigation est d'un intérêt certain car permet d'éviter la construction d'une "segua" d'amenée, et donc tous les travaux liés à la distribution. permet également de réduire l'érosion du sol à la tête de la raie, Par ailleurs, l'irrigation par siphon permet une bonne répartition de l'eau et présente un avantage du fait que l'investissement est faible.

b) Irrigation par rampe a vannettes

Ce type de matériel correspond mieux aux cultures irriguées à la raie et qui nécessitent peu d'interventions sur la parcelle. L'avantage réside dans la possibilité de réglage du débit par des vannettes coulissantes; qui offrent des positions d'ouverture de (25, 50, 75 et 100%).

Par rapport aux siphons, on évite l'opération d'amorçage qui est un travail lent et fatigant. L'autre avantage réside dans le fait que les débits obtenus sont plus précis et fiables.

Lorsqu'on remplace les vannettes par des cannes verticales qui alimentent des raies ou des planches; on obtient alors le système californien, il est constitué d'une conduite enterrée sur laquelle on fixe des cannes dont on peut régler le débit ainsi que l'orientation du jet. La conduite enterrée, de diamètre variant de 160 a 300 mm, est relativement épaisse (3 à 5 mm).

Cette technique présente l'avantage de ne pas gêner les travaux agricoles, Par centre, une étude de dimensionnement est nécessaire. Lorsque l'irrigation de toute la parcelle se fait en même temps, toutes les sorties sont ouvertes, sinon les sorties non utilisées doivent être fermées d'une manière étanche.

c) Irrigation par gaine souple

La gaine souple est posée dans une rigole préparée à l' avance pour éviter les déplacements de la gaine une fois remplie d'eau. La pose peut être effectuée à l'aide d'un engin ou d'un petit tracteur. Les perforations peuvent être effectuées sur un ou deux cotes. Elles peuvent être standards ou selon les espacements des cultures. La gaine peut être munie de manchettes souples de dérivation qui permettent d'irriguer au centre des raies, sans se soucier d'un emplacement précis des perforations.

Ce type d'irrigation, ayant une charge de 0,4 a 1 m, convient pour un sol relativement plat. Les débits de dérivation sont de l'ordre de 2 l/s. Les gaines sont facilement installées sur le terrain et demandent un investissement modeste. Cependant, elles présentent l'inconvénient d'être fragiles et le réglage des débits est peu précis.

Les gaines ne peuvent en aucun cas être utilisées pour élever l'eau, leur extrémité reste ouverte sous peine de destruction par une surpression. Les extrémités doivent donc être posées sur des objets d'une hauteur d'environ 1m.

d) Transirrigation

La transirrigation de surface ou souterraine convient parfaitement à l'irrigation de la raie. La parcelle à irriguer par ce type d'irrigation est relativement grande et peut atteindre 6 ha.

Une conduite en PVC rigide de diamètre 250 mm et d'épaisseur 4,9 mm est installée suivant une inclinaison régulière variant entre (0,25 et 0,6 %) sur laquelle sont percés des orifices bien alignés et formant un angle de 30° par rapport à la verticale. Le diamètre des orifices est fonction du débit. L'ensemble du système n'est pas sous pression mais la charge au niveau de chaque orifice est créée par le déplacement d'un piston placé à l'intérieur de la conduite.

I.1.2- L'irrigation goutte à goutte

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol. Ceci permet de limiter les pertes par évaporation et percolation. Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes. Elle met également en œuvre des équipements fixes et légers. Dans la plupart des cas, elle exige une automatisation à travers des contrôleurs associés à des vannes volumétriques et/ou hydrauliques et des électrovannes.

I.1.2.1- Avantage et inconvénient de l'irrigation goutte à goutte**Avantages**

- économie d'eau ;
- faibles pressions pour les goutteurs ;
- irrigation fréquente ;
- le feuillage n'est pas lavé ;
- accès plus facile à la parcelle - possibilité d'automatisation - économie en main d'œuvre ;
- irrigation des terrains accidentés ;
- succès pour les sols lourds (2 à 4 cm/h) et sols légers (>50 cm/h) .

Inconvénients

- sensibilité à l'obstruction (sable, limon, matière organique, gel bactérien, précipitation d'engrais, présence du fer...) ;
- salinisation (prévoir des lessivages) ;
- développement racinaire des cultures limité.

I.1.2.2- Equipements du système goutte à goutte

L'installation est composée d'une source d'eau, une station de pompage, une unité de tête, des canalisations principales et secondaires, de porte rampes et rampes, et enfin de distributeurs

a- Unité de tête

L'unité de tête comporte les éléments nécessaires au conditionnement et a la sécurité de fonctionnement comme le montre-le tableau 1.

Tableau I.1 : Composition de l'unité de tête

Matériel	Opération	
Compteur	Comptage	
Régulateur de pression	Contrôle de pression	
Filtre	Filtration	
Pompe doseur,dilueurs	Fertilisation	
Programmateur	Programmation	
clapet anti retour	Prévention	
Soupape de décharge	Réglage	
Ventouse	Dècharge,purge	

a- Les distributeurs

Les distributeurs peuvent être classés selon leur débit de fonctionnement On distingue alors les goutteurs, les diffuseurs et les micro-asperseurs.

Les goutteurs ont un faible débit (entre 1 et 16 l/h) et fonctionnent sous une pression relativement (environ 1 bar). Dans la pratique, on utilise souvent des goutteurs de 2 l/h pour les cultures maraichères et de 4 l/h pour les cultures pérennes (arbres fruitiers et vignes). Selon le type de goutteur, le mode de fixation sur la rampe peut être soit en dérivation, en ligne ou intègre. Actuellement, on tend de plus en plus vers le mode intègre vu son faible cout de fabrication ainsi que sa facilite d'installation sur le terrain. En effet, il suffit de dérouler la rampe alors que pour les autres modes, les goutteurs sont à installé un par un, suivant les espacements désires. Dans la fixation en dérivée, on peut trouver des circuits courts ou des circuits longs. Ces derniers ont l'avantage de couvrir une grande surface et peuvent être disposes en formant un cercle, pour couvrir une surface plus grande.

Dans certains projets d'irrigation goutte à goutte pour des cultures pérennes, on peut volontairement employer une rampe de faible diamètre lorsque les plants sont petits pour ensuite rajouter une deuxième rampe lorsque les besoins en eau sont plus importants.

Le débit Q d'un distributeur donné peut s'exprimer en fonction de sa pression par la formule 1.

$$Q = K \cdot H^x \dots \dots \dots (1)$$

Q le débit en l/h; K est une constante de forme et de dimension; H est la pression en mètre et x est le coefficient qui caractérise le type d'écoulement.

Lorsqu'on dispose de plusieurs valeurs de débits des goutteurs, avec les valeurs respectives des pressions, on peut alors à l'aide de l'équation ci-dessus calculer les valeurs de K et de x. Généralement, les constructeurs donnent les caractéristiques des distributeurs sous forme de tableaux ou de graphes, ce qui permet d'établir leur équation, ou simplement connaître leur débit.

Tableau I.2 : Type de distributeur selon le débit

	goutteur	Diffuseur et ajutage	Micro-asperseur
Apport	Point	Tache	Tache
Débit l/h	1 a 16	20 a 60 / 30 a 100	60 a 150

Les Goutteurs non autorégulant ont une valeur de x variant entre 0,5 pour le régime turbulent et 1 pour le régime laminaire.

Il est important de connaître cette équation pour effectuer correctement le dimensionnement d'un système d'irrigation goutte à goutte, notamment la longueur des rampes et leurs débits. Actuellement, les constructeurs donnent assez souvent La longueur maximale de leur rampe en fonction des diamètres et des goutteurs utilisés. Les variations de débit d'un distributeur peuvent être également dues à l'usure de l'orifice car les sections de passage sont généralement faibles (diamètre variant entre 1 à 2 mm). Les sections des distributeurs doivent être fabriquées avec une grande précision puisque de petites variations de diamètre occasionnent de grandes variations de débit, sous une même charge. Les rampes La plupart des conduites en plastique utilisées en irrigation localisé sont fabriquées à partir de:

- Chlorure de polyvinyle, PVC ;
- Polyéthylène, PE (basse ou haute densité, BD ou HD) ;
- Polypropylène, PP.

Les PE sont les plus utilisées pour les petits diamètres, et les PVC sont plus utilisés pour les gros diamètres, en raison de leur résistance à la pression. Le classement des conduites se fait suivant le coefficient normalisé de dimension, qui traduit la pression maximale de service ainsi que la classe de pression.

b- Pompes doseuses et injecteurs

Le choix d'un appareil d'injection doit tenir compte de la concentration requise en engrais et de la précision souhaitée. Les autres critères sont la mobilité, le coût et le mode de fonctionnement

On distingue:

- Les dilueurs ;
- Les pompes doseuses hydrauliques (placées en lignes ou en dérivation) ;
- Les pompes doseuses électriques.

c- Les dilueurs

Sont constituées d'une cuve étanche dans laquelle on introduit l'engrais sous forme solide mais soluble. La cuve est montée en dérivation sur la conduite principale de l'irrigation, à l'amont du filtre à tamis, le temps de dissolution des fertilisants n'est pas toujours bien connu. Les opérateurs et la concentration de l'engrais varient fortement entre le début et la fin de l'irrigation. La cuve doit être vidée à la fin de chaque irrigation.

Le volume de la cuve varie entre 50 et 300 litres, ce qui limite la surface à irriguer à 1/2 hectare en culture légumière et 1 hectare en arboriculture.

Les pompes doseuses hydrauliques fonctionnent d'une manière régulière en aspirant et en refoulant une quantité constante et connue de solution fertilisante dans la conduite d'irrigation. Le démarrage et l'arrêt peuvent être commandés par une vanne volumétrique ou par une électrovanne. Leur fonctionnement est précis.

Les pompes doseuses électriques sont constituées d'un moteur électrique qui entraîne une pompe à membrane ou à piston. Elles sont précises et permettent de disposer d'une gamme étendue de débits d'injection. Plusieurs pompes peuvent être montées en parallèle pour injecter simultanément plusieurs solutions. L'énergie électrique est nécessaire.

d- Filtration

L'irrigation goutte à goutte nécessite une filtration adéquate des impuretés contenues dans l'eau d'irrigation ainsi que celles qui peuvent se former en cours d'utilisation. Pour cela, il existe plusieurs types de filtres, parmi ces filtres : les filtres à sables.

Les filtres à sables sont remplis de couches de gravier calibré pour arrêter les particules solides et organiques. Ils sont généralement munis d'un montage de contre-lavage qui permet leur nettoyage. Ils sont réalisés lorsque la perte de charge est comprise entre 5 et 10 m. Un filtre à sable est suffisant pour un débit allant de 10 à 15 m³/h. Pour les débits supérieurs, on utilise une batterie de filtres. Pour plus d'assurance, le filtre à sable est suivi d'un filtre à tamis ou d'un filtre à disques. Le séparateur centrifuge, ou hydro-cyclone, est placé avant le filtre à sable, quand l'eau est chargée de sable.

Assez souvent, on recommande de retenir les particules de granulométrie supérieure au 1/10 de la plus petite dimension de passage de l'eau dans les distributeurs. L'arrêt des particules plus petites ne fait qu'accélérer le colmatage des filtres. Une filtration de 150 microns (100 mesh) est souvent utilisée pour l'irrigation localisée ou par aspersion. Dans ce dernier cas, on pense aussi à l'usure des buses des asperseurs.

I.1.3- L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas suivants:

- Sols de faible profondeur, ne pouvant être correctement nivelé pour une irrigation de surface, tout en conservant une profondeur suffisante;
- Sols trop perméables, qui ne permettent pas une répartition uniforme de l'eau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement en surface;
- Terrains à pente irrégulière avec microrelief accidentés, ne permettant pas l'établissement d'une desserte gravitaire à surface libre.

Par contre, elle est à écarter dans les régions très régulièrement ventées (les vents supérieurs à 4 ou 5 m/s dégradent considérablement l'homogénéité de l'arrosage) et aussi lorsque l'irrigation se fait avec l'eau salée sur des plantes au feuillage sensible au sel.

Une installation d'irrigation sous pression est généralement composée d'un équipement fournissant la pression nécessaire à son fonctionnement, d'appareils de mesure et de contrôle de débit, et d'une conduite principale amenant l'eau jusqu'aux conduites secondaires et tertiaires. D'autres éléments peuvent être utilisés, notamment un filtre ou une batterie de filtres et un dispositif d'adjonction d'éléments fertilisants.

La considération des facteurs suivants est nécessaire à la conduite d'un projet de dimensionnement de tout système d'irrigation sous pression:

- la dimension et la forme de la surface à irriguer, sa topographie et le type du sol ;
- les sources d'eau disponibles ou potentielles et leurs caractéristiques ;
- Les conditions climatiques dans la région, l'accessibilité à la parcelle et la culture à irriguer.

I.1.3.1-Aspersion traditionnelle

Les arroseurs utilisés en agriculture sont à rotation lente. Cette rotation est obtenue par le va-et-vient d'un bras de levier qui porte un seul aubage et qui oscille sous l'impact d'un jet qui s'échappe d'une buse. Les petits arroseurs ont des buses de 4 à 7 mm de diamètre. La portée de leur jet est relativement faible, leur pression de service se situe entre 2,5 et 3,5 bars et les gouttelettes d'eau obtenues sont de petite taille. Les arroseurs moyens ont des buses de 8 à 14 mm de diamètre et nécessitent une pression de service au moins 4 bars.

Les grands arroseurs ont des buses de 15 à 25 mm de diamètre et fonctionnent à des pressions au moins 4,5 bars. Ils ont une pluviométrie horaire élevée et conduisent à la formation de grosses gouttelettes. La taille des gouttelettes ne doit occasionner aucun dommage ni au sol, ni à la culture.

Une augmentation de la pression s'accompagne normalement d'une réduction de la taille des gouttelettes. L'angle idéal d'inclinaison par rapport au plan horizontal est de 32° en conditions calmes. Les perturbations causées par le vent sont influencées par le montant sur lequel repose l'arroseur ainsi que l'angle de projection du jet d'eau. La plupart des arroseurs moyens à usage agricole ont des angles compris entre 25° et 26° , alors que ceux des grands arroseurs se situent entre 23° et 24° .

Dans l'irrigation par aspersion, on rencontre les installations suivantes:

1) Les installations mobiles portatives

Comprennent des canalisations principales ainsi que des rampes pouvant être déplacées à la main. De ce fait, les conduites formant l'ensemble du système doivent être légères, facilement raccordables et détachables les unes des autres. Elles sont habituellement en aluminium léger ou en alliage d'aluminium et sont présentées en segment, munies de raccords rapides et mesurant en général 6 m de longueur. Ces installations sont conseillées pour les régions à capital d'investissement faible mais disposant d'une main d'œuvre abondante.

2) Les installations semi-mobiles portatives

Ont des canalisations principales qui sont fixes et enterrées à intervalles réguliers. En général. La station de pompage est permanente, elle est située de manière à réduire le trajet de L'eau. Les canalisations fixes sont généralement en acier ou en amiante-ciment et sont protégées contre la corrosion. D'autres variantes existent, en combinant les tuyaux flexibles.

Les installations permanentes (ou couverture totale), où les conduites principales et les rampes sont enterrées, se rencontrent principalement dans les exploitations de vergers.

Les installations temporaires sont des systèmes mobiles ou semi-mobiles ayant la particularité d'avoir assez de canalisations pour pouvoir être montes au moment de la plantation et laisses en place jusqu'à la dernière irrigation avant la récolte.

3) Aspersion mécanisée

Les systèmes de rampe pivotante et de rampe frontale sont des installations utilisées essentiellement dans les grandes exploitations.

- Les systèmes de rampe pivotante

Elles possèdent un mécanisme d'entraînement programmable qui sert à déplacer les éléments. Le système de rampe pivotante est constitué d'une conduite avec arroseurs, supporté à l'une de ses extrémités par une tour à pivot central, une série de tours munies de roues et un moteur électrique (ou hydraulique). La conduite peut mesurer de 100 à 500 m, pouvant irriguer jusqu'à 75 ha. L'ensemble permet d'irriguer une surface circulaire, mais nécessite un capital d'investissement élevé. Les débits sont de l'ordre de 250 à 850 m³/h pour une pression de 6 bars.

- Les systèmes de rampe frontale

Défaire de La rampe pivotante par le fait que toutes les tours sont mobiles et le déplacement se fait latéralement. L'alimentation en eau se fait soit par un fossé creusé au milieu ou au bord du champ, soit par un tuyau flexible, il nécessite un investissement aussi important sinon supérieur à celui du système à rampe pivotante. La consommation énergétique de ces deux systèmes est élevée.

D'autres types de rampes peuvent très bien contenir à l'irrigation de cultures ayant une hauteur relativement faible, tels que les céréales; ce sont les rampes ou les ailes tournantes.

Les autres types d'installations sont l'aile trainée ou remorquée, bras tournant ou arroseur géant, et le canon automoteur (machine automotrice d'irrigation à tuyau flexible: enrouleurs). Les enrouleurs sont des machines d'irrigation à tambour et à tuyau flexible, ils sont actuellement désignés par "enrouleurs" à cause de leur principe de fonctionnement. En effet, le porte asperseur est placé à une des extrémités du flexible et l'autre extrémité est fixée sur le tambour sur lequel il s'enroule. Ainsi, l'irrigation s'effectue peu à peu sur une bande en tirant le porte asperseur.

L'enrouleur peut également fonctionner avec une rampe, c'est est une machine automotrice disponible en plusieurs tailles; la longueur et le diamètre peuvent respectivement varier entre 100 et 600 m et entre 50 et 140 mm. Le débit peut atteindre 50 m³/h et le porté du jet de l'asperseur peut dépasser 100 m de rayon. L'enrouleur est constitué des éléments suivants: le tambour, le châssis, le mécanisme d'enroulement, l'asperseur et le porte asperseur, le flexible en polyéthylène, un système de régulation de la vitesse d'avancement, un système d'enroulement uniforme du flexible et un système de sécurité de fin de course.

Le tambour et le châssis doivent supporter une grande charge car le flexible est généralement non drainé entre les opérations.

Les grandes machines peuvent contenir un poids allant à plus de 5 tonnes. Le tambour doit en plus supporter un grand couple pour pouvoir tirer le flexible rempli d'eau le long du terrain. Durant l'utilisation de l'enrouleur, un mécanisme d'entraînement fait tourner le tambour qui à son tour enroule le flexible lentement et tire le porte asperseur le long du terrain.

Le tambour est entraîné par une chaîne, un engrenage ou un système d'ergot actionné à l'aide d'une turbine, d'un soufflet ou d'un moteur auxiliaire essence ou diesel.

Le système d'entraînement à piston est abandonné à cause de sa forte oxydation par l'eau d'irrigation.

La conception de la turbine est spécialement faite pour des applications à charges variables tel que l'enrouleur dont la charge varie en fonction de la quantité du flexible non encore enroulé et qui se trouve sur le sol.

La turbine possède des avantages tels que l'enroulement silencieux et régulier. Elle permet aussi d'atteindre de grandes vitesses, ce qui permet à l'irrigateur d'appliquer de faibles doses.

Autre avantage de l'utilisation de la turbine réside dans le fait que la totalité du débit moteur est réutilisé pour l'irrigation et non déchargé à proximité de l'emplacement de la machine. Finalement, le fonctionnement de la turbine n'est pas affecté par les eaux chargées et présente une technologie simple.

Les soufflets sont en principe utilisés pour les petites unités équipées par des flexibles ayant un diamètre inférieur à 94 mm. Le fonctionnement du soufflet est discontinu et occasionne une diminution du débit utile, alors que dans le cas de la turbine une diminution de la pression d'entrée est observée. Le moteur auxiliaire (essence ou diesel) permet à l'enrouleur de fonctionner sans perte ni de pression ni de débit et aussi d'atteindre de grandes vitesses d'avancement de l'ordre de 200 m/h.

Ce type d'enrouleurs équipés de moteur auxiliaire conviendrait à des zones munies d'un réseau d'irrigation sous pression; cela éviterait l'utilisation d'un supprimeur.

Le porte asperseur peut être soit un chariot soit un traineau, leur conception est faite pour réduire au minimum l'endommagement des plantes. Les enrouleurs modernes sont munis de chariot à deux roues réglables pour s'adapter à différents espacements des cultures.

