

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
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 :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU GOUTTE A GOUTTE
DANS LE PERIMETRE IRRIGUE A PARTIR
DE LA STEP DE MAGHNIA(W.Tlemcen)**

Présenté par :

M^r : AOUDJ AHMED

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r T.KHETTAL	M.C.A	Président
M^{me} A.AZIEZ	M.A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJODAR	M.A.A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	Ing en chef	Examineur
M^{me} S.LEULMI	M.A.A	Examinatrice
M^r M.MESSAHEL	Professeur	Promoteur

Septembre: 2012

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance :

A ma mère qui est un être cher et celle qui ma bercer d'un amour sincère.

A vertueuse âme de mon père.

A mes frères (Mustapha et Mahdi).

A mes sœurs (Karima, Fatima et Bouchra).

A toute la famille AOUDJ (Mohamed, Morsli et AEK...).

A tous mes amis sur tout : Cherif, H'mida, Mustapha, Kadda, Billel, Sedik, Djalal, Kassimo, Safrani, Elhadj, Ahmed, Khaled, Hamza, Oussama...

Tous les étudiants et les travailleurs de l'E.N.S.H

AOUDJ AHMED

Remerciements

Au terme de ce travail. Il m'est agréable d'exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à :

Mon promoteur M^r.M.MESSAHEL de m'avoir encadré et je lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux conseils qui m'ont guidé dans la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

J'adresse également mes sincères remerciements et mon profond respect aux membres de jury :

M^r. T.KHETTAL

M^{me}. O.AZIEZ

M^{me}. D.DJOUUDAR

M^r. D.KOLIAI

M^{me}. S.LEULMI

Qui m'ont feront l'honneur d'apprécier mon travail.

AOUDJ AHMED

مُلَخَّصٌ:

إنَّ الهدف من إنجاز مذكرة نهاية دراساتي يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، والذي يسعى إلى تحقيق مردود مُعتبر من ناحية الاستثمار، مُعبراً عن أفضل فعالية لتقنيات السقي من جهة، وتسيير أنجع و مُحافظ على الموارد المائية و نوعية التربة من جهة أخرى. و هذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها، نذكر على سبيل المثال: السقي بالتقطير الأكثر تطوراً في الأونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي. لما تتميز به هذه الأنظمة من محاسن وخاصة الاقتصاد المُعتبر للمياه.

Résumé:

L'objectif de mon mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués; de façon à atteindre un rendement élevé de l'investissement, traduisant une meilleure efficacité du système d'irrigation d'une part, une meilleure gestion et préservation des potentialités : ressources en eau et ressources en sol d'autre part. Cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, le mieux développé avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Abstract:

The aim of the present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in Algeria, in a way to attain a high investment feed-back, showing a better efficiency of the irrigation system on one hand, and a better management and potentialities preservation:-water resource and ground resources- on the other hand. This can be realized through there adoption of modern irrigation system whose reliabilities is clearly revealed especially in terms of localized irrigation, aspersion irrigation which are the most developed in the world. These systems present many advantages saving water in important quantities.

Sommaire

Introduction Générale

Chapitre I : Caractéristique générale de la zone d'étude

I-1 Introduction	1
I-2 Situation géographique	1
I-1-2 Superficie du périmètre	3
I-1-3 Topographie du site	3
I-1-4 Hydrologie	3
I-1-5 Géologie du périmètre	4
I-1-6 Hydrogéologie	4
I-1-7 Etude pédologique	4
I-1-8 Etude agro-pédologique	5
I-1-9 Analyse du sol	6

Chapitre II : Etude climatique

II -1 Introduction	8
II -2-1 Etude des paramètres climatiques	8
II -2-1 Etude des paramètres climatiques	8
II -2-2 Homogénéité de la série pluviométrique	8
II -2-2-1 Test de Wilcoxon	8
II -2-3 Choix de la loi d'ajustement	12
II -2-4 Ajustement à la loi de gauss	12
II -2-5 Procédure d'ajustement à la loi de gauss.....	13
II-2-2 Précipitations	18
II -2-3 Température	19
II-2-5 Humidité relative	21
II-2-6 Insolation	21
II-2-7 Gelée	21
II-3 Etude du régime climatique	22
II-3-1 Introduction	22