Ces chariots peuvent être stabilisés en cas de besoin par des poids supplémentaires ou par le remplissage des roues par de l'eau. Le flexible est non renforcé, il est fabriqué à l'aide de formulations spéciales de polyéthylène (PE) pour combiner à la fois une grande rigidité et une grande flexibilité.

Ces caractéristiques sont obtenues en variant la densité du PE. Le flexible peut être soudé par simple échauffement des deux bouts cassias.

L'enrouleur est également équipé d'un système de régulation de vitesse d'avancement de la porte asperseur, qui en principe augmente durant l'irrigation. On rencontre deux types de régulations:

1) une régulation mécanique basée sur l'augmentation du diamètre du tambour (une barre constamment en contact avec le diamètre extérieur formé par le flexible enroulé agit en conséquence sur le mécanisme d'entraînement) ;

2) une régulation électronique basée sur la mesure directe de la valeur réelle de la vitesse d'avancement La mesure se fait par une petite roue mise en contact avec le flexible.

Après avoir installé le porte asperseur au bout du terrain à irriguer, il suffit alors d'alimenter l'enrouleur en eau sous pression et d'engager le mécanisme d'entraînement au cours de l'irrigation, l'effort de frottement diminue avec la longueur du flexible déroulé sur le sol, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse d'avancement au cours de l'irrigation. Par souci d'avoir une distribution uniforme de l'irrigation. La vitesse d'avancement doit varier en fonction de la pression de l'asperseur.

Une variation de vitesse d'avancement de plus de 10 % n'est pas recommandée.

Conclusion

L'irrigation est devenue une science étendue qui demande beaucoup de conception et tout sa , c'est pour l'économie de l'eau en premier degré , le bon choix du système d'irrigation résulte un bon fonctionnement de ce dernier et une durée de vie plus longue et le plus important dans toute l'histoire, c'est la récolte avec un bon rendement qualitativement et quantitativement.

CHAPITRE II :

***Analyse des conditions
naturelles***

Localisation

II -1.Situation géographique et administrative :

La commune de layoune se situe à 27 Km de tissemsilt, elle se situe dans la région ouest de l'Algérie, entre les parallèles $35^{\circ}55'$ et $35^{\circ}75'$ Nord et les longitudes $1^{\circ}98'$ et $2^{\circ}27'$ Est. Layoune est limitée au nord par la daïra de theniet el had. Au sud tiaret et djelfa à l'est médéa et à l'ouest par la commune de khemisti.

Le périmètre d'irrigation de **M'ghila** est situé à 15 Km d'environ au nord-est de la commune de layoune.

Le périmètre est délimité par nahr oussel à l'est et par la retenue de **M'ghila** au nord

avec les coordonnées :

Longitude : $2^{\circ}2'21''$ EST

Latitude : $35^{\circ}6'11''$ NORD

Altitude : 700 m

Ce périmètre est alimenté essentiellement par les eaux de surface de la retenue collinaire de **M'ghila**

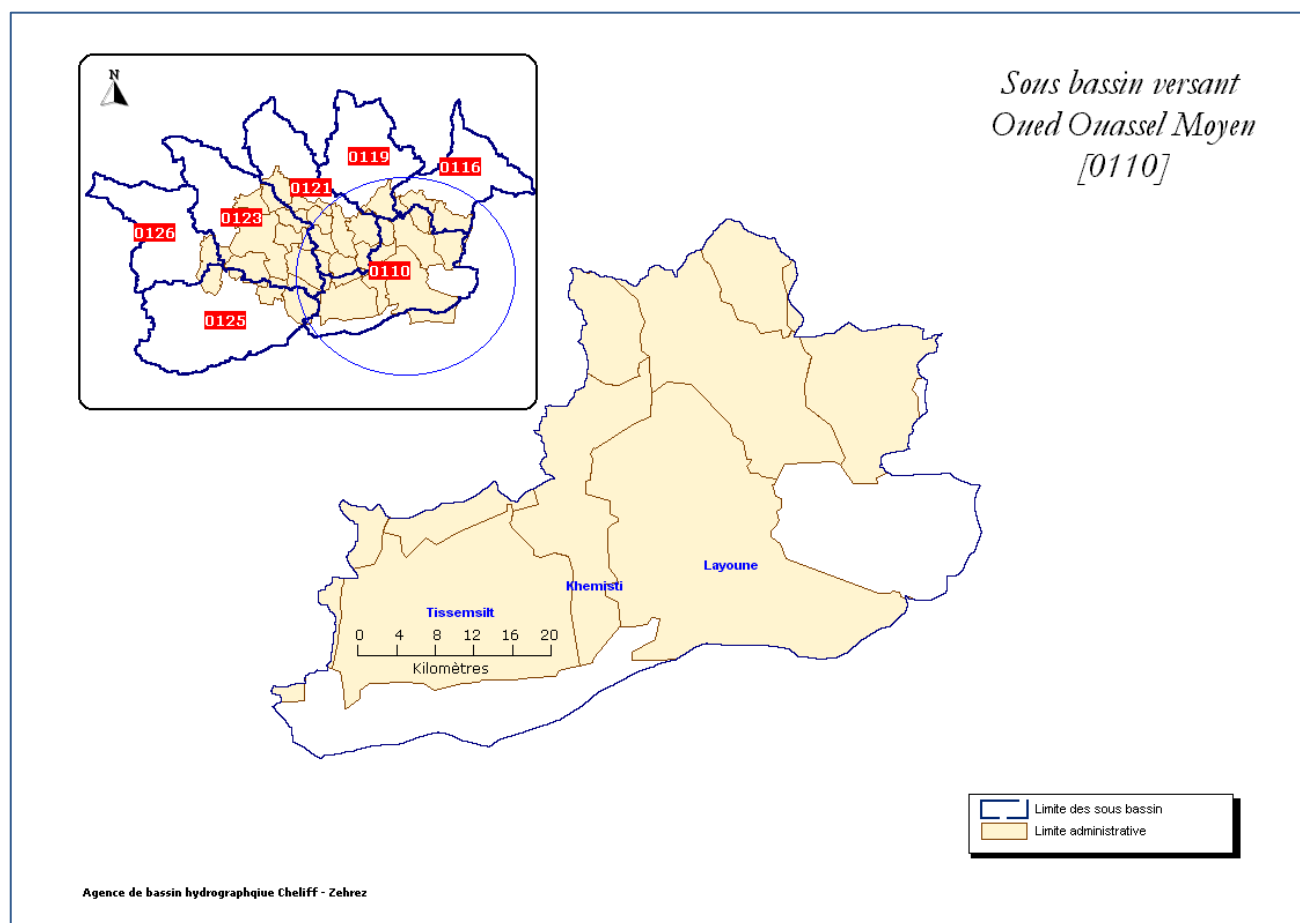


Fig : II -1 Exhait de Carte N° 1 : Présentation du sous bassin versant Nahr Ouassel Moyen

II.2. Analyse des conditions climatiques :

Le climat de la région est caractérisé par un été sec et un hiver relativement humide. La station météorologique, située dans la zone d'étude de la commune de Layoune, nous a fourni les données des paramètres suivants :

a) La pluviométrie (station de Layoune (1989-2009))

Code de station : 011007

Nom de station : Layoune

X = 436,5

Y = 266,8

Z = 900

On observe donc d'après le tableau n°01 qu'elles sont mal réparties dans l'année.

Tableau N° II -1 série pluviométrique (station de layoune 1989–2009):

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1980 /81	18.9	9.5	57.7	203.5	5.3	117.9	33.6	53.8	14.2	4.2	1.2	21.6	541.4
81/82	7.6	12.1	0	80.3	113.2	76.4	20.9	55.4	58.5	61.6	0	0.7	486.7
82/83	9.2	96.3	109.2	42.5	0	33.2	20.7	11.1	1.7	0	2	1.5	327.4
83/84	0	2.6	53.5	59.8	64.6	36.3	44.8	37.5	51.1	22.4	0.2	0.3	371.1
84/85	26.6	112.2	63	41.9	52.5	94.5	82.1	4.5	80.5	0	0	30	587.8
85/86	25.2	3	68	80.4	137.2	121.6	116.3	15.8	8.1	8.3	0	1.8	585.7
86/87	29.3	48.1	73.4	52.3	127.3	211.4	13.3	0	4.6	12.1	0	0	642.0
87/88	6.8	47.1	94.6	39.5	30.8	19.7	40.1	35.6	41.9	12	0	0	368.1
88/89	17.2	49	25.1	106	16.1	51.1	70	61.8	15	34	6.9	33.5	485.7
89/90	27.9	11.5	39.4	40.9	91.4	0	72.6	57	75.6	4.5	18	2.5	441.3
90/91	34.1	9.2	59.7	74	66	73	180	26.6	13.6	3.5	4.2	23.6	567.5
91/92	15.6	72.2	24.4	12.6	143	15.3	91.3	93	63.3	13.5	17.2	3.6	565.0
92/93	15.4	36.5	32.7	57.8	8.7	61.2	22.9	55.3	57.3	0	0	23.7	371.5
93/94	30	41.2	40.2	63.1	57.8	81.1	4.4	28.4	9.6	0	2.8	18.5	377.1
94/95	108	73.6	14	48.9	87.4	26	67.6	18.4	11.3	12.9	0	13.9	481.7
95/96	13.2	78.5	28.5	56.8	115.5	181	97	88.9	34.3	27.4	40.2	11.2	772.5
96/97	21.9	43.6	22.3	73.7	82.8	13.1	1.5	154.3	45.7	0	0	17.8	476.7
97/98	76.5	77.8	159.4	68	25.7	40.9	15.5	72.4	143.5	3.6	0	18.1	701.4
98/99	32.5	37.2	40.3	41.2	140.5	92.4	123.6	1.5	4.6	1.6	0	14.2	529.6
99/2000	23.3	46.2	56.4	174.3	1.3	0	4.9	52.7	9.9	0	0	8.9	377.9
2000/01	36.9	55.1	124.8	97.3	239.5	49.3	3.4	44.5	38.5	1.6	0	5.6	696.5
01/02	36.9	31.4	52	56.9	17	32.2	25.5	65.6	24.6	3	0	14.2	359.3
02/03	4.6	21.1	121.3	42.8	222.9	152.8	11.4	65.2	15.2	22.6	24.8	9.4	714.1
03/04	9.4	59.4	114.2	116.7	41	57.5	49.8	56.2	73.4	3.7	11.5	15.4	608.2
04/05	26.7	24.3	47.2	89.6	94.1	93.8	41.1	29.5	10.2	4.1	0	0	460.6
05/06	14.4	73.9	13.7	16.7	53.2	40.3	34.9	33	67	5.2	17.4	1.4	371.1
06/07	27.5	2.1	0.3	25.2	20.6	43.3	68	48.4	13.7	0.5	2.2	25.6	277.4
07/08	42.3	72.6	115.6	92.9	77.1	41.2	99.2	79.7	32.7	2.3	0	22.8	678.4
08/09	59.6	12.5	73.6	11.3	79.5	132.2	75.6	28.5	31	22.1	0	41.4	667.3
09/10	10.5	87.9	84.4	66.1	62.1	123.8	45	65.8	68.8	19.7	45	1	680.5
MOY	20	26	39.4	50	53.4	56	51	45.7	37.6	5.4	3.4	6.2	519.05

Source : station météorologique de layoune

Tableau N° II -2 : Pluviométrie moyenne en mm. (station de layoune 1989–2009)

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	annuel
P_{moy} (mm/mois)	20	26	39.4	50	53.4	56	51	45.7	37.6	5.4	3.4	6.2	519.05

Source : station météorologique de layoune

b) La température et l'humidité relative :

Ce paramètre climatique est de première grandeur vu que la température et l'humidité relative déterminent les conditions générales du développement de la végétation

Tableau II -3: température et humidité relative moyenne sur dix ans pour chaque mois.

station	Mois/Tc°	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	M
Station layoune	Tmax	27.7	21.7	16	12.8	12.1	12.8	15.3	17.7	21	17.5	32.2	21.1	20.7
	Tmin	17.4	13	8.7	6.8	5.4	6	7.2	9.3	11.8	17.2	21.2	20.2	12
	Tmoy	22.5	17.35	12.35	9.8	8.75	9.4	11.25	13.5	16.4	17.35	26.7	20.65	16.35
	H_r (%)	58.7	66.5	73.3	77.4	74.7	75.6	68.9	67.2	65.4	55.4	45.7	50.9	65.1

Source : station météorologique de layoune

c) La gelée blanche :

Le nombre de jours de gelée blanche est de 65 jours et se répartissent sur 08 mois, d'Octobre jusqu'à Mai.

Tableau II -4: nombre moyen de jours de gelée

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Gelée blanche (jours/mois)	17	12	09	04	01	-	-	-	-	02	05	15	65

Source : station météorologique de layoune

d) Evaporation

L'évaporation est un problème physique qui croît avec la température et la sécheresse de l'air. Les valeurs de la moyenne mensuelle de l'évaporation sont résumées dans le tableau II.5

Tableau II.5: moyenne mensuelle de l'évaporation

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Paramètres												
Evap (mm)	138	96.1	60	52.7	55.8	52.2	77.5	84	99.2	150	207.7	182.9

Source : station météorologique de layoune

e) Le vent : Pendant l'hiver, les vents viennent sur tout de l'est et du sud ouest, ils amènent la pluie et peuvent être très violents. Pendant l'été on a sur tout ceux du sud et du nord / ouest.

Tableau II -6: le vent en (m/s) pour chaque mois.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Le vent (m/s)	2,6	3,2	2,7	3,4	3,3	3,3	3,2	3,0	2,9	2,6	2,7	2,1

Source : station météorologique de layoune

f) Le sirocco : le vent de sud (sirocco) est toujours sec et chaud .il souffle sur la région du mois de Mai au mois de à Septembre.

Tableau II -7: Nombre moyen de jours de sirocco.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	Année
Sirocco (heure/mois)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	2	3	12	12

Source : station météorologique de layoune

g) L'insolation :

Tableau II -8: Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolation (Heure/mois)	171	183	229	260	306	327	364	344	268	223	188	170

Source : station météorologique de layoune

II.2.1-Classification du climat :

D'après l'indice d'aridité de DE MARTONNE I_A :

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

Avec P: précipitation annuelle en mm. $\Rightarrow P = 526.8$ mmT: température moyenne en (°C). $\Rightarrow T = 15.80^\circ\text{C}$

$$\text{AN: } I_A = \frac{P}{T + 10} = \frac{526.8}{15.80 + 10} = 20.42 \quad \mathbf{I_A=20.42}$$

Tableau de référence :

Tableau II -9 Classification du climat :

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

$I_A = 20.42$ tend vers la sub humide alors l'irrigation est par fois utile on est dans la limite entre la sub humide et le semi aride, mais pour mieux vérifier on utilise le Quotient d'Emberger

II.2.2-Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

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

$$Q = \frac{1000.p}{\frac{M+m}{2} \cdot (M-m)} = \frac{2.1000.p}{M^2 - m^2}$$

Q Quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : précipitation moyenne annuel mm

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

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

Avec : P : 519.05 mm

M : 32.2°C

m : 5.4° c

On aura :

$$Q = \frac{2 * 1000 * 519.05}{(32.2 + 273)^2 - (5.4 + 273)^2} = 66.37$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (Figure II -2), on peut dire que le climat de notre région est semi aride ; Sous l'étage hiver tempéré, L'irrigation est Parfois utile dans la plus part des cas.

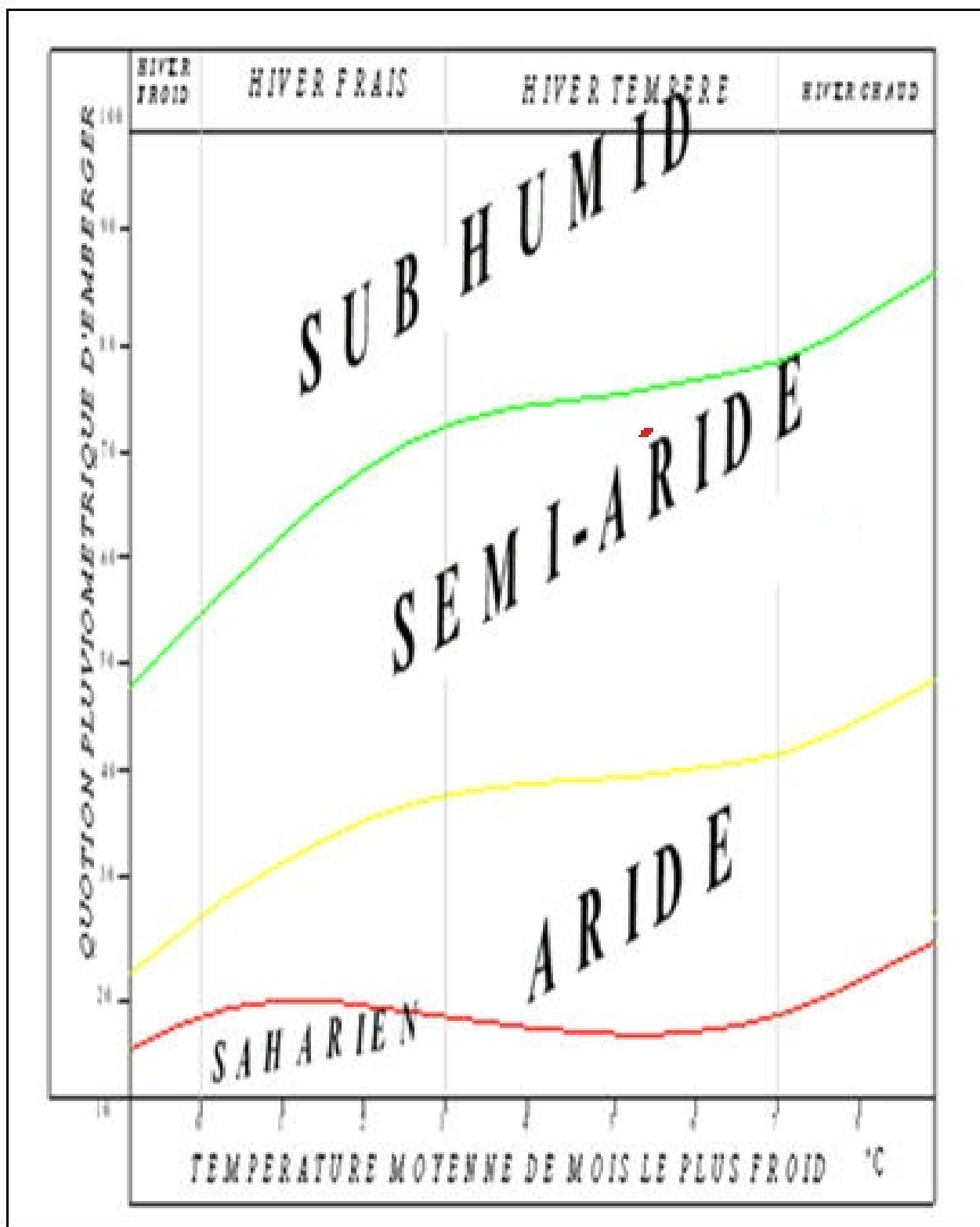
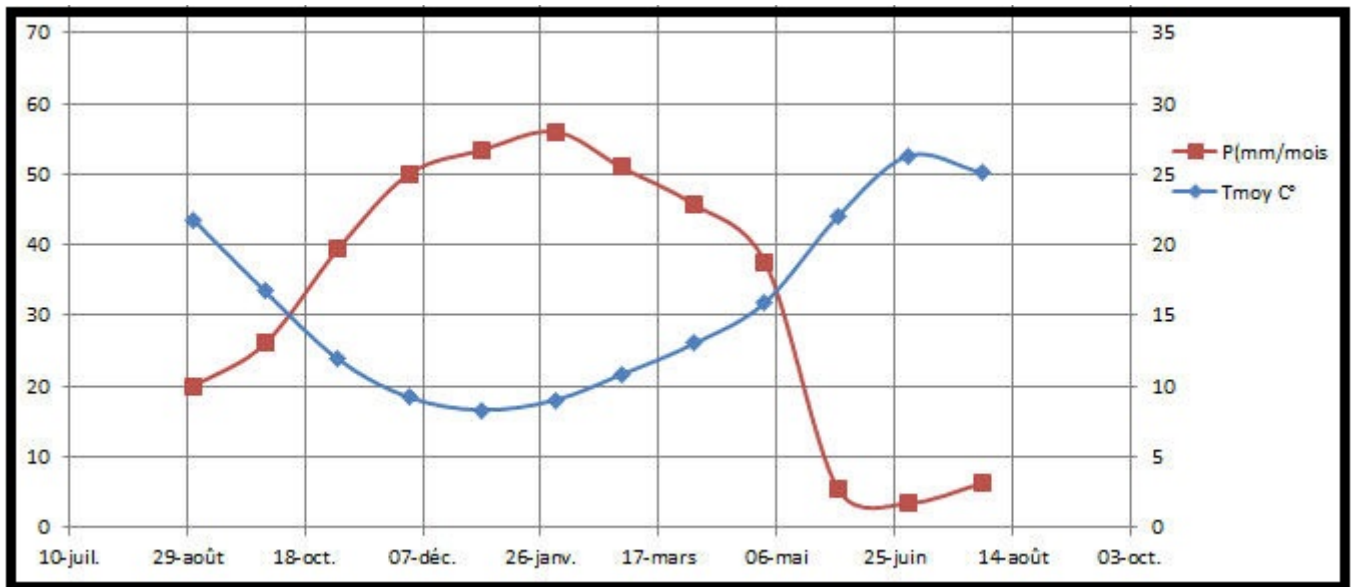


Fig : II -2 Diagramme bioclimatique

Pour connaître la période sèche et humide de l'année on va tracer le climogramme de Gaussen à l'aide des données climatique.



FigII.3: Diagramme ombrothermique de Gaussen

II.3. L'hydrographie :

Conséquence d'un relief montagneux et très accidenté, un réseau hydrographique chevelu couvre la wilaya de Tissemsilt. On y dénombre 9 bassins versants principaux avec cette particularité, qu'aucun d'eux n'est inclus intégralement sur son territoire et chacun s'étend à une des wilayas environnantes.

Les 9 bassins versants sont drainés par les principaux affluents de l'oued Cheliff. Cinq bassins prennent leur cours à partir de la wilaya de Tissemsilt et les trois autres débouchent des wilayas sud limitrophes. Dans les neuf bassins versants, les principaux oueds et leurs affluents totalisent une longueur de 2252 Km dont 871 Km traversent la wilaya de Tissemsilt. Donc, une faible part des eaux de ruissellement profite à la wilaya de Tissemsilt.

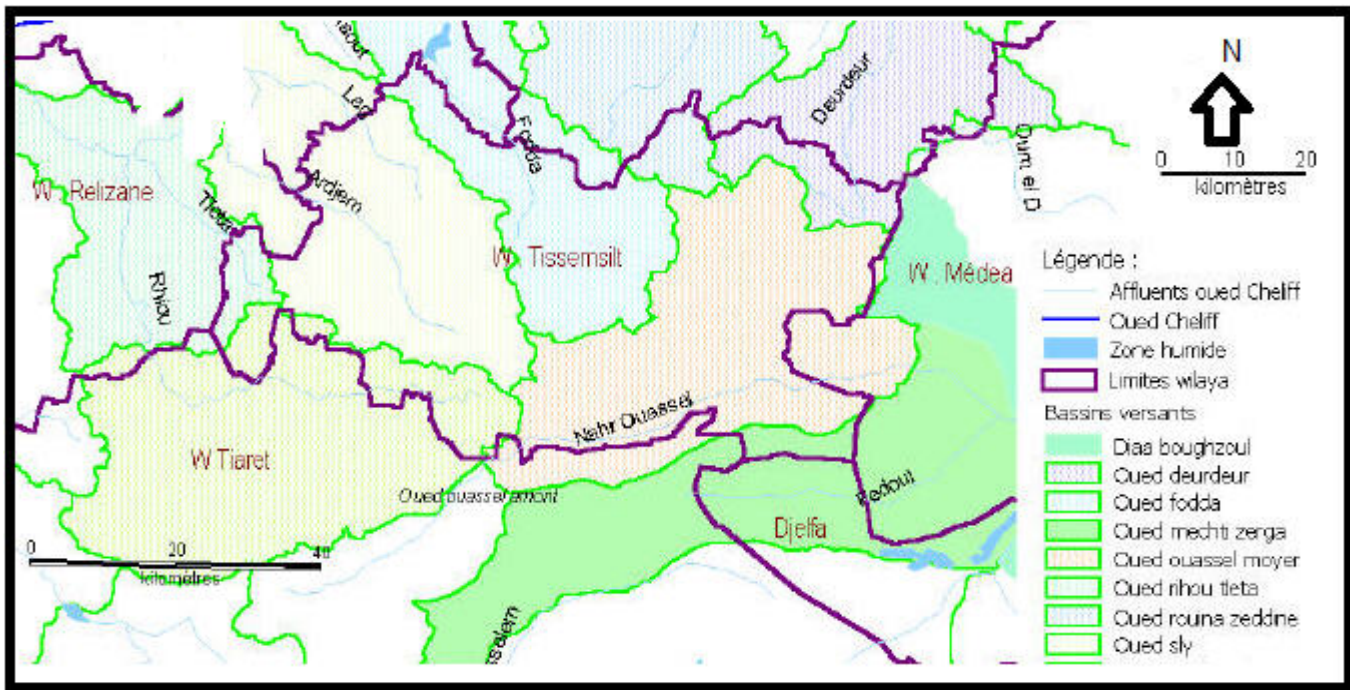


Fig : II -4 Exhant de Carte N° 2 : Réseau hydrographique de la wilaya de Tissemsilt.

II.4. La géologie :

La géologie de la zone étudiée appartient au domaine de l'atlas tellien qui est caractérisé par trois grands ensembles dont la répartition conditionne les principaux aspects morphologiques de la région.

- formation du quaternaire Alluvions
- formation du miocène Couverture
- formation du Crétacé Substratum

II.4.a) formation du quaternaire Alluvions :

Dépôt pluviale, constitué essentiellement de débris des marnes schisteuses, avec éboulis et poudingues quartzitiques.

II.4.b) formation du miocène Couverture :

b.1) les sables :

le pliocène est caractérisé par les sables rouges et jaunes non consolidés, et fin, recouvrant presque tous les plateaux.

b.2) Conglomérats :

Ce niveau de base transgressive sur le cétaqué ou miocène inférieur. Ils sont bien développés sur la bordure nord Ouest de la plaine avec des faciès variés, conglomérats grés jaunes durs ma lasse glauconie des brèches passant latéralement aux marnes barbe liées, formant le passage dans le sillon marin du miocène.

Ces conglomérats ont des éléments variés (anguleux-subarrondis) (Crétaqué remanié), avec une matrice de couleur rouge.

b. 3) formation du Crétaqué substratum:

Fleuves essentiellement sur la partie Nord du bassin versant de l'oued considéré.

Ce crétaqué est constitué de marne schisteuse à quartzites de couleur variée du versicolore, gris rougeâtre.

II.5.Hydrogéologie

La zone est constituée par des alluvions villafranchiennes de faible perméabilité, on peut ajouter aussi que les systèmes aquifères de Nahr Ouassel peuvent être repartis comme suit :

- Une série marneuse du plaisansien ou de miocène.
- Un premier aquifère constitué par des grés astien.
- Une série semi-perméable formée par des argiles et des graviers.
- La nappe est libre reposant sur un substratum argileux imperméable, donc on peut dire que le problème de la remontée de la nappe est évité, qui lui-même peut induire des effets de salinité.
- Après la sécheresse, l'alimentation des nappes est faible et le pompage des eaux souterraines a créé un rabattement de la nappe.

II.5.1.Principaux aquifères et zones susceptibles d'être aquifères

La lithologie de la région est très variée et complexe. Elle est composée des calcaires, des grès, des roches détritiques consolidées. Pour ce qui suit nous citons les formations potentiellement susceptibles d'être aquifères.

D'après les données existantes on distingue deux types de nappes (superficielles et profondes).

II.5.1.1- Les nappes phréatiques : (superficielles) :

-le remplissage Plio-Quaternaire des dépressions de Layoune, Khemisti, ainsi que les vallées alluviales des Oueds Nahr Ouassel qui sont relativement exploitées ; forment de bons aquifères superficiels.

II.5.1.2- Les nappes profondes :

Les nappes profondes représentées principalement par les réservoirs calcaires et gréseux, qui sont structurellement complexes et très malconnues. Les affleurements des grés némudiens et albiens en profondeur ,au djebel Meddad, djebel Laghouat, djebel Guerne lahmar, djebel Nador peuvent constitués de bons aquifères.

Conclusion:

D'après l'analyse des paramètres climatiques, hydrologiques et hydrographiques, on peut dire que notre zone est une zone semi aride l'étude de l'aménagement de celle-ci doit donc tenir compte de ces spécificité.

CHAPITRE III :

***Ressource en sol et
en eau***

Introduction

L'étude agro-pédologique a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydrodynamiques, physico-chimiques et morphologiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage.

Ainsi, Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des ressources en eau (retenues, fourrages,...)

III. Analyse des conditions agricoles :

III.1. Pédologie de la zone d'étude :

- **Explications des caractéristiques du sol.**

➤ Caractéristiques principales du sol :

On peut distinguer trois types d'horizon pour l'ensemble de profils observés :

- a) Horizon de surface
- b) Horizon moyen.
- c) Horizon de profondeur.

III.1a) Horizon de surface :

Il est entre (0-30) cm, de couleur brune, commune à tous les profils, de texture sablo limoneuse argileuse, La structure est un peu polyédrique

III.1b) Horizon moyen:

Son épaisseur varie de (30-60) cm mais il se présente sous deux formes différentes :

- Horizon brun à brun jaune, à texture sable limoneuse marne et de structure polyédrique moyenne très nette ainsi que la présence des taches de rouille.
- Horizon brun rose pâle à brun jaunâtre de texture limono sableuse et une structure lamellaire

III.1c) Horizon de profondeur :

De (60-90) cm de profondeur en moyenne la couleur est généralement brune rouge à brune pâle jaunâtre. La texture argilo- limoneuse pour une structure toujours très nettement exprime polyédrique moyenne avec structure prismatique, de plus en note

du Point de vue classification, les sols observés peuvent se trouver dans la classe des sols limono-argilo-sableux.

Les caractéristiques physico-chimiques de notre sol représenter dans le tableau II-1

Tableau III -1) : Concentration des éléments chimique et organique

Ce (mmhos/cm)	PH	Mo (%)	C (%)	N (%)	Ca _{tot} (%)	Ca _{act} (%)	P (%)	K (%)
0,333	7,5-8	3,08	1,79	0,15	12	5	0,58	0,009
Conductivité électrique	Sol qui tend vers l'alcalin	peut évoluer	quantité faible	quantité faible	forme de trace		quantité neglegéable	quantité très faible

Source direction d'agronomie willaya de tissemsilt (DSA)

III.2) Mise En Valeur :

III.2-1) Introduction :

La théorie et l'expérience montrent que dans les pays à longue saison sèche, même lorsqu'on s'avance très loin en direction du désert, les plantes vivaces sont les mieux adaptées à tirer parti des ressources du sol et du climat.

Les plus puissantes d'entre elles sont aussi les plus aptes au pouvoir d'autoprotection et d'amélioration par rapport au que du milieu dont elles font parties; s'ajoute la protection qu'elles apportent aux plantes plus modestes installées à leur abri.

III.2-2) Aptitude du sol aux cultures :

La carte des aptitudes culturales a été élaborée sur la base des propriétés morphologiques et physico-chimiques des sols.

III.2-2-a) Aptitude aux cultures arbusives : A

A₁ : sols possédant une aptitude bonne à moyenne. Cette catégorie doit avoir une profondeur d'au moins de 80 cm. Une texture moyenne à fine ou le taux d'élément grossier ne dépasse pas les 30% un taux de calcaire actif inférieure à 13% et un PH situé entre 5 et 7,8.

Cette catégorie regroupe les cultures suivantes : l'olivier, l'amandier et le figuier.

A₂ : les mêmes exigences que la premier catégorie sauf que la texture est fine. Cette catégorie regroupe le prunier, l'abricotier et l'olivier.

III.2-2-b) Aptitude aux cultures marichères : M

M₁ : sol possédant une bonne aptitude aux cultures marichères, ils doivent jouir d'une profondeur minimum de 50 cm, une texture moyenne fine et une conductivité électrique inférieure ou égale à 4 mmhos/cm. Les sols M₁ sont aptes à toutes les cultures marichères sans exception.

M₂ : les sols de cette catégorie doivent posséder une texture fine et une conductivités électrique proche de 4(CE >2). C'est à dire un PH légèrement alcalin. Cette catégorie regroupe les cultures suivantes : l'artichaut. Le chou-fleur, l'épinard et l'asperge.

M₃ : les sols de cette catégorie doivent avoir une texture grossière ou les éléments grossiers ne dépassant pas les 55% avec un PH proche de la neutralité. Les cultures sont : l'artichaut, l'oignon et la carotte.

III.2-2-c) Aptitude aux cultures industrielles : I

I₁ : cette catégorie d'aptitude culturale doit avoir une profondeur supérieure à 0,8 m. Une texture moyenne à fine, une conductivité électrique inférieure ou égale à 2 mmhos/cm, et un taux de calcaire actif inférieur à 20%. Les cultures sont la Betterave à sucrière, le tournesol .

I₂ : elle exige des sols dont la profondeur doit être supérieure à 50 cm, et une conductivité électrique inférieure ou égale à 4 mmhos/cm. Toutes les textures lui conviennent les cultures sont pour cette catégorie sont le tournesol.

III.2-2-d) Aptitude aux cultures céréalières et fourragères : C

C₁ : exige des sols possèdent une profondeur inférieure à 85 cm, une texture moyenne une conductivité électrique inférieure ou égale à 2,5 mmhos/cm et une teneur en calcaire actif inférieure à 25%. Les cultures sont la luzerne, le bersim, le sorgho, le blé dur, le blé tendre Et l'orge.

C₂ : de même que la catégorie C₁, sauf pour la texture qui doit être grossière, les cultures sont les suivantes : le ray-grass, le blé tendre et l'orge.

III.3) Ressource en eau :

III.3.a) Introduction :

Il faut nécessairement combler le déficit hydrique durant la période sèche mai-septembre, par une irrigation. Pour cela, on doit faire l'inventaire des ressources en eau et étudier les possibilités de leur utilisation en agriculture.

Les eaux d'irrigation peuvent être superficielles (barrages, lacs, cours d'eau) ou souterraines (nappes, forages, puits). Elles doivent être en outre de bonne qualité, surtout peu chargées en sels.

III.3.b) Retenue collinaire de M'ghila:

Les ressources en eau destinées à l'irrigation du périmètre de M'ghila est le Barrage M'ghila, cet ouvrage de mobilisation constitué d'une digue de 18.25 m de hauteur, qui a une capacité de $3,8 \text{ Hm}^3$ et comprend un déversoir dont le radier est réalisé avec du gros béton sur 40 cm et les murs avec du béton armé permettant d'évacuer une crue cinquantaine et un débit de $146 \text{ m}^3 / \text{s}$ et se termine par un bassin de dissipation

- Une vidange de fond dimensionnée pour un débit de $0.1 \text{ m}^3 / \text{s}$
- Volume régularisé de 2.8 hm^3
- volume des besoins annuels en eau d'irrigation est de $2,838 \text{ hm}^3$
- Prise d'eau et vidange de fond

Cet ouvrage comprend :

- ❖ un canal d'amène ; c'est une conduite de diamètre de 600 mm en acier enrobé avec béton armé
 - ❖ une chambre de vanne de section transversale carrée avec les dimensions intérieures $2.6 * 2 \text{ y}$ sont installées trois vannes
- le volume actuel du barrage de M'ghila est de $= 3.5 \text{ Hm}^3$

III.4) Destination de la retenue :

La destination de cet ouvrage est la retenue des eaux de l'oued M'ghila et les utiliser pour l'irrigation pendant la période sèche de l'année.

III.5) Données générales :_

Cours d'eau :	Oued M'ghila
Wilaya :	Tissemsilt
Coordonnées Lambert :	X= 448.800 Y= 271.000
Destination :	irrigation de 210 Ha

III.6) Caractéristique climatique – hydrologique:

- Température externe en saison normale : 37°C
-
- Superficie du bassin versant : 114 km²
-
- Précipitation annuelle moyenne : 543mm/j
-
- Apport moyenne inter annuelle : 10 .389 . 850 m³
-
- Débit spécifique : 2,892 l /S
-
- Volume de crues : 2833.128m²
-
- Débit de crues : 292 m³ /S

III.7) Conditions géologiques:

L'ensemble du bassin versant est constitué des marnes bleues et marnes schisteuses, la digue se repose sur une dorsale de sédiment marno-argileux. Le lit de l'oued est constitué de limons alluvionnaire de couleur gris noirâtre.

III.8) Caractéristique principales de la retenue :

- Type : homogène avec un drain prismatique.
- Terrain : Argileux.
- Hauteur de la digue : 18.25 m
- Longueur en crête : 416.25 m
- Largeur en crête : 04 m
- Altitude Max : 1621 m

- Altitude Min : 850 m
- Volume du corps du barrage : 248.645 m³
- Pente des talus : aval $m_1=2.75 ; 3.5 ; 1.5$ Amont $m_2= 3.25$
- Charge d'eau dans la retenue : 15.40 m
- Longueur du cours d'eau principale : 21 km
- Superficie de la retenue au niveau normal : 960.10³ m²
- Capacité de la retenue : 3.834.172 m³
- Volume régularise : 2.8024.752 m³
- Volume mort : 1.029.420 m³
- Surface submergée : 76,50 ha
- Cote du plus hautes eaux : 116,15 m
- Cote de retenue normale : 114 ;65 m

III.9) La qualité de l'eau :

C'est un élément essentiel de réussite de l'irrigation goutte à goutte, en relation avec les facteurs évoqués ci-après.

III.9.1) Effet sur le fonctionnement du réseau :

III.9.1.1) Risque d'obstruction

Les éléments susceptible d'obstruer les goutteurs peuvent se trouver en suspension ou en solution dans l'eau .Ils peuvent être de nature physique (sable, limon, argile, débris de végétaux etc.) chimique (calcaire, fer etc.) ou biologique (algues, bactéries, spore etc.).Une analyse préalable est indispensable pour apprécier les risques et de définir les moyens de prévention à mettre en œuvre pour éviter le colmatage.

III.9.1.2) Risque de salinisation du sol

La teneur en sel des eaux d'irrigation joue un rôle important vis à vis des effets directe sur des végétaux et des risques de salinisations de sol, certains ions sont utiles, même a des concentrations relativement élevées.