Chapitre III :Ressources en eau

III-1 Introduction	27
III-2 Généralité d'une station d'épuration de Maghnia	27
III-3 Présentation de la station d'épuration	28
III-3-1 Situation géographique.....	28
III-3-2 Origine des eaux usées	28
III-3-3Caractéristique de la STEP	28
III-3-4Caractéristique des eaux usées.....	28
III-3-5 Caractéristique des eaux traitées	29
III-4 Les ouvrages de la station	29
III-4-1 Déversoir d'orage.....	30
III-4-2 Les prétraitements	31
III-4-2-1 Grille grossière à nettoyage manuel	31
III-4-2-2 Grilles mécanisées fine.....	32
III-4-2-3 Grilles manuelles de by passe	33
III-4-2-4 Dessaleurs déshuileur	33
III-4-3 Traitement biologique	35
III-4-3-1 Bassin de dénitrification	35
III-4-3-2 Bassin d'aération	36
III-4-3-3 Décantation secondaire	38
III-4-3-4 Puisard a boues	39
III-4-3-5 Recirculation des boues.....	40
III-4-3-6 Chloration	40
III-4-4 Traitement des boues	41
III-4-4-1 Epaisseur à boues.....	41
III-4-4-2 Les lits de séchage	42
III-4-5 Laboratoire.....	42
III-5 Analyses réalisées par le laboratoire de la station d'épuration de Maghnia	43
III-5-1 Les paramètres de pollution	43

Chapitre IV :Méthode d'arrosage

IV- 1 Introduction	45
IV- 2 Technique d'irrigation adoptée	45
IV- 2-1 Irrigation localisée ou micro irrigation	45
IV- 2-2 caractéristiques de la méthode	45
IV- 2-3 Dispositions générales	45

IV- 3 Rendement du projet	46
IV- 4 Organes de distribution	47
IV- 4-1 les goutteurs	47
IV- 4-2 Les gaines de micro-irrigation	49
IV- 4-3 Les distributeurs à compensateur de pression	50
IV- 4-4 Les pulseurs	50
IV- 4-5 Les tuyaux poreux	51
IV- 5 Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte	52
IV- 6 Fonctionnement de l'irrigation en goutte à goutte	53
IV- 6-1 Avantages de micro irrigation (goutte à goutte)	54
IV- 6-2 Inconvénients de micro irrigation (goutte à goutte)	55
IV- 6-3 Champ d'application du système en goutte à goutte	55

Chapitre V : Régime d'irrigation

V-1 Introduction	58
V-2 Détermination de l'évapotranspiration	58
V-2-1 Calcul de l'évapotranspiration	59
V-3 Détermination des besoins en eau d'irrigation	59
V-3-1 Définition	59
V-3-2 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	60
V-3-3 Pluie efficace (Pe)	60
V-3-4 Calcul des l'évapotranspiration réel	61
V-3-5 La dose d'irrigation des Agrumes	62
V-3-6 Les besoins en eau d'irrigation	62
V-3-3 Les Besoins en eau de la parcelle	63
V-3-3 Pourcentage du sol humidifié	63
V-3-4 Fréquence des arrosages	63
V-3-5 La dose nette	64
V-3-6 La durée d'arrosage	65

Chapitre VI : Description et dimensionnement de réseaux « goutte à goutte »

VI-1 les composants essentiels d'une installation d'irrigation localisée	66
VI-1-1 un point de fourniture d'eau sous pression appropriée	66
VI-1-2 L'unité de tête	66
VI-1-3 La conduite principale	67
VI-1-4 Les portes rampes	67
VI-1-5 Les rampes	67