III.10) Conductivité électrique de l'eau :

Classification américaine : elle est basée sur conductivité électrique à 25 °et est exprime en mmhos/cm, elle caractérise la salinite totale de l'eau

Quatre classes de risques salins ont été définies:

- C₁** risque faible CE < 250 $\mu\text{s} / \text{m}$
C₂ risque moyen Entre 250 $\mu\text{s} / \text{m}$ < CE < 750 $\mu\text{s} / \text{m}$
C₃ risque élève Entre 750 $\mu\text{s} / \text{m}$ < CE < 2250 $\mu\text{s} / \text{m}$
C₄ risque très élève CE > 2250 $\mu\text{s} / \text{m}$

Tableau III-2) : concentration des élément physico-chimique d'eau d'irrigation

N°	Ca (mg/l)	mg(mg/l)	Na(mg/l)	PH	CE (mmhos/cm)
Echant	89	122	95	7,5-8	0.333

Source :direction d'agronomie willaya de tissemilt(DSA)

III.11) Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium)

Selon la concentration et le type d'ions présent dans l'eau pour appréciés les risque liées a une teneur relative excessive en sodium (risque alcalin) on compare celle en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} qui eux sont des agent de floculation au moyens du paramètres suivant

$$S.A.R = \frac{\text{Na}^+}{\left(\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2} \right)^{0.5}}$$

On a défini quatre classes de risques alcalins

S1 risque faible	$SAR < 10$
S2 risque moyen	$10 < SAR < 18$
S3 risque élevé	$18 < SAR < 26$
S4 risque très élevé	$SAR > 26$

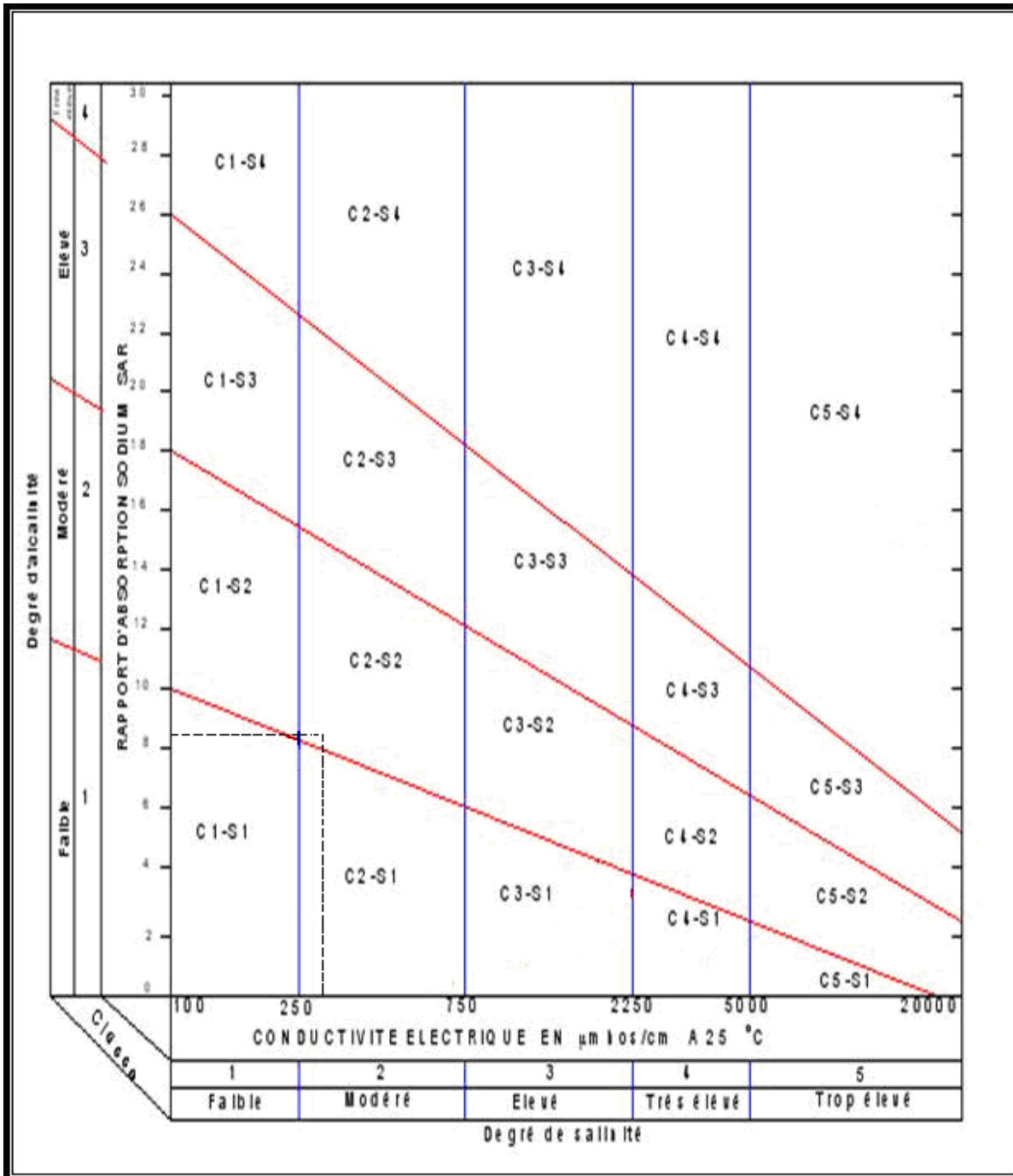
Analyse : $CE = 330 \mu\text{s}/\text{m}$ ($250 < CE < 750$). \Rightarrow Eau propre pour l'irrigation cependant pour éviter des futures problèmes de salinisation, il faudra du temps pour faire du lessivage capital ou initial et non d'entretien surtout pour le système d'irrigation localisée..

Nous avons $\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} = 0.45$; $0,45 < 1$ à 2 donc pas de danger d'alcalinisation.

$\frac{Na^+}{Ca^{2+}} = 1.06 < 5$ Donc on peut utiliser cette eau sans amendement

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\left(\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}\right)^{0,5}} \qquad S.A.R = \frac{95}{\left(\frac{89^2 + 122^2}{2}\right)^{0,5}} = 9,24$$

$9,24 < 10$ Donc risque faible et une eau propre à l'irrigation



FigIII-1) : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

La classe de notre eau d'irrigation est de C2-S2

Conclusion :

Un certain nombre des contraintes climatiques et pédologiques rendent aléatoires la création de cette parcelle irriguée. Si les sols présentent une aptitude médiocre pour les cultures annuelles fourragères et maraîchères cette aptitude devient très médiocre pour les espèces Arbustives en plus de rigueurs d'altitude et du climat. Ainsi de telles spéculations arboricoles présentent surtout un caractère expérimental car les arbres se trouvent à la limite de leur aire climatique et de leurs exigences pédologiques (poiriers et pommiers)

Néanmoins au vu de certains résultats expérimentaux. il s'est avère que certains espèces arbustives notamment l'amandiers et l'abricotiers peuvent cultiver dans cette zone, Nous avons opte dans notre projet d'implanter ces variétés d'arbres bien étendu certains avec des travaux au préalables (rooter;...) afin d'augmenter la profondeur de sol. les cultures auront donc de double objectifs

- 1- l'alimentation en fruits et les légumes de la région.
- 2- lutte contre l'érosion.

CHAPITRE IV :

Etude hydrologique

Introduction

Le but principal de l'étude hydrologique c'est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduit à calculer les besoins en eau des cultures implantées.

Le périmètre est situé dans une zone assez bien pourvue en stations pluviométriques qui fonctionnaient pendant de longues périodes ; cependant l'étude hydrologique ne concerne que la stations la plus proches du périmètre : La station de layoune.

IV.1- But de l'étude

L'analyse développée dans cette partie à pour objet d'évaluer la pluviométrie pour le périmètre irrigué, l'étude hydrologique est indispensable pour toutes mise en œuvre des projets : hydro-électrique, de distribution d'eau, de protection contre les crues, drainage d'irrigation, d'assainissement, barrage et de navigation fluviale.

IV.2-Présentation de la station

La station de layoune est prise comme station de référence, les caractéristiques de cette dernier sont résumé dans le tableau IV.1

Tableau IV.1 : Les caractéristiques de La station de layoune

code	011007
nom de station	layoune
X	436.5
Y	266.8
Z	900
Altitude	35° 6' 11''N
Longitude	2° 2'21''E

IV.3-Hydrologie

L'étude hydrologique dans notre cas à pour but de déterminer les précipitations mensuelles de fréquence ou dépassement de 80%.(TOUAÏBIA Bénina2004)

Le tableau V.2, illustre la précipitation moyenne mensuelle de 1980/1981 au 2009/2010.

Tableau IV.2 : précipitations moyennes mensuelles en (mm) (1989-2009)

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1980 /81	18.9	9.5	57.7	203.5	5.3	117.9	33.6	53.8	14.2	4.2	1.2	21.6	541.4
81/82	7.6	12.1	0	80.3	113.2	76.4	20.9	55.4	58.5	61.6	0	0.7	486.7
82/83	9.2	96.3	109.2	42.5	0	33.2	20.7	11.1	1.7	0	2	1.5	327.4
83/84	0	2.6	53.5	59.8	64.6	36.3	44.8	37.5	51.1	22.4	0.2	0.3	371.1
84/85	26.6	112.2	63	41.9	52.5	94.5	82.1	4.5	80.5	0	0	30	587.8
85/86	25.2	3	68	80.4	137.2	121.6	116.3	15.8	8.1	8.3	0	1.8	585.7
86/87	29.3	48.1	73.4	52.3	127.3	211.4	13.3	0	4.6	12.1	0	0	642.0
87/88	6.8	47.1	94.6	39.5	30.8	19.7	40.1	35.6	41.9	12	0	0	368.1
88/89	17.2	49	25.1	106	16.1	51.1	70	61.8	15	34	6.9	33.5	485.7
89/90	27.9	11.5	39.4	40.9	91.4	0	72.6	57	75.6	4.5	18	2.5	441.3
90/91	34.1	9.2	59.7	74	66	73	180	26.6	13.6	3.5	4.2	23.6	567.5
91/92	15.6	72.2	24.4	12.6	143	15.3	91.3	93	63.3	13.5	17.2	3.6	565.0
92/93	15.4	36.5	32.7	57.8	8.7	61.2	22.9	55.3	57.3	0	0	23.7	371.5
93/94	30	41.2	40.2	63.1	57.8	81.1	4.4	28.4	9.6	0	2.8	18.5	377.1
94/95	108	73.6	14	48.9	87.4	26	67.6	18.4	11.3	12.9	0	13.9	481.7
95/96	13.2	78.5	28.5	56.8	115.5	181	97	88.9	34.3	27.4	40.2	11.2	772.5
96/97	21.9	43.6	22.3	73.7	82.8	13.1	1.5	154.3	45.7	0	0	17.8	476.7
97/98	76.5	77.8	159.4	68	25.7	40.9	15.5	72.4	143.5	3.6	0	18.1	701.4
98/99	32.5	37.2	40.3	41.2	140.5	92.4	123.6	1.5	4.6	1.6	0	14.2	529.6
99/2000	23.3	46.2	56.4	174.3	1.3	0	4.9	52.7	9.9	0	0	8.9	377.9
2000/01	36.9	55.1	124.8	97.3	239.5	49.3	3.4	44.5	38.5	1.6	0	5.6	696.5
01/02	36.9	31.4	52	56.9	17	32.2	25.5	65.6	24.6	3	0	14.2	359.3
02/03	4.6	21.1	121.3	42.8	222.9	152.8	11.4	65.2	15.2	22.6	24.8	9.4	714.1
03/04	9.4	59.4	114.2	116.7	41	57.5	49.8	56.2	73.4	3.7	11.5	15.4	608.2
04/05	26.7	24.3	47.2	89.6	94.1	93.8	41.1	29.5	10.2	4.1	0	0	460.6
05/06	14.4	73.9	13.7	16.7	53.2	40.3	34.9	33	67	5.2	17.4	1.4	371.1
06/07	27.5	2.1	0.3	25.2	20.6	43.3	68	48.4	13.7	0.5	2.2	25.6	277.4
07/08	42.3	72.6	115.6	92.9	77.1	41.2	99.2	79.7	32.7	2.3	0	22.8	678.4
08/09	59.6	12.5	73.6	11.3	79.5	132.2	75.6	28.5	31	22.1	0	41.4	667.3
09/10	10.5	87.9	84.4	66.1	62.1	123.8	45	65.8	68.8	19.7	45	1	680.5
MOY	46	26	39.4	82.6	53.4	56	92	45.7	37.6	5.4	3.4	6.2	519.05

Source A.N.R.H station de layoune

La répartition des pluies est caractérisée par deux saisons bien marquées :

Une période humide allant de Novembre à Avril qui correspond à 80% du total annuel.

Une saison sèche allant de Mai à Octobre avec des minima en juillet et août durant lesquels les précipitations sont faibles.

IV.4- L'homogénéité de la série pluviométrique

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

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon.

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

On divise la série complète en deux sous séries y et x tel que :

N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$.

On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. A ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Mr Wilcoxon (TOUAIBIA;2004) montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec :

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

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

W_y : Somme des rangs de sous séries.

$$W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - u_1 - \frac{\alpha}{2} \left(\frac{(N_1 N_2)(N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}}$$

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

Tableau IV.3 : Le procédé de test d'homogénéité pour la station de layoune

Rang	P(mm)	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI(mm)	XUY
1	541.4	541.4	701.4	772,5	X
2	486.7	486.7	529.6	714,1	Y
3	327.4	327.4	377.9	701,4	Y
4	371.1	371.1	696.5	696,5	Y
5	587.8	587.8	359.3	680,5	Y
6	585.7	585.7	714.1	678,4	Y
7	642	642	608.2	667,3	Y
8	368.1	368.1	460.6	642	X
9	485.7	485.7	371.1	608,2	Y
10	441.3	441.3	277.4	587,8	X
11	567.5	567.5	678.4	585,7	X
12	565	565	667.3	567,5	X
13	371.5	371.5	680.5	565	X
14	377.1	377.1		541,4	X
15	481.7	481.7		529,6	Y
16	772.5	772.5		486,7	X
17	476.7	476.7		485,7	X
18	701.4			481,7	X
19	529.6			476,7	X
20	377.9			460,6	Y
21	696.5			441,3	X
22	359.3			377,9	Y
23	714.1			377,1	X
24	608.2			371,5	X
25	460.6			371,1	XUY
26	371.1			371,1	XUY
27	277.4			368,1	X
28	678.4			359,3	Y
29	667.3			327,4	X
30	680.5			277,4	Y

$$W_y = 202.$$

$$W_{\min} = 128.22$$

$$W_{\max} = 246.78$$

$$\text{Donc : } 128.22 < W_y < 246.78$$

La condition de Mr Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de LAYOUNE est homogène à suiel de $(1-\alpha)$ avec $\alpha=0.05$.

IV.5- Etude de l'échantillon et le choix du type de loi

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible.

Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes :

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

IV.5.1-Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal

Le procédé de calcul consiste à:

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

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

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

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

$U_{p\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

Pour les calculs on a utilisée le logiciel hyfran. Les résultats obtenus figurent au tableau IV -4 et au Feg IV.1:

Tableau IV.4: Ajustement à une loi de Gauss

Nombre d'observations: 30					
Paramètres					
mu	519.050000				
sigma	136.662503				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/q					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1030	71.3	888	1170
2000.0	0.9995	969	64.1	843	1090
1000.0	0.9990	941	60.8	822	1060
200.0	0.9950	871	52.5	768	974
100.0	0.9900	837	48.6	742	932
50.0	0.9800	800	44.5	713	887
20.0	0.9500	744	38.7	668	820
10.0	0.9000	694	33.9	628	761
5.0	0.8000	634	29.2	577	691
3.0	0.6667	578	26.1	527	629
2.0	0.5000	519	25.0	470	568
1.4286	0.3000	447	26.7	395	500
1.2500	0.2000	404	29.2	347	461
1.1111	0.1000	344	33.9	277	410
1.0526	0.0500	294	38.7	218	370
1.0204	0.0200	238	44.5	151	326
1.0101	0.0100	201	48.6	106	296
1.0050	0.0050	167	52.5	64.0	270
1.0010	0.0010	96.7	60.8	-22.5	216
1.0005	0.0005	69.3	64.1	-56.3	195
1.0001	0.0001	10.8	71.3	-129	150

L'examen graphique montre un bon ajustement (voir fig IV.1).

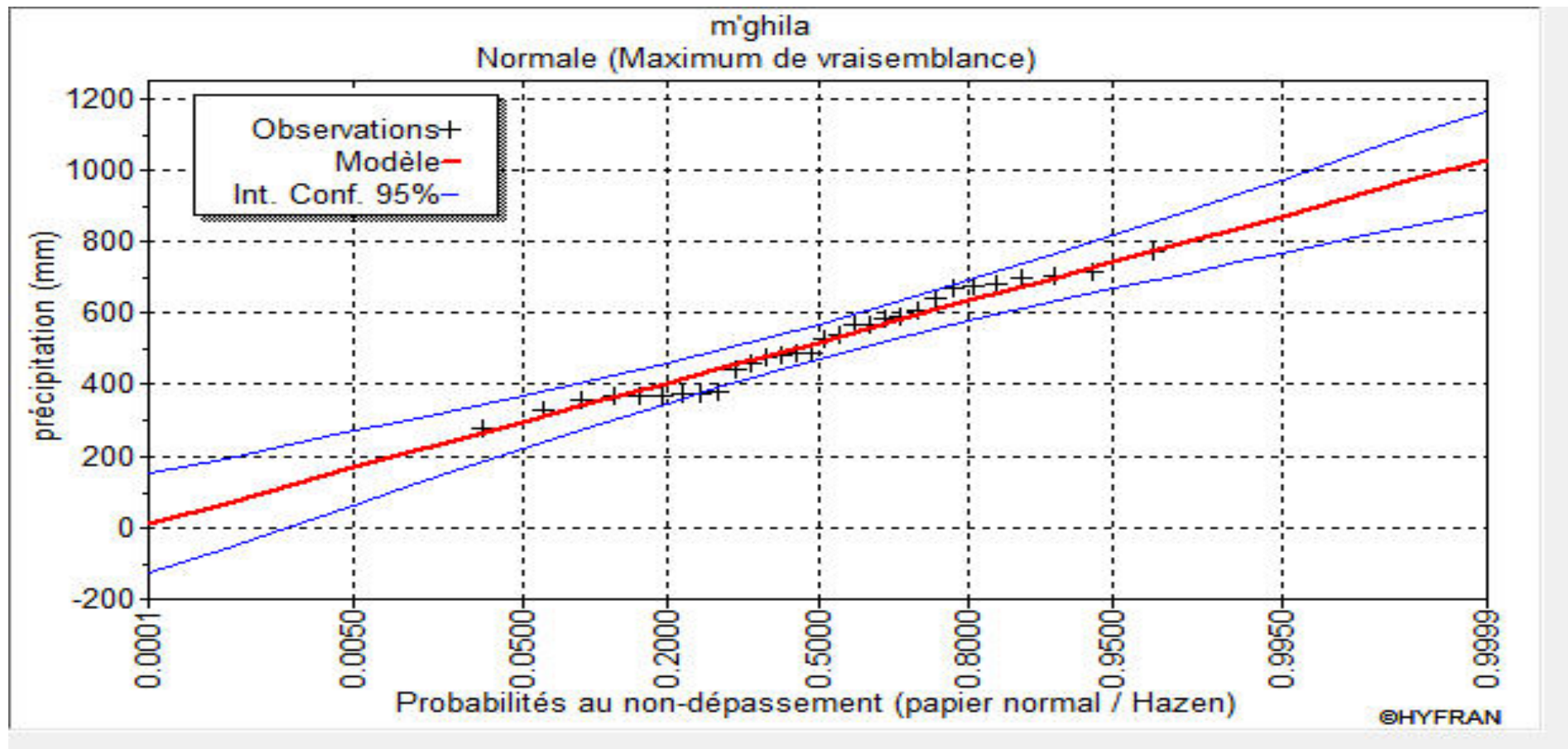


Fig.IV.1 :ajustement à une loi de Gauss

IV.5.1.1-Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss

➤ Test de Khi carrée

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

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

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

Tableau IV.5 : table du χ^2 .

α γ	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6.4 \quad \gamma = 4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6.4 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

Donc l'ajustement est à considérer.

IV.5.2- Loi du log normal ou loi de Galton

Cette méthode est comme suit :

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

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

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%} \dots \dots \dots \text{(II.9)}$$

Avec:

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

$X_{p\%}$: précipitation probable à p%.

$\overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}$: moyenne arithmétique des log des précipitations observées.

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

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots \dots \dots \text{(II.10)}$$

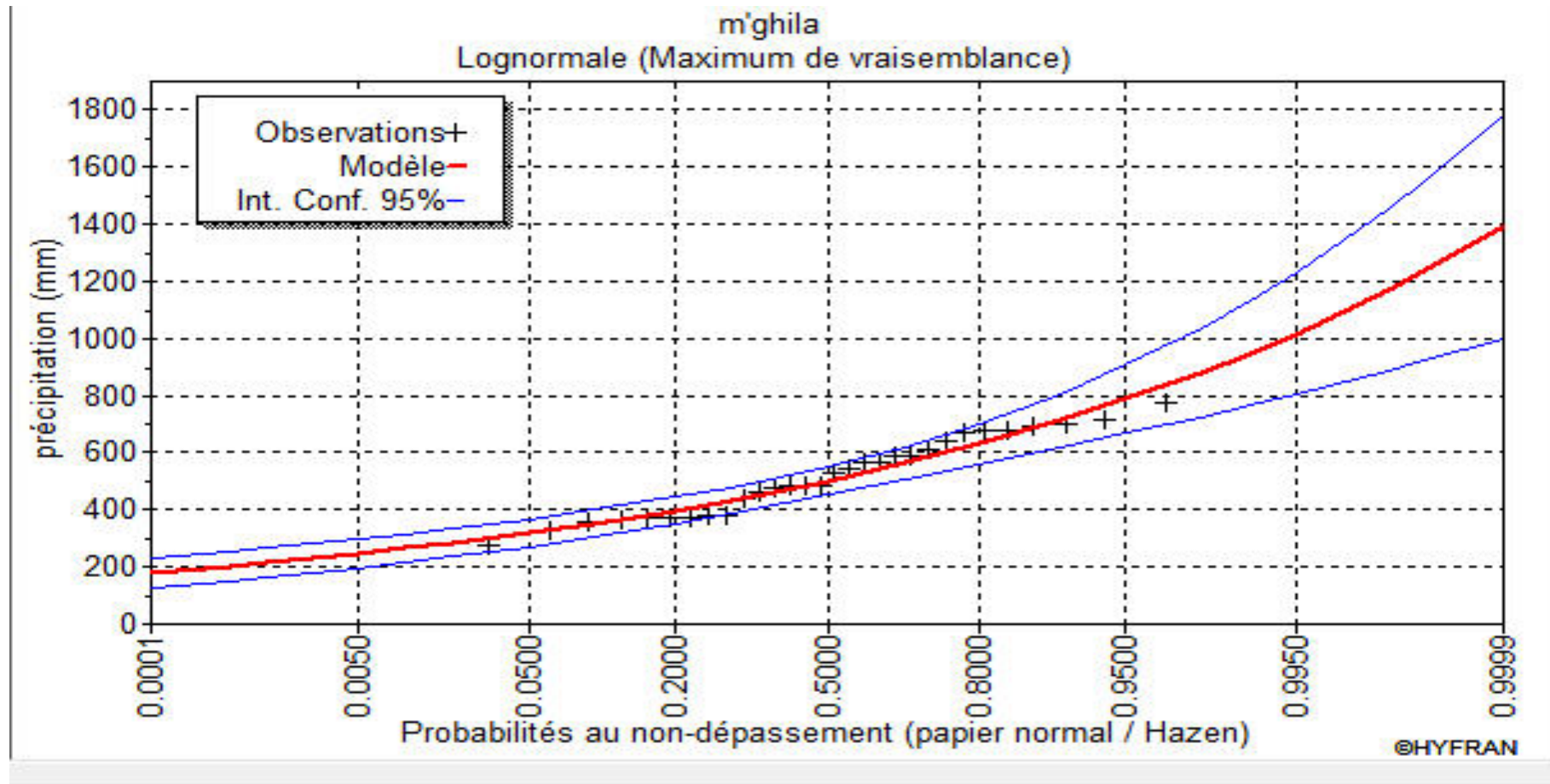
$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \dots \dots \dots \text{(II.11)}$$

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisée le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent au tableau IV -6 et au Fig IV.2:

Tableau IV.6: Ajustement à une loi de Galton

Résultats de l'ajustement					
Lognormale (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations: 30					
Paramètres					
mu	6.216691				
sigma	0.274527				
Quantiles					
$q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)					
$T = 1/q$					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1390	199	1000	1780
2000.0	0.9995	1240	159	924	1550
1000.0	0.9990	1170	143	890	1450
200.0	0.9950	1020	107	806	1230
100.0	0.9900	949	92.7	767	1130
50.0	0.9800	881	78.7	726	1030
20.0	0.9500	787	61.1	667	907
10.0	0.9000	712	48.6	617	808
5.0	0.8000	631	37.0	559	704
3.0	0.6667	564	29.6	506	622
2.0	0.5000	501	25.1	452	550
1.4286	0.3000	434	23.2	388	479
1.2500	0.2000	398	23.3	352	443
1.1111	0.1000	352	24.0	305	400
1.0526	0.0500	319	24.8	270	368
1.0204	0.0200	285	25.5	235	335
1.0101	0.0100	265	25.8	214	315
1.0050	0.0050	247	26.1	196	298
1.0010	0.0010	214	26.2	163	266
1.0005	0.0005	203	26.1	152	254
1.0001	0.0001	180	25.8	130	231



Feg.IV.2 : ajustement à une loi de Log normale

IV.5.2.1-Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton :

➤ Test de Khi carrée :

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

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

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.53 \quad \gamma = 4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.53 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

Donc l'ajustement est à considérer.

Conclusion

Le test de Khi carré et les figures n° IV.1 et n° IV.2 montrent que la loi log-Normale présente une adéquation meilleure que la loi de Normale.

IV.6- Détermination de l'année de calcul

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

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

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

Avec : i : mois

On déduire les résultats suivants :

$$P_{\text{théo ann 20\%}} = 398 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{théo ann 50\%}} = 501 \text{ mm.}$$

Donc les valeurs de $P_{i,sec\ 20\%}$ devient comme suit :

Tableau IV.7 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.

mois	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
$P_{i,moy}$ (mm)	46	26	39.4	82.6	53.4	56	92	45.7	37.6	5.4	3.4	6.2
$P_{i,80\%}$ (mm)	36.54	20.65	31.30	65.62	42.42	44.49	73.09	36.30	29.87	4.29	2.70	4.93

Conclusion

Au cours de ce chapitre, de dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

Quant à l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement à considérer avec les deux lois (loi de Galton et la loi de Gauss).

Concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, on constate que la loi de Gauss, adoptée dans notre projet.

Les calculs manuels des expressions statistiques nécessitent plus temps, mais avec l'outil informatique, on parvient aisément aux résultats escomptés. et l'utilisation des logiciels tel que HYFRAN nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

CHAPITRE V :

Régime d'irrigation

Introduction

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, systèmes agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols.

V.1. Types d'exploitations moyennes du périmètre par classes de superficie et les principaux types d'assolement en situation projetée :

En tenant compte des types d'exploitation et les principales cultures occupant la superficie du périmètre dans la situation de référence nous avons proposé les assolements à retenir par exploitation moyenne. Les exploitations types du périmètre de M'ghila sont représentées ci-dessous :

1.1) Modèle A ≤ 2 ha de SAU ,applicable pour les exploitations de petite taille inférieure à 2 ha l'assolement appliqué est purement maraichère . Le taux d'intensification est de 1,5.

1.2) Modèle B 3.5 ha de SAU retenu pour les exploitions de taille comprise entre 2 et 5 ha dont les potentialités agro-pédologiques sont limitées au développement des cultures annuelles avec les grandes cultures et des cultures maraichères. Le taux d'intensification est de 1,5.

1.3)Modèle C 12.5 ha de SAU retenu pour les exploitations de taille comprise entre 5 et 20ha ce modèle est préconisé dans les zones à aptitude culturale très favorable à l'arboriculture combinées avec du maraichage ,de l'arboriculture diversifiée (agrumes , arbres fruitiers à noyaux et à pépins) occupera la plus grande partie de la SAU du modèle . Le taux d'intensification est de 1, 5.

• les caractéristiques des modèles d'exploitation du périmètre de M'ghila sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau N°V.1 : Caractéristiques des modèles d'exploitations

<i>Modèle</i>	<i>Superficie de modèle (ha)</i>	<i>Superficie développée (ha)</i>	<i>Taux d'intensification</i>	<i>Nombre de modèle</i>
A : □ 2 ha	1.1	1.65	1.5	34
B : 2 à 5 ha	3.5	5.25	1.5	20
C :5 à 20 ha	12.5	18.75	1.5	6

V.2. L'occupation des sols :

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturale dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes (d'ordre climatique, social, Agro-pédologique).

L'adaptation des assolements identifiés auparavant aux différents types de modèles dépendra de la taille des exploitations agricoles et leurs potentialités culturales.

L'occupation des sols retenue pour le projet est donnée par le tableau suivant :

Tableau N°V.2 : Occupation de l'aire d'étude

<i>Cultures</i>	<i>Surface (ha)</i>
<i>Orge verte</i>	50
<i>Blè</i>	80
Pastèque/Melon	10
Vignes	12
Haricot	9
<i>Tomate</i>	10
<i>Pomme de terre</i>	15
<i>Piment</i>	12
Petits pois	12

V.3. Rotation des assolements :

Pendant la période sèche, l'absence ou l'insuffisance des ressources hydriques réduit et rend impossible la pratique d'une deuxième culture.

Le retour fréquent des cultures de la même famille sur la même parcelle, favorise nettement la prolifération et le développement des maladies et parasites spécifique, cas de Nématodes chez les Solanacées ainsi que l'apparition de certaines espèces de mauvaise herbes. (BENABDELKADER A 2010)

Les calendriers d'occupations des sols, ci après synthétisent l'assolements suscités et donnant ainsi les cultures caractéristiques de chaque assolement :

Assolement 1 : purement maraicher plein champ-Applicable au modèle A □ 2 ha

Soles	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fèvr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
1 ère année 0.4 ha	Melon ←→			Pomme de terre primeur ←→					Pastèque ←→			
2 eme année 0.4 ha	Past. ←→								Tomate ←→			
3 eme année 0.4 ha	Tomate ←→					Petits pois ←→						
4 eme année 0.4 ha	P. de terre arr.saisou ←→											
5 eme année 0.4 ha				Pomme de terre primeur ←→					Melon ←→			

V.4. Besoin en eau du périmètre :

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 (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de telle 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 retenue dans le calendrier agronomique, pour ce la il faut déterminer :

V.4.1 L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo) :

C'est l'évapotranspiration maximale (c.à.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).

Pour calculer l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des Variables climatiques, les plus communiquements employés sont:

- Méthodes de lys mètre
- 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:

- Prinstley- 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 l'estimation de ETo du gazon.

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

$$ETo = C \times [w \times Rn + (1 - w) \times F (u) \times (ea - ed)] \dots\dots\dots(5-1)$$

ETo : 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/ jr

F (u) : fonction liée au vent.

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

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

(ea - ed) : 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 Mr Penman et Montheit modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les 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

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

CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau N°V.3: Evapotranspiration de référence (ETo) de la zone d'étude selon Penman Monteith

<i>Evapotranspiration de référence (ETo) (Penman et Monteith)</i>							
<i>Pays: TISSEMSILT</i>				<i>Station climatique : LAYOUNE</i>			
<i>Mois</i>	<i>Temp. min</i>	<i>Temp. max</i>	<i>Humidité</i>	<i>Vent</i>	<i>Insola</i>	<i>Radiation</i>	<i>ETo - penman</i>
	<i>°C</i>	<i>°C</i>	<i>%</i>	<i>m/s</i>	<i>heurs</i>	<i>MJ/ m2.day</i>	<i>mm / day</i>
<i>Janvier</i>	5.4	12.1	74	2.6	7.1	10.8	1.44
<i>Février</i>	6.0	12.8	75	3.2	7.6	13.7	1.93
<i>Mars</i>	7.2	15.3	68	2.7	9.5	19.2	2.88
<i>Avril</i>	9.3	17.7	67	3.4	10.8	23.9	3.93
<i>Mai</i>	11.8	21.0	65	3.3	12.7	28.3	5.03
<i>Juin</i>	17.2	17.5	55	3.3	13.6	30.1	5.52
<i>Juillet</i>	21.2	32.2	45	3.2	15.6	32.6	8.32
<i>Août</i>	20.2	21.1	50	3.0	14.3	29.4	5.94
<i>Septembre</i>	17.4	27.7	58	2.9	11.1	22.2	5.19
<i>Octobre</i>	13.0	21.7	66	2.6	9.3	16.6	3.16
<i>Novembre</i>	8.7	16.0	73	2.7	7.8	12.0	1.86
<i>décembre</i>	6.8	12.8	77	2.1	7.1	10.1	1.20
<i>moyenne</i>	12.0	19.0	64	2.9	10.5	20.7	3.87

V.4.2 La pluie efficace:

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations 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 on distingue deux (2) cas:

- 1) Pluie efficace (Peff) = 0 pour les mois où la pluie ne dépasse pas les 5 mm.
- 2) Pluie efficace (Peff) = 80 % de la pluie moyenne mensuelle dans les autres cas.

Les valeurs moyennes mensuelles de Peff sont regroupées dans le tableau suivant:

Tableau N°V.4 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Total annuel
P (mm)	67.3	70.6	115.9	57.6	47.4	6.8	4.3	7.8	58.0	32.8	49.6	104.0	621.9
Peff (mm)	53.8	56.4	92.7	46.1	37.9	5.4	3.4	6.2	46.4	26.2	39.7	83.2	497.5

V.4.3 L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ET_c):

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

$$ET_c = K_c \times ET_o \dots \dots \dots (5-2)$$

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

V.4.4- Efficience de l'irrigation:

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u$$

Avec: **E_i**: Efficience d'irrigation en (%)

E_e : Efficience de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

On considère une efficience globale, produit entre les trois efficacités décrites cidessus égalé à 0,75

V.4.5- Les besoins eau des cultures suivant le calendrier cultural

L'appréciation des besoins en eau des cultures, par le logiciel CROPWAT, nécessite l'introduction des renseignements ci après :

- Durée des phases de croissance (en jour) : initiale, mi-saison, développement et récolte.
- Coefficients culturaux (K_c) : pour chaque phase de croissance et pour chaque culture.
- Profondeur d'enracinement (P) en (mètre) : deux valeurs sont entrées celle de la phase initiale et celle de la phase plein développement.
- Tariessement admissible (p) du sol, exprime en fraction d'humidités totales disponibles :

C'est le niveau critique de l'humidité du sol a partir du quel le stress du au manque d'eau se fait sentir, affectant l'évapotranspiration et la production de la plante.

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU) + D \dots\dots\dots (5-3)$$

Avec :

- B : besoin en eau d'irrigation (mm) ;
- ETP : évapotranspiration (mm / jour) ;
- P_{eff} : pluie efficace ;
- RFU : réserve facilement utilisable ;
- D : drainage.

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z \dots\dots\dots (5-4)$$

Avec :

- Y : degré de tarissement.
- D_a : densité apparente.
- Z : profondeur d'enracinement mm.
- H_{cc} : humidité à la capacité au champ.
- H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

V.4.6- Détermination des besoins en eau des cultures

Pour le calcul des besoins en eau de l'arboriculture on a utilisé une méthode de bulletin du FAO N°36. Cette méthode consiste à déterminer :

L'irrigation est fait lorsque $B > 0$, (d'après la formule 5-4).

V.4.6.1- Besoin en eau d'irrigation

V.4.6. 1.1- Le besoin d'irrigation net, Bnet

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théorique 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).

V.4.6.1.2- Le besoin d'irrigation brut, Bbrut

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$B_{\text{brut}} = B_{\text{net}} \cdot R_p \quad ; \quad (\text{mm/j}) \dots \dots \dots (5-6)$$

Avec : R_p : rendement de l'irrigation à la parcelle.

$$R_p = \frac{E \cdot C_u}{100} \dots \dots \dots (5-7)$$

E : coefficient qui exprime l'efficacité de l'arrosage dépend de la texture du sol.

C_u : coefficient d'uniformité.

L_R : besoin supplémentaire en eau pour le lessivage du sol pour l'irrigation.

NB : On introduire les donnée climatique dans le logiciel CROPWAT 8.0 mais on obtenu certain résultat faut.

Les résultats de calcul pour les différentes cultures sont reportes dans les tableaux V.5

Tableaux V.6: tableau récapitulatifs des besoins d'irrigation des cultures:

cultures	Besoins mensuel (mm/mois)												Total	
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A		
Blè			10.6	14	4.2	39.2	75.1	88.7	74.2					306
Vignes	61.9	25.7						1.4	16.7	46.7	57.6	74.7		284.7
Orge			1.2	9.1	6.1	46.3	83.1	74.4						220.2
Pomme de terre	114.5	16.7								81	233.2	205.9		651.3
Pastèque/Melon								46.8	126.24	171.84	107.92			452.8
Haricot								18.3	106.6	157.6				282.5
piment	48.7								42.6	106.6	165	158.5		521.4
Tomate	85.6								50.5	126.1	282.8	204.1		749.3
Petits pois								72.7	137	61.4				271.1
	310.7	42.4	11.8	23.1	10.3	85.5	158.2	302.3	553.84	751.24	846.52	643.2		3739.3

Les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le périmètre qui irrigué à partir de la retenue collinaire de M'ghila sont reportés dans l'annexe, le tableau V.7 récapitule les résultats.

Tableaux V.7: tableau récapitulatifs des Besoins annuel totaux :

cultures	Superficie en (ha)	Besoins annuel en(m ³ /ha)	Besoins annuel totaux en(m ³)	Efficiencie (%)	Besoins bruts en(m ³)
Blè	80	3060	244800	75	326400
Vignes	12	2847	34164	75	45552
Orge	50	2202	110100	75	146800
Tomate	14	7493	104902	75	139869.33
Piment	12	5214	62568	75	83424
Pastèque/Melon	7	4528	31696	75	42261.33
Haricot	9	2825	25425	75	33900
Petits pois	12	2711	32532	75	43376
Pomme de terre	15	6513	97695	75	130260
Total			743882		991842,66

D'après le tableau les besoins bruts en eau pour l'irrigation du périmètre sont estimés à environs 1.00Mm³.

V.4.7 -CALCUL DES DEBITS A TRANSITER PAR LE RESEAU COLLECTIF :

Les conditions de la desserte envisagée plan de bornage, pression à délivrer, modalité d'utilisation des prises et le tracé du réseau, les débits à transiter par chaque tronçon doivent être définis après avoir déterminé le débit spécifique.

V.4.7.1 -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 [5-8] et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K} \quad (\text{l/s/ha}) \dots\dots\dots(5-8)$$

Tels que :

B_m: Besoins mensuels maximum net en m³/ha.

T : Temps d'irrigation par jour ≈ 20h/j.

t : Durée d'irrigation en jours = 26jours.

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75.

Assolement n°1 : $Q_1 = 1.22 \text{ l/s/h}$ pour $S_1 = 2 \text{ ha}$

Assolement n°2 : $Q_0 = 0.76 \text{ l/s/h}$ pour $S_0 = 12.5 \text{ ha}$

V.4.7.2-Loi de débit

Conformément à la figure ci-dessous la loi de débit est donnée sous la forme suivante :

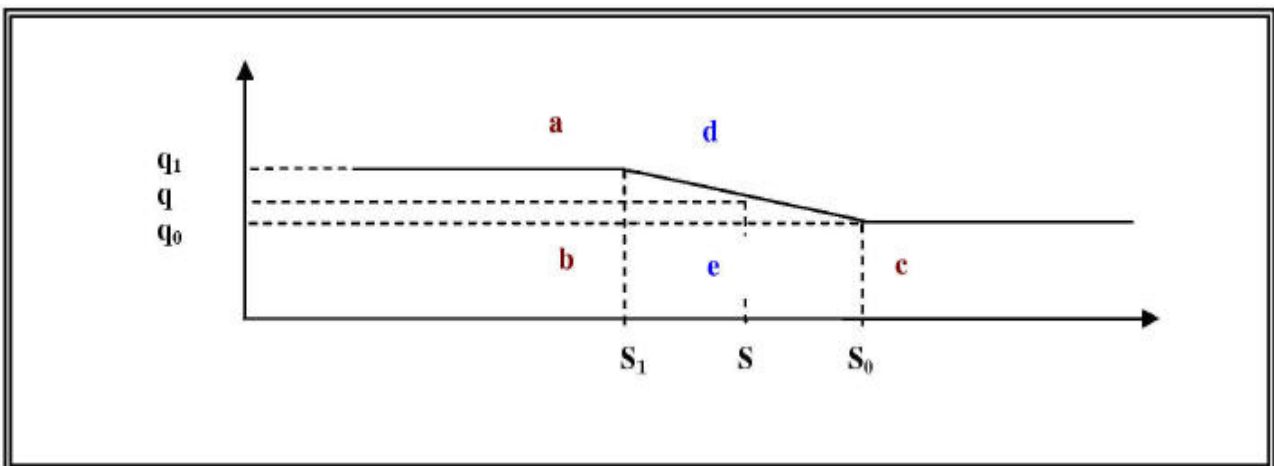


Fig.V.1.Représentation graphique de la loi de débit

Le calcul des débits réservés pour alimenter les îlots dépend directement de la surface de ce dernier suivant la fonction ci-après :

$$Q = q_0 S \quad \text{si } S \leq S_0$$

$$Q = q S \quad \text{si } S_0 < S < S_1 \quad \text{tel que } \frac{q - q_1}{q_0 - q_1} = \frac{S_1 - S}{S_1 - S_0} \Rightarrow q = \frac{S_1 - S}{S_1 - S_0} (q_0 - q_1) + q_1.$$

$$Q = q_1 S \quad \text{si } S \geq S_1$$

Avec :

$S_1 = 2\text{ha}$: la superficie moyenne des sous branches.