VI-1-6 Les distributeurs.....	67
VI-2 Calcul du réseau en goutte-à- goutte	67
VI-2-1 Choix des goutteurs dans la zone d'étude et la densité des cultures.....	67
VI-2-2 Surface correspondant à une rampe.....	67
VI-2-3 Nombre de rampes dans le poste	68
VI-2-4 Nombre de goutteurs par position	68
VI-2-5 Débit moyen par rampe	68
VI-2-6 Débit de la porte rampe	68
VI-2-7 Calcul hydraulique	68
VI-2-7-1 Conditions hydrauliques	68
VI-2-7-2 Calcul de la rampe	69
VI-2-7-2-1 Le diamètre	69
VI-2-7-3 Calcul du porte-rampe	70
VI-2-7-3-1Le diamètre	70
VI-3 Surface correspondant à une rampe	70
VI-3-1Nombre de rampes dans le poste	70
VI-3-2Nombre de goutteurs par position	71
VI-3-3Débit moyen par rampe	71
VI-3-4Débit de la porte rampe	71
VI-3-5 Calcul hydraulique	71
VI-3-5-1Conditions hydrauliques	71
VI-3-5-2 Calcul de la rampe	72
VI-3-5-2-1 Le diamètre	72
VI-3-5-3 Calcul du porte-rampe	72
VI-3-5-3-1Le diamètre	72
VI-4 Surface correspondant à une rampe	73
VI-4-1 Nombre de rampes dans le poste	73
VI-4-2 Nombre de goutteurs par position	73
VI-4-3 Débit moyen par rampe	73
VI-4-4 Débit de la porte rampe	74
VI-4-5Calcul hydraulique.....	74
VI-4-5-1 Conditions hydrauliques	74
VI-4-5-2 Calcul de la rampe	75
VI-4-5-2-1 Le diamètre	75
VI-4-5-3 Calcul de la rampe	75

VI-4-5-3-1 Le diamètre	75
VI-5 Dimensionnement du réseau de distribution	76
VI-6 Dimensionnement du siphon	78
Conclusion Générale	
Annexe	
Références bibliographiques	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau.I.1. Caractéristiques chimiques du sol	6
Tableau.I.2. Caractéristiques physique du sol.....	7
Tableau.II.1. Caractéristiques et coordonnées de la station de Maghnia.....	8
Tableau.II.2. Précipitations moyenne mensuels-Station de Maghnia.....	8
Tableau.II.3. Température moyenne mensuelle de la station de Maghnia.....	9
Tableau.II.4. Vitesse du vent moyenne mensuelle.....	10
Tableau.II.5. Humidité relative de l'air(%) des stations météorologiques....	10
Tableau.II.6. Valeurs moyennes D'insolation.....	11
Tableau.II.7. Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée....	11
Tableau.II.8. Température et précipitation moyenne mensuelle.....	12
Tableau.II.9. Tableau d'Indice d'aridité de DEMARTONNE.....	13
Tableau.II.10. Indice d'aridité mensuelle.....	13
Tableau.II.11. Tableau d'Indice de STEWART.....	14
Tableau.III.1. Caractéristiques des eaux et les boues traitées.....	18
Tableau.V.1. pluie efficace en mm.....	50
Tableau.V.2. ETM des Agrumes.....	50
Tableau.V.3. dose d'irrigation des Agrumes.....	51
Tableau.V.3. dose d'irrigation des Agrumes.....	51
Tableau.VI.1. Résultats de calcul théorique du réseau localisé.....	59
Tableau.VI.2. Résultats de calcul théorique du réseau localisé.....	62

Tableau.VI.3. Résultats de calcul théorique du réseau localisé.....	64
Tableau.VI.4. caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation	65
Tableau.VI.5. Caractéristiques des conduites de distribution	66

LISTE DES FIGURES

Figure.I.1. Plan de situation de la wilaya de Tlemcen.....	2
Figure.I.2. Photo satellite de la parcelle d'étude.....	2
Figure.II.1. histogramme de la précipitation mensuelle de la station de Maghnia.....	8
Figure.II.2. Diagramme représentatif de la variation de la température mensuelle.....	9
Figure.II.3. Diagramme représentatif de vent mensuelle.....	10
Figure.II.4. Diagramme Ombrothermique -station de Maghnia-.....	12
Figure.II.5. Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	15
Figure.III.1. Station d'épuration de la ville de Maghnia.....	19
Figure.III.2. Déversoir d'orage de la STEP de la ville de Maghnia.....	19
Figure.III.3. Grilles mécanisées fine de la STEP de la ville de Maghnia.....	21
Figure.III.4. Dessableurs déshuileur de la STEP de la ville de Maghnia.....	23
Figure.III.5. Bassin d'aération de la STEP de la ville de Maghnia.....	26
Figure.III.6. Décantation secondaire de la STEP de la ville de Maghnia.....	28
Figure.III.7. Bassin de chloration de la STEP de la ville de Maghnia.....	29
Figure.III.8. L'épaisseur de la STEP de la ville de Maghnia.....	31
Figure.IV.1. Types de goutteurs.....	37
Figure.IV.2. Types des goutteurs.....	37
Figure.IV.3. Goutteur en dérivation et goutteur en ligne.....	38
Figure.IV.4. Schéma et Photographie d'une gaine de micro irrigation.....	38
Figure.IV.5. Schéma de fonctionnement et Photographie d'un pulseur.....	40
Figure.IV.6. Schéma d'un tuyau poreux.....	41

Figure.IV.7. Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte.....	42
Figure.V.4. Calcul L'évapotranspiration.....	48
Figure.VI.1. Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses de périmètre.....	67

LISTE DES PLACHES

Planche n°01 carte des sols.