$S_0 = 12.5 \text{ ha}$: la superficie de la plus grande branche.

S : Surface desservie par la borne (ha).

$q_1 = 1.22 \text{ l/s/ha}$: Débit de pointe de la assolement n°1

$q_0 = 0,76 \text{ l/s/ha}$: Débit de point de la assolement n°2

$$q = q_0 + (q_1 - q_0) \left(\frac{S_0 - S}{S_0 - S_1} \right)$$

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

Conclusion :

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

Ces derniers sont importants à connaître, car ils peuvent nous indiquer si la quantité d'eau est suffisante ou pas. donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre

CHAPITRE VI :

Réseau de distribution

Chapitre n° VI : calcul du réseau de distribution.

VI.1) Généralités :

Les réseaux de distribution sous pression se présentent sous deux formes : maillés ou ramifiés. Les premiers sont coûteux, or ils présentent une meilleure exploitation, surtout lors des réparations qui ne cause pas de rupture d'eau qu'au tronçon lui-même, système peut être rentable en AEP ; par contre dans les réseaux ramifiés la rupture d'eau peut durer de un à trois jours pour toute la branche avale, ce qui est peut être toléré en irrigation. Aussi, La conception des réseaux modernes est une exigence des études technico-économiques ; alors les orientations suivantes sont à considérer :

Au niveau de l'utilisation de l'eau à la parcelle :

- Irrigation par aspersion, où chaque exploitant dispose d'un lot individuel de matériel d'arrosage avec lequel il organise ses irrigations.
- Irrigation pratiquée à partir des prises d'irrigation spécifiques à chaque îlot d'exploitation et regroupées sur les bornes d'arrosage.

Au niveau de la distribution de l'eau :

- Réseau collectif de distribution, de canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants par l'intermédiaire des bornes d'arrosage.
- Distribution de l'eau à la demande, chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il souscrit à toute heure, jour et nuit.
- Vente de l'eau aux irrigants par l'organisme de gestion du réseau collectif, sur la base des débits souscrits et des volumes effectivement prélevés.

Les caractéristiques de service du réseau sont les conditions de la desserte en eau, elles concernent les trois points suivants :

- Les conditions hydrauliques de la desserte, caractérisées par le débit maximal délivré à chaque prise d'irrigation et la pression minimale garantie.
- Les conditions d'accès à la prise d'irrigation, qui se traduisent dans l'espace par un plan de bornage spécifiant l'implantation des différentes prises d'irrigation et leur regroupement sur des bornes du réseau.
- Les modalités d'utilisation de ces prises : l'irrigation à la demande ou irrigation au tour d'arrosage. (JEAN. R.T 2006)

VI.2) Description du réseau :

En fonction du parcellaire, on détermine la position des bornes (le plan de bornage) et à chaque borne est associée une surface brute permettant de définir le débit qu'il lui faut. Suivant le nombre de parcelles de l'îlot on fixe le nombre de prises d'eau.

La détermination du tracé peut se faire de manière pragmatique, c'est à dire, suivant les limites des parcelles, les chemins ou les routes et après étude de l'ensemble, sans négliger le coté économique (choisir le tracé le plus court), on aboutit au tracé d'un dispositif de réseau ramifié défini par l'ensemble des tronçons. Chaque tronçon est l'élément du réseau réunissant deux nœuds consécutifs. Un nœud est caractérisé par une borne ou une jonction.

La description du réseau doit respecter quelques règles :

- Deux nœuds ne peuvent porter le même nom (ou numéro).
- Un tronçon ne peut avoir plus de deux successeurs (branches).
- On ne doit introduire qu'un seul tronçon de tête.
- Un nœud (borne) ne peut porter plus de quatre prises.

VI.3) Dimensionnement du réseau de distributions :

Un réseau collectif de distribution peut fonctionner en plusieurs modes parmi eux :

VI.3.1) Distribution d'eau à la demande :

Dans ce mode chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit à toute heure du jour ou de la nuit. L'organisme de gestion du réseau vend l'eau sur la base des débits souscrits à l'irrigant et les volumes effectivement prélevés. Ce pendant le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu (le débit qui serait nécessaire si l'irrigation s'effectuait 24h sur 24 pendant la période de pointe). De là, un limiteur de débit, monté sur chaque prise d'irrigation, qui va interdire le dépassement du débit souscrit est indispensable. La pression à assurer à l'amont du réseau collectif est généralement de l'ordre de 3.5 à 4.5 bars, correspondant à une irrigation avec asperseurs à moyenne pression.

VI.3.2) Distribution au tour d'arrosage :

Elle est inspirée du mode de desserte spécifique des réseaux d'irrigation de surface avec réseau collectif constitué de canaux à ciel ouvert dont le débit transité par chaque tertiaire correspond au module d'irrigation et cela successivement pour tous les îlots dépendant de ce tertiaire, l'analogie des

systèmes de distribution sous pression au réseaux de surfaces c'est traduite par deux modalités de fonctionnement.

VI. 4) Tour d'arrosage à la borne :

Chacune des bornes représentant le tertiaire dans le réseau de surface, reçoit un débit correspondant au débit fictif continu ce qui constitue alors le module d'irrigation qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne.

VI.4.1) Tour d'arrosage au niveau de l'antenne :

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles en appliquant la modalité précédente pourront être trop faibles. On peut alors songer à regrouper plusieurs bornes sur une antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées desservies par cette antenne constituera le module d'irrigation successivement délivré aux différentes prises de l'antenne, ce principe d'organisation correspond à un tour d'eau à module variable, ou l'antenne joue le même rôle que le tertiaire de l'irrigation de surface.

VI.4.2) Choix du mode de distribution :

Bien que le débit à desservir dans le mode de distribution à la demande soit supérieur au débit fictif continu, ce qui engendre un coût d'investissement relativement supérieur à celui du mode de distribution au tour d'arrosage, n'entraîne pas de sujétions de la part de l'irrigant (nombre d'heures d'irrigation fixe à l'avance avec liberté d'utilisation permettant même les interventions de nuit). De là, et sur tout dans notre pays ou

Les campagnes de sensibilisation des agriculteurs sont presque existantes.

VI.5) calcul des débits des tronçons :

VI.5.1) la méthode :

Dans le cas de la distribution à la demande le débit affecté à chaque prise est supérieur au débit fictif continu qui lui est nécessaire. Ce qui va engendrer des débits énormes si on procède par sommation pour le calcul des débits à transiter par les différents tronçons du réseau de distribution. Pour cela on va utiliser la méthode de réseau ramifier avec une conduit télescopique.

VI. 6) optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution :

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.
- Conditions aux limites aval, c à d côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux.

VI.6.1) Calcul Des Diamètres:

Ayant ainsi déterminé les débits de canalisations à transmettre pour chaque îlots, pour suite on fait la détermination des diamètres, pour ce la on utilise la formule suivante:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\Pi * V}}$$

Au début on va fixe la vitesse en 1,1 m/s, dans ce cas on a déterminé le calcul de diamètre il faut normaliser les résultats en fonction de la dimension commerciale des conduites.

(200, 150, 125, 100,60) mm puis on corrige la vitesse

$$V = \frac{4 * Q}{\Pi * D^2}$$

VI.6.2) La vitesse admissible

La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique et n'a pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation. Par contre, la fixation d'un seuil maximum de vitesse tolérée correspond à un compromis entre :

- La recherche d'économiser le coût d'investissement.
- Les risques de corrosion.

En général dans le projet d'irrigation on prend la vitesse entre (0,5-2) m/s.

Tableau VI.1: Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres.

Diamètre (mm)	Seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse minimum	Vitesse maximum
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	-
250	0,40	-
300	0,40	-
350	0,40	-
400	0,50	-
500	0,50	-
600	0,50	-
700	0,50	-
800	0,50	-
900	0,50	-

VI.6.3) Calcul des pertes de charges:

$$\Delta H = \frac{K * L * Q^2}{D^m}$$

D: Diamètre de la conduite (mm)

ΔH : Perte de charge (m)

Q : débit m³/s

K: rugosité de la conduite pour PE (K= 0.001052 et m = 4.772)⁽¹⁾

Les pertes de charge linéaire sont déterminées à partir de la formule de **DARCY-**

WEISBACH :

$$\Delta H_L = \frac{L\lambda V^2}{2gD}$$

Où V : est la vitesse moyenne de l'eau dans la section (m/s).

g : l'accélération de la pesanteur.(g = 9,81m/s²)

L : longueur de la conduite (m)

D : diamètre intérieur de la conduite (m).

λ : Coefficient de frottement linéaire (coefficient de perte de charge). donné par la formule de **COLEBROOK**

$$\lambda = f\left(\text{Re}, \frac{\varepsilon}{D}\right)$$

Re : nombre de **REYNOLDS**

ε : coefficient de rugosité équivalente de la paroi

Pour le tube PE $D \leq 200\text{mm}$; $\varepsilon = 0.01\text{mm}$

$$D \geq 200\text{mm} ; \varepsilon = 0.02\text{mm} \quad \text{Re} = \frac{VD}{\nu}$$

V : vitesse d'écoulement (m/s).

ν : Viscosité cinématique de l'eau, à 20°C $\nu = 1.01 \times 10^{-6} \text{m}^2 / \text{s}$

VI.6.4-Matériaux de construction des canalisations

VI.6.4.1- Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

VI.6.4.2-les matériaux

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint. Nous utiliserons les conduites en PEHD (polyéthylène à haute densité) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 500 mm et inférieur à 25 Bars, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 600 mm.

a) Conduite en fonte

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides.

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponibles sur le marché.

b) Conduite en acier

Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est la corrosion.

c) Tuyaux en PVC (Polyvinyle de chlorure)

- Bonne résistance à la corrosion ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile.

Leur inconvénient est le risque de rupture.

Remarque :

Dans notre projet on utilise des conduites en **PVC**.

VI.6.4.3- Avantages des canalisations en PVC

- Ils supportent des pressions élevées ;
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);
- Ils peuvent être adaptés à toutes les conditions de service;
- Ils offrent une bonne flexibilité ;
- Disponible sur le marché.

VI.6.5) Calcul du coefficient de frottement linéaire :

Le calcul du coefficient de frottement linéaire se fait comme suit :

En premier approximation la valeur de λ est déterminée par formule de **NIKURADZE**

$$\lambda = \left(1,14 - 0,86Ln \frac{\varepsilon}{D} \right)^{-2}$$

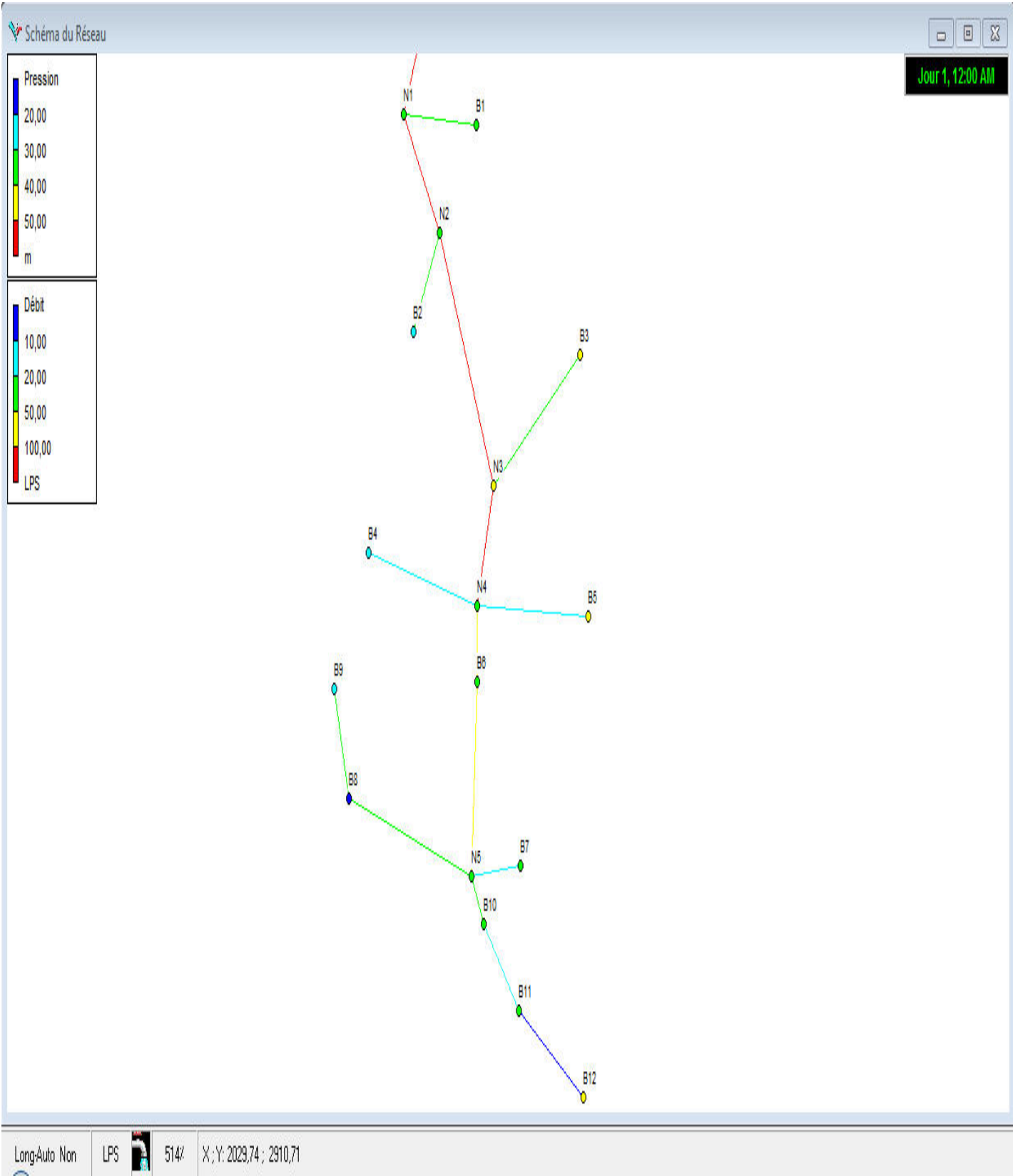
Les pertes de charges singulières sont estimées à environ 10% des pertes de charges linéaires

Vérification de calcul hydraulique par l'épannel

Tableau VI-2: calcule hydraulique du réseau collectif de distribution

État des Noeuds du Réseau				
	Altitude	Demande Base	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	M	m
Noeud N1	46	0	78,14	32,14
Noeud B1	39	22,96	76,52	37,52
Noeud N2	41	0	76,96	35,96
Noeud B2	49	22,54	75,81	26,81
Noeud N3	35	0	75,28	40,28
Noeud B3	28	33,77	72,3	44,3
Noeud N4	38	0	74,63	36,63
Noeud B4	47	17,99	73,02	26,02
Noeud B5	26	16,8	73,22	47,22
Noeud B6	38	17,06	74,24	36,24
Noeud N5	37	0	72,96	35,96
Noeud B7	34	19,58	71,48	37,48
Noeud B8	53	11,69	71,96	18,96
Noeud B9	51	26,13	71,25	20,25
Noeud B10	35	9,66	72,51	37,51
Noeud B11	31	2,18	70,72	39,72
Noeud B12	24	8,31	66,6	42,6
Bâche 1	103	Sans Valeur	103	0

	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	gradient	Pert.Charge	matériaux
ID Arc	M	mm	LPS	m/s	m/km	m	PVC
Tuyau 2	286,595	180	22,96	1,06	5,66	1,62	PVC
Tuyau 3	390,584	450	185,71	1,37	3,04	1,19	PVC
Tuyau 4	208,753	180	22,54	1,04	5,47	1,14	PVC
Tuyau 5	698,743	450	163,17	1,2	2,4	1,68	PVC
Tuyau 6	432,551	200	33,77	1,26	6,88	2,98	PVC
Tuyau 7	234,81	400	129,4	1,21	2,78	0,65	PVC
Tuyau 8	443,223	180	17,99	0,83	3,63	1,61	PVC
Tuyau 9	439,743	180	16,8	0,77	3,21	1,41	PVC
Tuyau 10	139,439	355	94,61	1,12	2,79	0,39	PVC
Tuyau 11	370,344	315	77,55	1,17	3,47	1,29	PVC
Tuyau 12	196,166	160	19,58	1,14	7,53	1,48	PVC
Tuyau 13	208,566	225	37,82	1,12	4,76	0,99	PVC
Tuyau 14	100	180	26,13	1,2	7,17	0,72	PVC
Tuyau 15	99,995	180	20,15	0,93	4,46	0,45	PVC
Tuyau 16	224,401	125	10,49	1	7,97	1,79	PVC
Tuyau 17	425,156	110	8,31	1,02	9,68	4,12	PVC
Tuyau 18	11011,699	500	208,67	1,25	2,26	24,89	PVC



FigVI-1 : Schémas de calcul hydraulique par l’epanet

VI.7) Les équipements du réseau de distribution :**VI.7.1) les équipements de contrôle des conduites :****VI.7.1.1) Les vannes :**

Leur utilité dans les réseaux d'irrigation est d'isoler les appareils placés en dérivation sur le réseau (ventouses, clapet d'entrée d'air, soupapes de décharge...), de réaliser les ouvrages de vidange des conduites et d'isoler des parties du réseau sur lesquelles il sera possible d'intervenir (réparation ou réalisation d'un piquage) sans faire arrêter complètement le réseau d'irrigation

Pour bien équiper notre réseau, conformément aux normes, tout groupe de dizaine de bornes sera équipé d'une vanne de sectionnement en tête. Il en sera de même pour toute borne isolée qui sera dotée d'une vanne de sectionnement en tête, sauf dans le cas où la canalisation reliant la conduite secondaire à la borne est inférieure à 50m la vanne sera placée près de la borne.

Pour le sectionnement des conduites ; on utilise deux types de vannes, vanne à opercule à cage ronde pour les diamètres supérieurs à 300mm et des vannes à papillon pour les diamètres plus importants.

VI.7.1.2) Le ballon hydro pneumatique :

Le ballon hydro pneumatique est utilisé quand l'origine du coup de bélier à la station de pompage, lorsque celle-ci refoule directement dans le réseau.

VI.7.2.1) Les ventouses :

Les ventouses sont utilisées pour le dégazage des conduites en service, l'évacuation de l'air lors du remplissage et l'entrée d'air lors de la vidange. Ce qui peut remédier au coup de bélier engendré par les surpressions ayant naissance, en fin de purge, à l'annulation brutale de la vitesse de l'eau qui s'écoulait pour se substituer à l'air purgé, ou encore lors de l'évacuation d'air qui se produit de manière accidentelle à l'ouverture de la vanne de garde d'une borne alors qu'une poche d'air s'était accumulée.

Le principe de fonctionnement d'une ventouse est basé sur un flotteur qui obture un orifice situé au sommet de la ventouse, si de l'air s'accumule dans le corps de la ventouse, le flotteur descend et libère l'orifice jusqu'à expulsion complète de l'air accumulé.

Les ventouses sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes. Elles sont choisies directement en fonction du diamètre de la conduite. Ce qui est montré dans le tableau suivant :

Tableau VI-3): diamètre des ventouses adapte à la canalisation

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

VI.7.2.2) Les bornes d'irrigation :

La borne d'arrosage constitue un appareil compact, plus particulièrement étudié pour les réseaux fonctionnant à la demande et cumulant plusieurs fonctions, l'arrêt ou mise en service de la borne, desserte à un ou plusieurs usagers disposant chacun d'une prise individuelle, régulation de la pression, limitation du débit prélevé par chaque prise à la valeur maximale affectée à l'utilisateur par conséquent comptage des volumes débités par chaque prise et en fin la protection contre le gel et le ventousage.

VI.8) Etablissement du profil en long :

L'établissement du profil en long de la conduite maîtresse du réseau de distribution est fait sur la base des conditions technique ci-après :

La hauteur minimale de couverture est de 1.1 mètre au- dessus de la génératrice supérieure de la conduite.