Planche n°02 carte des zones homogènes.

Planche n°03 Plan de délimitation des ilots (Maghnia.W.Tlemcen).

Planche n°04 Plan du réseau projeté.

Planche n°05 Profil en long de la conduite principale.

Introduction générale

L'Algérie alloue une attention particulière au développement de l'agriculture irriguée par les différents programmes de mobilisation de la ressource en eau, et de soutien financiers aux agriculteurs à l'acquisition d'équipement d'irrigation au niveau de leur exploitation.

L'effort déployé par l'état Algérien dans ce développement fait suite, aux caractéristique hydro climatiques des payes, où la réserve en eau devient une denrée rare et précieuse devant les besoins des autres secteurs qui ne cessent de croitre.

Cette situation rend nécessaire l'adoption d'une nouvelle stratégie de développement intégré qui tient compte de la gestion de la demande et de l'utilisation des ressources en eau non conventionnelles.

Parmi les ressources non conventionnelles, on désigne les eaux usées traitées en agriculture qui constituent une pratique désormais courante dans beaucoup de pays. Elle permet d'une part de fournir des quantités d'eaux supplémentaires, d'autre part d'assurer l'équilibre du cycle naturel de l'eau et la protection de l'environnement.

Notre objectif consiste à faire une description générale du périmètre à partir de la STEP de Maghnia, en utilisant comme technique d'irrigation le « goutte à goutte » qui est d'une effcience élevée permet une grande économie d'eau, des rendements élevés est peut s'adapté presque à toute les terres cultivables.

Caractéristiques générales de la zone d'étude

I-1 Introduction :

Pour la conception d'un projet d'irrigation, l'agriculteur doit disposer de suffisamment d'information sur :

- Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer
- Le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau
- La disponibilité et la nature de la ressource en eau.

I-2 Situation géographique :

Le site du périmètre situé à l'Est est contigu à la ville de Maghnia (W. Tlemcen). Il est séparé de cette dernière par Oued Ouederffou.

Les coordonnées du périmètre sont :