La hauteur maximale de fouilles est de 3 mètre.

Les pentes minimales imposées :

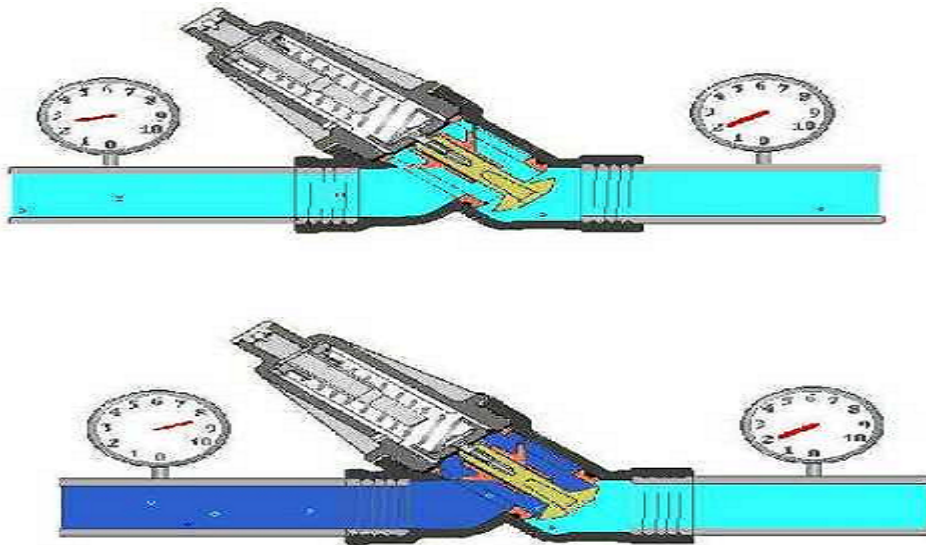
- conduite ascendantes : 0.001 pour $D \geq 600\text{mm}$.
0.002 pour $D \leq 500\text{mm}$.
- conduite descendantes : 0.003 pour $D \geq 600\text{mm}$.
0.004 pour $D \leq 500\text{mm}$.

VI.9) Schémas des différents équipements :

FigVI-2 : Les vannes de sectionnement.



FigVI-3 : Ventouses



FigVI-4 : Vanne de réglage de débit

VI.10) CALCUL DE L'INSTALLATION GOUTTE A GOUTTE :

Dans ce chapitre, nous essayons de faire un calcul hydraulique du réseau d'irrigation goutte à goutte afin d'obtenir des mesures acceptables, et un dimensionnement plus économique sans oublier les conditions hydrauliques. (LAKHDAR Z., BRAHIM M 2004)

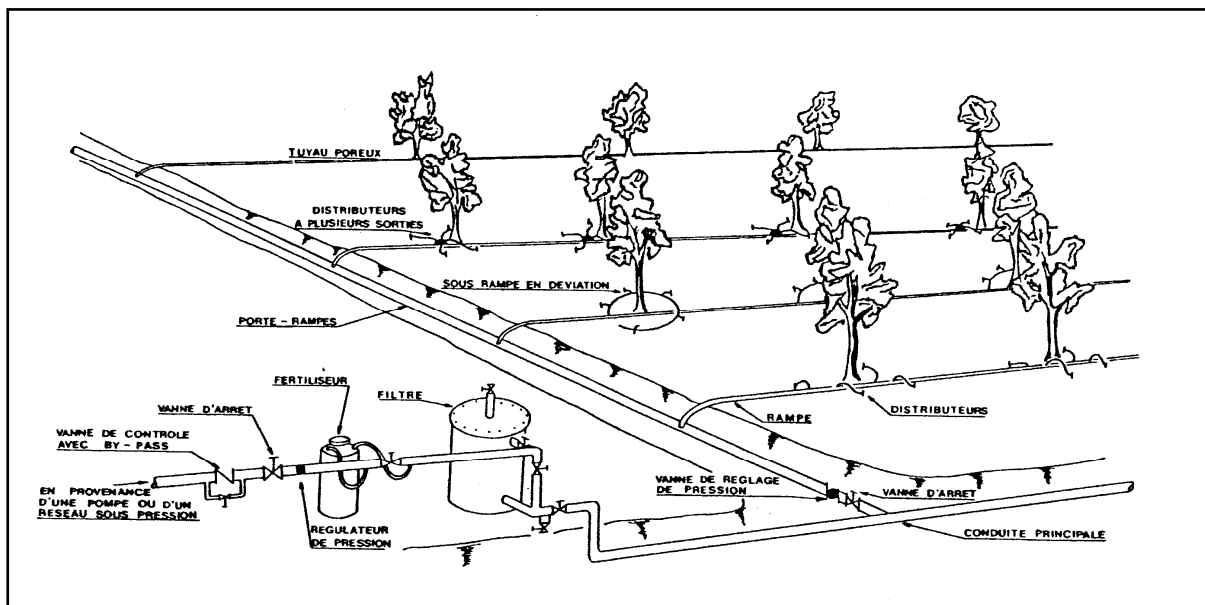


Fig.VI-5-Partie essentielle d'une installation localisée**VI-10-1 Calcul de l'installation Pour l'abricotier:****VI.10.1 .1.Données générales pour le Vignes:****Tableau VI-4** : données générales pour le Vignes.

Culture	parcelle 1 : Vignes	parcelle 2 : Vignes
Espacement entre arbres	1m	1m
Espacement entre rangs	1m	1m
Surface de périmètre	5.2 ha	5.2ha
<u>Caractéristique de goutteur</u>		
Débit nominal	4l/h	4l/h
Pression nominale	10 mce	10 mce
Espacement des goutteurs	1m	1m

VI.10.1 .2.. Besoins en eau journaliers max :

$$B_{\max} = \text{ETM}_{\text{local}} = 74.7 \text{ mm/ mois.}$$

$$B_{\max} = 74.7/30 = 2.49 \text{ mm/jour}$$

Donc les besoins journaliers max correspond a **$B_{\max} = 2.49 \text{ mm / jour.}$**

$$B_{\text{net}} = B_{\max} * k_r = 2.49 * 0.7$$

$$B_{\text{net}} = 1.743 \text{ (mm/j)}$$

$$B_{\text{brt}} = B_{\text{net}} * R_p \quad R_p = 0.8$$

$$B_{\text{brt}} = 1.394 \text{ (mm/j)}$$

VI.10.1 .3.Temps maximum de travail

Temps maximum journaliers de travail 22h/24h

VI.10.1 .4.Détermination des données de bases

Surface totale a irriguée

$$S_{p1} (t) = 5.2 \text{ ha} \quad S_{p2} (t) = 5.2 \text{ ha}$$

VI.10.1 .5.Dose nette d'arrosage

La réserve utile est égale a : $RU = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z \cdot d_a$

H_{cc} : Humidité a la capacité au champ

H_{pf} : Humidité au point de flétrissement

Z : Profondeur d'enracinement de la tomate est de 0,7 m

D_a : densité apparente

Pour un sol sableux limoneux

- $H_{cc} = 25\%$
- $H_{pf} = 13\%$
- Z : Profondeur d'enracinement de la Vignes est de 0,7 m.
 $RU = 120 \times 0,7$ donc on obtient : $RU = 84$ mm.
 $RFU = 2/3RU$: degré de tarissement admis.
 $RFU = 2/3 \times 84 = 56$ mm.

VI.10.1 .5.La dose nette pour l'irrigation localisée.

On doit multiplier la RFU par le pourcentage de sol humidifié, dans notre cas on prend la valeur de 80% car les cultures sont très rapprochées.

$D_{net} = RFU \times P = 56 \times 0,8 = 44,8$ mm.

Donc la dose brute : $D_{brut} = 44,8 / 0,9 = 49,78$ mm.

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$F = D_{net} / B_{net} = 44,8 / 5,9 = 8$ jours donc (quatre irrigations par mois)

Donc la dose réelle sa sera : $D_r = B_{net} \times f$

Alors : $D_r = 5,9 \times 8 = 47,2$ mm

VI.10.1 .6.Durée de l'arrosage

$$d = \frac{D_{brut} * s_d * s_r}{Q_d}$$

Avec :

S_r : Espacement entre rangs.

S_d : Espacement goutteurs/arbre.

Q_d : q distribue (l/h)

$$d = \frac{14 * 1 * 1}{8} = 1,75h$$

VI.10.1 .7.Surface d'un poste

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

S (f) : Surface totale en ha.

N (p) : Nombre de poste.

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

avec : T_{\max} : tps maximum de travail T_f : Durée d'arrosage

$$N(p) = \frac{22}{1.75} = 12 \text{ poste}$$

$$S(p) = \frac{5.2}{12} = 0.5 \text{ ha}$$

VI.10.1 .8.Surface correspondant à une rampe

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

$$Al = L_r \times S_r = 36 \times 1 = 36 \text{ m}^2$$

$$Al = 36 \text{ m}^2.$$

VI.10.1 .9.Nombre de rampes par postes

$$N(r) = \frac{S(p)}{Al}$$

Avec : S (p) : Surface du poste en m².Al : Surface correspondant à une rampe en m².

$$N(r) = \frac{4356}{36} = 120$$

Les paramètres calculés sont repartés dans le tableau

Tableau VI-5 : calculs des paramètres pour le Vignes.

Paramètres calculés	D _{brut}	TF h	N (p)	S (p) m ²	Al m ²	N(r)
parcelle 1	14	1.75	12	4356	36	120
parcelle 2	14	1.75	12	4356	36	120

VI.10.1 .10.Calcul hydraulique :**. Débit :**

$$Q_r = Q_g N_g / r \quad : \quad Q_r : \text{Débit de rampe}$$

Q_g : Débit de goutteurN_g/r : Nombre des goutteurs par rampe = 36 goutteurs

$$Q_r = 4 \times 36 = 144 \text{ l/h}$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r \quad \text{Avec} \quad N_r : \text{Nombre des rampes}$$

Q_{pr} : Débit de porte rampe

$$Q_{pr} = 144 \times 120 = 17280 \text{ l/h}$$

VI.10.1 .11.Diamètre :

Le diamètre est calculé d'après la formule :

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

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.

VI.10.1 .12.Perte de charges :

Pour la détermination des pertes de charges pour les différents tronçons on a dans une canalisation assurant un service d'extrémité

$$j_{PVC} = 0,452 \cdot D^{-4,76} \cdot Q^{1,75}$$

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

Pour notre projet on a utilisé des canalisations en polyéthylène.

Dans une canalisation assurant un service en route

$$j = \frac{L}{2,75} J \quad L : \text{la longueur de la conduite ; (m)}$$

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

NB :

h_l : perte de charge linéaire

h_s : Perte de charge singulière

h_t : Perte de charge totale

VI.10.1 .13..Conditions hydrauliques :

Variation maximale de débits entre goutteurs

$$\Delta q / q = 10\%$$

Variation maximale de la pression

$$q = K \times H^x$$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n}$$

Avec q_g : débit d'un goutteur H_n : Pression nominale X_n : Coefficient de régularisation

$$0.1 = 0.5 \times \frac{\Delta H}{10} \quad \Delta H = 2 \text{ mce}$$

La valeur de pertes de charges singulière est estimée a 10% de la variation maximale de pression.

$$h (\text{sing}) = 0.2 \text{ mce}$$

$$h (\text{linéaire}) = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mce}$$

$$h (\text{linéaire}) = 1.8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est:

$$1/3 \text{ sur le porte rampe } pdc(pr) = 0.6 \text{ mce}$$

$$2/3 \text{ sur les rampes } pdc (r) = 1.2 \text{ mce}$$

VI.10.1 .14.Position de porte rampe**La porte rampe sur le cote :**Longueur de rampes $L_r = 36\text{m}$.Nombre de goutteur $N_g = 72$.Débit de rampes $Q_r = 144\text{l/h}$.En va calculer D_{cal} , et en doit vérifier les perte de charge.

Tableau VI-6 : calcul de D_{cal} de la rampe pour le Vignes.

Cultures	L_r (m)	N_g	Q_r (l/h)	h_l (m)	D_{cal} (mm)	D_n (mm)	h_{lc} (m)
parcelle 1	36	72	144	1.2	11.4	12	0.88
parcelle 2	36	72	144	1.2	11.4	12	0.88

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

VI.10.1 .15. Alimentation de la porte rampe (sur le cote) :

Longueur de porte rampes $L_{pr} = 121m$.

Nombre de rampes $N_r = 120$.

Débit de rampes $Q_r = 144$ l/h.

Débit de la porte rampe $= Q_r \times N_r = 17280$ l/h

En va calcules D_{cal} , et en doit vérifier les perte de charge.

Tableau VI-7 : calcul de D_{cal} de la porte rampe pour le Vignes

Cultures	L_{pr} (m)	N_r	Q_r (l/h)	Q_{pr} (l/h)	h_l (m)	D_{cal} (mm)	D_n (mm)
parcelle 1	121	120	144	17280	0.6	90.24	80
parcelle 2	121	120	144	17280	0.6	90.24	80

VI.11. Calcul des dimensions des bassins :

$$V_b = Q \cdot T_a$$

Q : debit necessaire de parcelle = $Q_{pr} \cdot N(p) = 17280 \cdot 12 = 207360$ l/h

T_a :duree d'arrosage=1.75 h

PARCELLE	01	02
Q (h/l)	207360	207360
T_a (h)	1.75	1.75
V_b(m³)	362.88	362.88

VI.12. calcul hydraulique de la conduite principale

Il existe quatre (4) paramètres qui interviennent pour le calcul de la conduite principale.

- le débit Q.
- La perte de charge.
- La vitesse V.
- Le diamètre D.

VI.13 Calcul du diamètres des conduites principales

Pour notre projet on va choisi la valeur de débit la plus grande des postes mais, elle doit être inférieur au débit de la source

$$Q_{\text{totale}} = Q_{\text{poste}} \times N_p$$

Avec :

Q_{total} : Débit totale en l/h.

Q_{poste} : Débit dans chaque poste de la parcelle en l/h.

N_p : nombre de poste dans chaque parcelle.

Tableau VI-8 : résultats du calcul de débit total.

N° de parcelle	Débit total en l/h
N° 1: Vignes	207360
N° 2: Vignes	207360

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1 m/s

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

Avec : Q : débit de la conduite considérée

.Parcelles 1et2 (Vignes):

$$Q_p = 414720 \text{ l/h} = 414.72 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 414.72}{3.14 \times 1 \times 3600}} \times 1000 = 383 \text{ mm.}$$

En prend $D = 400 \text{ mm}$. (Diamètre commercial).

Vérification de la vitesse :

$$V = \frac{Q}{S}$$

Avec

S : surface de la conduite en m^2 .

Q : le débit dans la conduite en m^3/s .

A, N

$$V = \frac{414.72 \times 4}{3.14 \times 0.4^2 \times 3600} = 0.91 \text{ m/s} \in (0.5-1.2) \text{ .acceptable.}$$

Conclusion :

D'après la détermination des différentes compositions du réseau; le dimensionnement de ces composantes est nécessaire pour chaque projet d'irrigation. Donc on a déterminé les débits, les diamètres et les pertes de charge qui nous assurent l'écoulement dans ces conduites à des diamètres normalisés.

CHAPITRE VII :

Organisation de chantier

VII.1) Généralités :

Le but de l'organisation de chantiers est, à cet effet, de réaliser des projets dans des délais courts et de moindres coûts.

L'organisation de chantier consiste à rechercher constamment, la meilleure façon d'utiliser de façon économique la main d'œuvre et les autres moyens mis en œuvre pour gérer le chantier.

Afin d'atteindre cet objectif, il est impératif de :

- Définir avec précision les méthodes d'exécution, les modes opératoires permettant la mise en pratique des techniques modernes de construction avec un haut rendement ;
- Arrêter en quantité et en qualité le personnel à employer, le coût de la main d'œuvre ayant une incidence importante sur le prix de revient;
- Répartir et coordonner les tâches par la concentration d'une main d'œuvre spécialisée;
- Structurer convenablement les postes de travail stabilisés pour les quels, on adoptera une mécanisation de plus en plus poussée.

VII.2) Les actions reçues par les conduites :

La Pose des conduites demeure un facteur très important pour une protection des conduites celles ci peuvent être poses de différentes manières selon le lieu et les obstacles rencontre s'ils existant

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

- Le tassement différentiel 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

VII. 3) Exécution des travaux :

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

- Vérification, manutention des conduites
- Emplacement des jalons des 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

VII.3.1.) Vérification manutention des canalisations :

Les produits préfabriqués font l'objet sur chantier de vérification 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.

a)-largeur du fond de la tranchée :

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

$$B = d + (0.5 \div 1.2)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

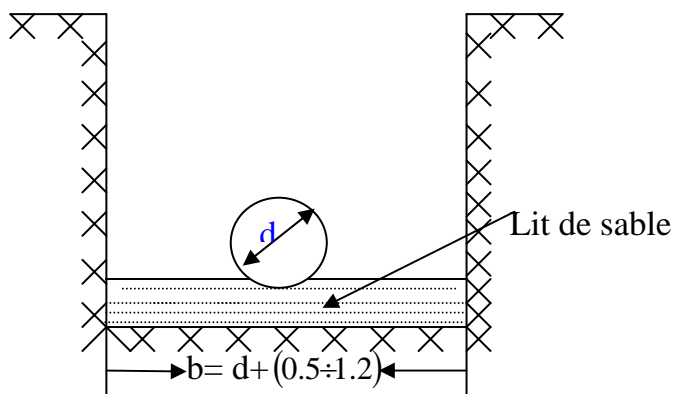
b)-profondeur de la tranchée :

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

La profondeur de la tranchée est :

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- ✓ Profondeur de la tranchée H_{tr}
- ✓ Largeur de la tranchée b
- ✓ Distance de la mise de la cavalière.



FigVII-1 : Schéma d'une tranchée

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

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.

c)-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



FigureVII-2 : Pelle équipée en rétro

VII.3.2) 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.

VII.3.3) a 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

VII.3.4) Remblais 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.

VII.3.5) Nettoyage des conduites :

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

VII.3.6) Surveillance et entretien du réseau :

Détection des fuites d'eau :

les principales causes de fuites et qui doivent donc être évitées 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.diverses observations permettent de déceler la présence des fuites à savoir
- 8.affaissement de terrain

Ce sont les observations qui permettent de localiser les fuites affaissement de terrain

VII.4) Calcule des volumes des terrassements :

4.1) Pour le canal principale (Adduction):

4.1.a) Calcul du volume de déblai :

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = B * H$$

$$B = d + (0.5 \div 1.2)$$

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

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

4.1.b) Calcule du volume de lit de sable :

Ce lit correspond à une couche de sable de 10cm sur le fond de la tranché, donc c'est une surface constante le long de la tranché, on calcul cette surface en utilisant la formule suivante

$$V = e * b * L$$

4.1.c) Calcule du volume de remblai :

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai est le volume qu'occupe la conduite et le volume occuper par le lit de sable ;

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

V_r : Volume du remblai compacté (m^3) ;

V_d : Volume du déblai (m^3) ;

V_s : Volume du sable

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

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Conclusion :

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet.

La planification des travaux est nécessaire pour une bonne exécution des travaux de réalisation du projet.

Conclusion générale

L'augmentation de la production agricole passe nécessairement par l'amélioration du rendement. Elle ne peut être atteinte que par une utilisation rationnelle de l'ensemble des facteurs de production.

En plus de la conception des réseaux, que ce soit global ou à la parcelle, performants, modernes et économiques ; il faut améliorer les capacités des sols pour qu'ils constituent un environnement favorable à la croissance optimale des plantes. Ce que n'est pas le cas pour notre périmètre, qui doit nécessairement subir, avant la mise en culture, un certain nombre de travaux tel que :

- Le labour profond Pour conserver et améliorer la structure de ces sols, cela doit se faire au moment opportun car les types de sols qu'on a rencontré ne doivent pas être travaillés ni dans l'état trop humide ni dans l'état trop sec. Il est recommandé que ses labours soient profonds pour accroître la profondeur utile des sols et pour permettre aux éléments nutritifs apportés de passer en profondeur.

- Un système de drainage est nécessaire pour drainer pas mal de sol du périmètre (après étude), car même s'il y a des sols qui ne sont pas touchés par l'hydromorphie ils sont en risque d'en subir.

- L'épierrage est nécessaire à réaliser, car elle permet d'enlever les éléments grossiers de la surface pouvant gêner de développement des plantes, sur tout au cours de la germination.

Pour conclure, l'étude d'un tel périmètre « Plain de M'ghila » avec ses régions nécessite beaucoup plus de temps et de moyens. Mais néanmoins dans ce travail on a mis le doigt sur l'essentiel de techniques qui s'avèrent d'actualité telles que, l'utilisation et les notions de base sur quoi repose le logiciel Cropwat, les réseaux sous pression fonctionnant à la demande et l'irrigation à la parcelle le goutte à goutte, Avec application sur le secteur du périmètre.

BIBLIOGRAPHIE

- **TOUAÏBIA Bénina**, Manuel pratique d'hydrologie, ISBN, Blida Algérie, 166 pages, Mars 2004.
- **BENABDELKADER A.** Impact du changement du foncier et des assolements sur le réseau d'irrigation collectif d'un périmètre de la Mitidja Ouest (tranche II), 100 pages, mémoire d'ingénieur ENSH, BLIDA, 2010.
- **JEAN. R.T**, Traité d'irrigation, Tec & Doc édition, 2^{ème} édition, 190 pages, Paris, 2006.
- **SALAH. B**, Polygraphie d'alimentation en eau potable, 188 pages, ENSH, BLIDA, 1994.
- **LAKHDAR Z., BRAHIM M.**, Guide pratique de micro-irrigation, Office des Publications Universitaires. 1^{ère} édition, 175 pages, 2004.
- **BONIN. J**, Aide-mémoire d'Hydraulique urbaine. Editions Eyrolles, 25 pages, Paris, 1982.

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

ANNEXE 1

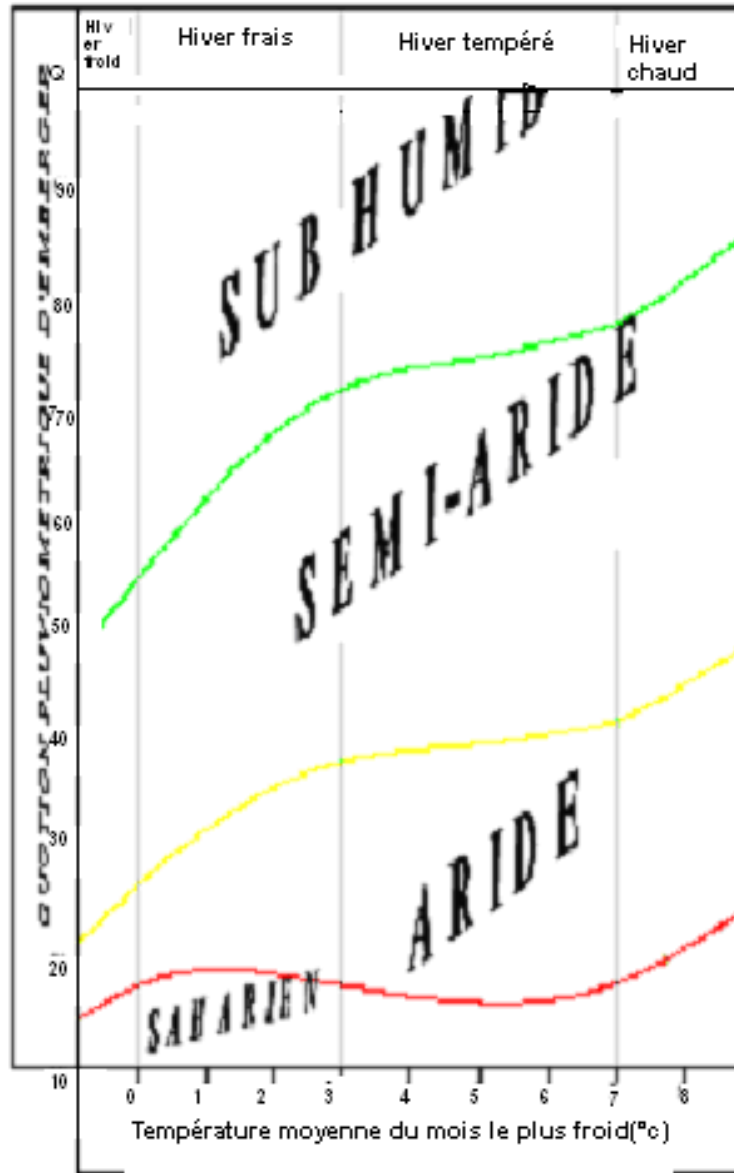


Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE 2

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1980 /81	18.9	9.5	57.7	203.5	5.3	117.9	33.6	53.8	14.2	4.2	1.2	21.6	541.4
81/82	7.6	12.1	0	80.3	113.2	76.4	20.9	55.4	58.5	61.6	0	0.7	486.7
82/83	9.2	96.3	109.2	42.5	0	33.2	20.7	11.1	1.7	0	2	1.5	327.4
83/84	0	2.6	53.5	59.8	64.6	36.3	44.8	37.5	51.1	22.4	0.2	0.3	371.1
84/85	26.6	112.2	63	41.9	52.5	94.5	82.1	4.5	80.5	0	0	30	587.8
85/86	25.2	3	68	80.4	137.2	121.6	116.3	15.8	8.1	8.3	0	1.8	585.7
86/87	29.3	48.1	73.4	52.3	127.3	211.4	13.3	0	4.6	12.1	0	0	642.0
87/88	6.8	47.1	94.6	39.5	30.8	19.7	40.1	35.6	41.9	12	0	0	368.1
88/89	17.2	49	25.1	106	16.1	51.1	70	61.8	15	34	6.9	33.5	485.7
89/90	27.9	11.5	39.4	40.9	91.4	0	72.6	57	75.6	4.5	18	2.5	441.3
90/91	34.1	9.2	59.7	74	66	73	180	26.6	13.6	3.5	4.2	23.6	567.5
91/92	15.6	72.2	24.4	12.6	143	15.3	91.3	93	63.3	13.5	17.2	3.6	565.0
92/93	15.4	36.5	32.7	57.8	8.7	61.2	22.9	55.3	57.3	0	0	23.7	371.5
93/94	30	41.2	40.2	63.1	57.8	81.1	4.4	28.4	9.6	0	2.8	18.5	377.1
94/95	108	73.6	14	48.9	87.4	26	67.6	18.4	11.3	12.9	0	13.9	481.7
95/96	13.2	78.5	28.5	56.8	115.5	181	97	88.9	34.3	27.4	40.2	11.2	772.5
96/97	21.9	43.6	22.3	73.7	82.8	13.1	1.5	154.3	45.7	0	0	17.8	476.7
97/98	76.5	77.8	159.4	68	25.7	40.9	15.5	72.4	143.5	3.6	0	18.1	701.4
98/99	32.5	37.2	40.3	41.2	140.5	92.4	123.6	1.5	4.6	1.6	0	14.2	529.6
99/2000	23.3	46.2	56.4	174.3	1.3	0	4.9	52.7	9.9	0	0	8.9	377.9
2000/01	36.9	55.1	124.8	97.3	239.5	49.3	3.4	44.5	38.5	1.6	0	5.6	696.5
01/02	36.9	31.4	52	56.9	17	32.2	25.5	65.6	24.6	3	0	14.2	359.3
02/03	4.6	21.1	121.3	42.8	222.9	152.8	11.4	65.2	15.2	22.6	24.8	9.4	714.1
03/04	9.4	59.4	114.2	116.7	41	57.5	49.8	56.2	73.4	3.7	11.5	15.4	608.2
04/05	26.7	24.3	47.2	89.6	94.1	93.8	41.1	29.5	10.2	4.1	0	0	460.6
05/06	14.4	73.9	13.7	16.7	53.2	40.3	34.9	33	67	5.2	17.4	1.4	371.1
06/07	27.5	2.1	0.3	25.2	20.6	43.3	68	48.4	13.7	0.5	2.2	25.6	277.4
07/08	42.3	72.6	115.6	92.9	77.1	41.2	99.2	79.7	32.7	2.3	0	22.8	678.4
08/09	59.6	12.5	73.6	11.3	79.5	132.2	75.6	28.5	31	22.1	0	41.4	667.3
09/10	10.5	87.9	84.4	66.1	62.1	123.8	45	65.8	68.8	19.7	45	1	680.5
MOY	20	26	39.4	50	53.4	56	51	45.7	37.6	5.4	3.4	6.2	519.05

Source : stationmétéorologique delayoune

ANNEXE 3

table du χ^2

$\alpha \backslash \gamma$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

ANNEXE 4

Tableau V.1 : besoins en eau d'irrigation du blé

culture : blé		station climatique : LAYOUNE					
date de plantation : 10/10							
Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
Nov	1	Init	0.6	1.4	14	7.1	7
Nov	2	Init	0.6	0.86	8.6	7.3	1.3
Nov	3	Init	0.6	0.97	9.7	7.4	2.3
Dec	1	Init	0.6	1.18	11.8	7.4	4.4
Dec	2	Init	0.6	1.25	12.5	7.4	5.1
Dec	3	Deve	0.65	1.15	11.5	8.2	4.5
Jan	1	Deve	0.74	0.97	9.7	9.5	0.2
Jan	2	Deve	0.84	0.79	7.9	10.4	0.0
Jan	3	Deve	0.93	1.22	12.2	9.4	4
Feb	1	Deve	1.03	1.79	17.9	7.9	9.9
Feb	2	De/Mi	1.11	2.26	22.6	7	15.6
Feb	3	Mid	1.14	2.66	26.6	7.6	13.7
Mar	1	Mid	1.14	2.99	29.9	8.5	21.4
Mar	2	Mid	1.14	3.32	33.2	9	24.2
Mar	3	Mid	1.14	3.5	35	9.1	29.5
Apr	1	Mid	1.14	3.68	36.8	9.1	27.8
Apr	2	Mi/Lt	1.14	3.84	38.4	9.1	29.3
Apr	3	Late	1.07	4.06	40.6	9	31.6
May	1	Late	0.94	3.98	39.8	9.4	30.4
May	2	Late	0.82	3.82	38.2	8.6	25.8
May	3	Late	0.82	2.31	18.5	8.6	18.0
Totals					472.4	168.5	306

Tableau V.2 : besoins en eau d'irrigation des vignes.

culture : vignes		station climatique : LAYOUNE					
date de plantation : 01/03							
Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
Mar	1	Init	0.3	0.76	7.6	14.5	0
Mar	2	Init	0.3	0.86	8.6	14.2	0
Mar	3	Init	0.3	0.96	10.5	13.5	0
Avr	1	Init	0.3	1.06	10.6	12.7	0
Avr	2	Init	0.3	1.15	11.5	12	0
Avr	3	Init	0.3	1.26	12.6	11.3	1.4
Mai	1	Init	0.3	1.38	13.8	11	2.7
Mai	2	Init	0.3	1.49	14.9	10.6	4.3
Mai	3	Init	0.3	1.57	17.3	7.6	9.7
Jui	1	Init	0.3	1.65	16.5	3.7	12.8
Jui	2	Init	0.3	1.74	17.4	0.7	16.6
Jui	3	Init	0.3	1.8	18	0.7	17.3
Jui	1	Init	0.3	1.88	18.8	0.8	18
Jui	2	Init	0.3	1.95	19.5	0.4	19.1
Jui	3	Crois	0.3	1.93	21.2	0.7	20.5
Août	1	Crois	0.36	2.22	22.2	0.6	21.6
Août	2	Crois	0.42	2.6	26	0.6	25.4
Août	3	Crois	0.49	2.76	30.3	2.6	27.7
Sep	1	Crois	0.56	2.81	28.1	4.7	23.4
Sep	2	Mi-sais	0.62	2.79	27.9	6.5	21.4
Sep	3	Mi-sais	0.63	2.51	25.1	8	17.1
Oct	1	Mi-sais	0.63	2.19	21.9	9.4	12.6
Oct	2	Mi-sais	0.63	1.87	18.7	10.8	7.9
Oct	3	Mi-sais	0.63	1.63	18	12.8	5.2
Nov	1	Mi-sais	0.63	1.4	14	14.6	0
Nov	2	Mi-sais	0.63	1.16	11.6	16.5	0
Nov	3	Mi-sais	0.63	0.94	9.4	18.9	0
Déc	1	Mi-sais	0.63	0.68	6.8	22.4	0
Déc	2	Mi-sais	0.63	0.44	4.4	25.3	0
Déc	3	Mi-sais	0.63	0.52	5.7	23.3	0
Jan	1	Mi-sais	0.63	0.62	6.2	20.7	0
Jan	2	Arr-sais	0.63	0.68	6.8	19.3	0
Jan	3	Arr-sais	0.56	0.76	8.4	17.9	0
Fév	1	Arr-sais	0.46	0.75	7.5	16.2	0
Fév	2	Arr-sais	0.36	0.68	6.8	14.7	0
Fév	3	Arr-sais	0.27	0.6	4.8	14.5	0
total					529.5	394.5	284.8

Tableau V.3 : besoins en eau d'irrigation d'Orge.

Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
Nov	1	Init	0.5	1.17	11.7	0.7	0.5
Nov	2	Init	0.5	0.71	7.1	7.3	0.0
Nov	3	Init	0.5	0.81	8.1	7.4	0.7
Dec	1	Init	0.5	0.98	9.8	7.4	2.5
Dec	2	In/De	0.51	1.06	10.6	7.4	3.2
Dec	3	Deve	0.6	1.06	10.6	8.2	3.4
Jan	1	Deve	0.75	0.97	9.7	9.5	0.3
Jan	2	Deve	0.9	0.86	8.6	10.4	0.0
Jan	3	Deve	1.05	1.38	13.8	9.4	5.8
Feb	1	De/Mi	1.18	2.07	20.7	7.9	12.7
Feb	2	Mid	1.24	2.52	25.2	7	18.2
Feb	3	Mid	1.24	2.88	28.8	7.6	15.4
Mar	1	Mid	1.24	3.24	32.4	8.5	23.9
Mar	2	Mid	1.24	3.6	36	9	27
Mar	3	Mi/Lt	1.22	3.75	37.5	9.1	32.2
Apr	1	Late	1.15	3.71	37.1	9.1	28
Apr	2	Late	1.03	3.48	34.8	9.1	25.6
Apr	3	Late	0.92	3.5	35	7.2	20.8
Totals					360.5	142.4	220.2

Tableau V.4 : besoins en eau d'irrigation de Pomme de terre

Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
Jun	1	Init	0.50	2.58	25.8	4.5	21.3
Jun	2	Init	0.50	2.61	26.1	0.4	25.7
Jun	3	In/De	0.55	3.47	34.7	0.7	34.0
Jul	1	Deve	0.72	5.63	56.3	1.2	55.0
Jul	2	Deve	0.93	8.42	84.2	0.9	83.2
Jul	3	De/Mi	1.10	8.76	96.4	1.3	95.0
Aug	1	Mid	1.15	7.59	75.9	0.6	75.3
Aug	2	Mid	1.15	6.60	66.0	0.3	65.7
Aug	3	Mid	1.15	6.39	70.3	5.4	64.9
Sep	1	Mi/Lt	1.14	6.26	62.6	12.9	49.7
Sep	2	Late	1.06	5.59	55.9	18.3	37.6
Sep	3	Late	0.92	4.23	42.3	15.1	27.2
Oct	1	Late	0.80	3.08	24.7	8.0	16.7
Totals					721.0	69.7	651.3

Tableau V.5 : besoins en eau d'irrigation de tomate.

culture : tomate		station climatique : LAYOUNE					
date de plantation : 04/05							
Mois	Décade	Phase	Kc Coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
May	1	Init	0.60	2.80	19.6	10.0	9.6
May	2	Init	0.60	3.02	30.2	13.7	16.4
May	3	Init	0.60	3.12	34.3	9.8	24.5
Jun	1	In/De	0.66	3.38	33.8	4.5	29.3
Jun	2	Deve	0.78	4.07	40.7	0.4	40.2
Jun	3	Deve	0.92	5.73	57.3	0.7	56.6
Jul	1	Deve	1.05	8.28	82.8	1.2	81.5
Jul	2	De/Mi	1.14	10.25	102.5	0.9	101.5
Jul	3	Mid	1.15	9.19	101.1	1.3	99.8
Aug	1	Mid	1.15	7.59	75.9	0.6	75.3
Aug	2	Mid	1.15	6.60	66.0	0.3	65.7
Aug	3	Mi/Lt	1.12	6.23	68.5	5.4	63.1
Sep	1	Late	1.03	5.69	56.9	12.9	44.0
Sep	2	Late	0.92	4.85	48.5	18.3	30.2
Sep	3	Late	0.83	3.80	19.0	7.6	11.4
Totals					836.9	87.7	749.3

Tableau V.6: besoins en eau d'irrigation des piments.

culture : piment		station climatique : LAYOUNE					
date de plantation : 10/05							
Mois	Décade	Phase	Kc Coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
Mai	2	Init	0.6	2.98	20.8	7.4	15.6
Mai	3	Init	0.6	3.14	34.6	7.6	27
Jui	1	Init	0.6	3.31	33.1	3.7	29.3
Jui	2	Crois	0.63	3.64	36.4	0.7	35.6
Jui	3	Crois	0.71	4.24	42.4	0.7	41.7
Jui	1	Crois	0.79	4.93	49.3	0.8	48.5
Jui	2	Mi-sais	0.86	5.61	56.1	0.4	55.7
Jui	3	Mi-sais	0.88	5.59	61.5	0.7	60.8
Août	1	Mi-sais	0.88	5.48	54.8	0.6	54.2
Août	2	Mi-sais	0.88	5.41	54.1	0.6	53.4
Août	3	Arr-sais	0.87	4.86	53.5	2.6	50.9
Sep	1	Arr-sais	0.8	4.01	40.1	4.7	35.3
Sep	2	Arr-sais	0.75	3.34	16.7	3.3	13.4
total					553.3	33.8	521.6

Tableau V.7 : besoins en eau d'irrigation des Petits pois.

culture :Petits pois		station climatique : LAUOENE					
date de plantation : 04/03							
Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
Mar	1	Init	0.40	1.03	10.3	29.5	0.0
Mar	2	Init	0.40	1.15	11.5	34.8	0.0
Mar	3	Deve	0.54	1.74	19.1	28.3	0.0
Apr	1	Deve	0.80	2.86	28.6	19.3	9.3
Apr	2	De/Mi	1.04	4.08	40.8	13.6	27.2
Apr	3	Mid	1.15	4.94	49.4	13.3	36.2
May	1	Mid	1.15	5.36	53.6	14.3	39.3
May	2	Mid	1.15	5.78	57.8	13.7	44.1
May	3	Mi/Lt	1.11	5.76	63.4	9.8	53.6
Jun	1	Late	0.87	4.49	44.9	4.5	40.4
Jun	2	Late	0.51	2.66	21.3	0.3	21.0
Totals					400.7	181.4	271.1

Tableau V.8 : besoins en eau d'irrigation des Haricot.

culture :Haricot		station climatique : LAUOENE					
date de plantation : 04/04							
Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluie eff. mm/dec	Bes. Irr. mm/dec
Apr	1	Init	0.50	1.79	17.9	19.3	0.0
Apr	2	Init	0.50	1.97	19.7	13.6	6.1
Apr	3	Deve	0.59	2.54	25.4	13.3	12.2
May	1	Deve	0.78	3.61	36.1	14.3	21.9
May	2	Deve	0.96	4.82	48.2	13.7	34.5
May	3	Mid	1.05	5.45	60.0	9.8	50.2
Jun	1	Mid	1.05	5.41	54.1	4.5	49.7
Jun	2	Mi/Lt	1.04	5.44	54.4	0.4	54.0
Jun	3	Late	0.97	6.05	54.5	0.6	53.9
Totals					370.3	89.4	282.3

ANNEXE 6

Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres

Diamètre (mm)	Seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse minimum	Vitesse maximum
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	-
250	0,40	-
300	0,40	-
350	0,40	-
400	0,50	-
500	0,50	-
600	0,50	-
700	0,50	-
800	0,50	-
900	0,50	-
1000	0,50	-
1100	0,50	-
1250	0,50	-
1500	0,50	-
2000	0,50	2,00

Source: Etude d'aménagement hydro- agricole