$$X1 = 96.187 \text{ Km}$$

$$X2 = 98.375 \text{ Km}$$

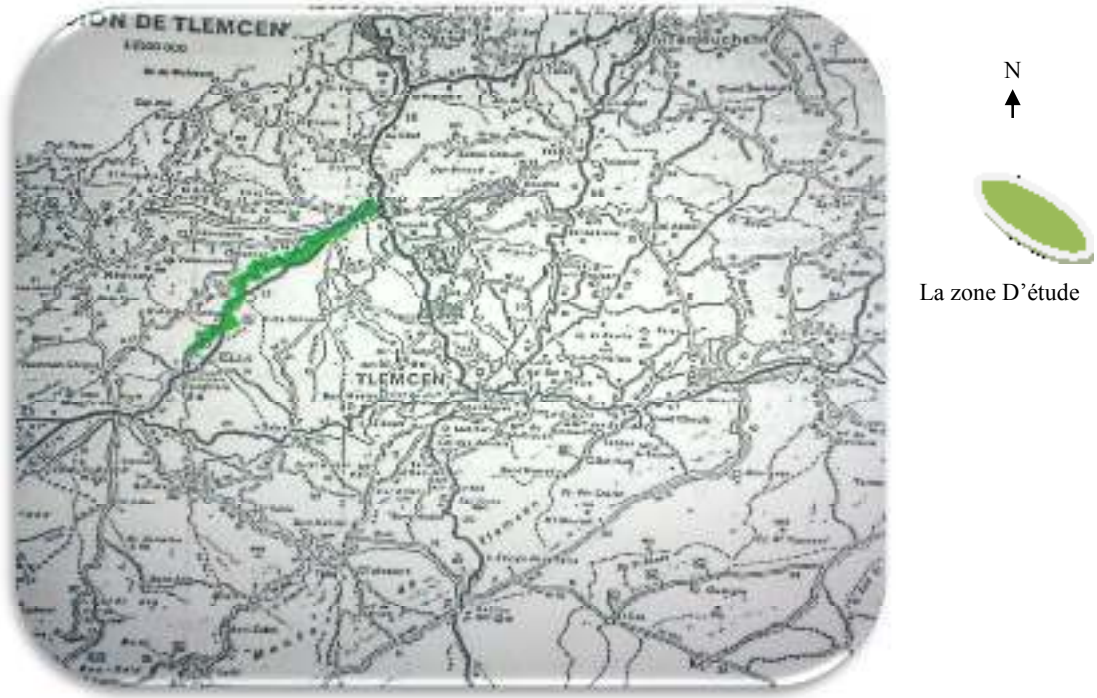
$$Y1 = 181.125 \text{ Km}$$

$$Y2 = 181.475 \text{ Km}$$

Le site du périmètre est délimité comme suit :

- Au sud par la route nationale N°=35
- Au Nord par Oued Ouederffou
- A l'Est par la route nationale N°35 qui contourne le périmètre
- A l'Ouest par la ville de Maghnia

Caractéristiques générales de la zone d'étude



1/500000

Figure.I.1. Plan de situation de la wilaya de Tlemcen



Figure.I.2.Photo satellite de la parcelle d'étude

Caractéristiques générales de la zone d'étude**I-1-2 Superficie du périmètre :**

Le périmètre a une superficie agricole utile (SAU) de 216.06ha, dont le secteur agricole étatique occupe plus de 72% de la SAU.

I-1-3 Topographie du site :

Le périmètre est scinde en trois ensembles distincts séparés par des cours d'eau. Le premier ensemble, le plus important de part sa superficie est circonscrit entre la confluence de Oued Oueddeffou et Oued Abbess. Il présente un terrain plat et compris entre les côtes (NGA) 370m et 360m. Le second ensemble inscrit entre les courbes de niveau 360m et 350m complète le premier au Nord-Est. Il se situe de la route nationale N° 35, la confluence de Oued Taharharet et Châbet El Maleh.

Le dernier ensemble limitrophe de la station d'épuration, situé au delà de la confluence de Oued Oueddeffou et Oued Abbess, est localisé en rives gauche de Oued Taharharet. Il est cerné par les courbes de niveau 370m et 360.

Au Nord du troisième ensemble, le relief se révèle et devient accentué.

Au Sud Est, au-delà de la route nationale, le relief se caractérise par des courbes de niveau très serrées.

I-1-4 Hydrologie :

Une partie importante de la superficie du site du périmètre est enclavée entre Oued Oueddeffou et Oued Abbess dont leur confluence donne naissance à Oued Taharharet. Ce dernier est un sous bassin de Oued Tafna.

- **Oued Oueddeffou** : C'est l'Oued le plus important de la zone d'étude, il passe à proximité de la ville de Maghnia, son principal affluent est Oued de Mhaguene qui prend naissance dans le territoire Marocain.
- **Oued Abbess** : son principal affluent est Oued Mansour ainsi qu'un nombre assez important de cours d'eau tels que ceux qui collectent les eaux de ruissellement des monts d'El Gargachi, Rouaguen El Babouche.

Il est à signaler que cet Oued sert d'exutoire aux rejets industriels des unités économiques de la ville de Maganai.

Caractéristiques générales de la zone d'étude**I-1-5 Géologie du périmètre :**

Le site du périmètre est constitué par des dépôts du quaternaire. Ces dépôts ont été formés au cours du temps par les éléments transportés par les Oueds Ouederffou.

On distingue :

- **Terrasses et alluvions récentes :**

Ces termes recouvrent les basses terrasses et les lits majeurs des Oueds à savoir :

- La terrasse Rhahabienne : elle a une épaisseur de 3m à 4m. Elle est constituée des formations limoneuses ou limono-sableuses plus ou moins calcaire. Le périmètre occupe essentiellement cette terrasse.
- La terrasse soltanienne : elle a une épaisseur de 8m à 12m. Elle est généralement constituée de formations argilo-limoneuse rougeâtre. Une certaine accumulation de calcaire peut apparaître vers (40 à 60cm) sous formes d'amas friables ou de granules.
- **Carapace plio-villafranchienne** : elle correspond à un ancien niveau ayant subi un encroûtement puissant.

I-1-6 Hydrogéologie :

Selon les logs des forages F1 (X=90.00m ;Y=178.25m ;Z=425m)et F2 (X=94.15m ;Y=180.95m ;Z=385m), la nappe est située respectivement à la profondeur de 22.73m et 26.70m.

Les formations aquifères de la dépression de Maghnia sont toutes reconnues. En réalité, il s'agit d'un système aquifère.

La est généralisée à toute la plaine dans les formations alluvionnaires et dans les zones altérées et fissurées des roches de surface et subsurface.

I-1-7 Etude pédologique :

Les zones homogènes identifiées sont :

- Les sols calcimagnésiques peu profonds et les sols calcimagnésiques moyennement profonds :

Caractéristiques générales de la zone d'étude

Ces deux types de sols reposent sur un substrat de conglomérats. Ils sont caractérisés par la présence d'une charge caillouteuse assez importante en surface à texture limoneuse. Les états de surfaces de ces sols sont de types structurales favorisant le ruissellement et l'érosion en nappe. La situation topographique et la texture limoneuse de ces sols leur confèrent un bon drainage externe et un écoulement privilégié.

▪ Les sols profonds :

Ces types de sols différents des premiers présentent des horizons de surface riches en matières organiques et très riches en éléments fertilisants. Cette bonne fertilité est due à l'apport alluvial de l'oued qui durant les crues exceptionnelles apporte les éléments organiques fertilisants. Ces sols contrairement aux premiers, présentent un drainage externe moyen à bon au niveau de certains endroits privilégiés. Ce type de drainage est conditionné par l'infiltrabilité des horizons de profondeur qui devient difficile lors de l'irrigation et des crues situation topographique au niveau du paysage.

I-1-8 Etude agro-pédologique :

L'étude agropédologique de ce périmètre a montré l'existence de deux classes de sols : les sols peu évolués avec une superficie globale de 132.24ha, et les sols calcimagnésiques avec une superficie de 83.82 ha. Du point de vue aptitude culturale des sols, quatre zones homogènes ont été identifiées :

- Zones caractérisées par des sols convenables, très profonds ayant une texture fine à moyenne, une bonne structure, une fertilité faible à moyenne et un taux de calcaire actif <12%. Leurs aptitudes culturales sont bonnes pour les cultures arbustives et capitalisent une superficie de 75.32ha.
- Zones caractérisées par des sols convenables, très profonds ayant une texture fine à moyenne, une bonne structure, une fertilité faible à moyenne et un taux de calcaire actif <12%. et une salinité moyenne en profondeur. Leurs aptitudes culturales sont bonnes pour les cultures arbustives suivantes : Agrumes-pêcher, Abricotier-Prunier- Olivier-Pommier-Poirier-Amandier et Figuier. La superficie totale de cette zone est 53.62ha
- Zones caractérisées par des sols moyennement profonds mais présentant un taux de calcaire actif >12% et une salinité moyenne en profondeur avec une

Caractéristiques générales de la zone d'étude

superficie de 74.90ha. leurs aptitudes culturales sont marginales pour les cultures arbustives et bonnes pour la viticulture.

- Zones non irriguées avec une superficie de 12.22ha. Elles sont constituées par des sols présentant de faible profondeur. Ces sols sont inaptes pour les cultures arbustives.

I-1-9 Analyse du sol :

Pour la détermination des caractéristiques physiques et chimiques du sol, les échantillons ont été prélevés de trois zones différentes du périmètre. Les analyses ont été effectuées au laboratoire hydraulique agricole.

Les résultats obtenues sont résumés dans le tableau I-1 et I-2.

Tableau.I.1. Caractéristiques chimiques du sol

Echantillons	Zone I			Zone II			Zone III		
Profondeur(cm)	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120	0-40	40-80	80-120
PH	8 .39	8 .46	8 .62	8 .66	8 .83	8 .97	8 .96	8 .98	9 .02
Conductivité (μmb)	778	783	786	766	771	775	839	846	851
Salinité (ms/cm^3)	0 .38	0 .38	0 .39	0 .38	0 .38	0 .38	0 .40	0 .41	0 .41
Teneur en calcaire (%)	8.17			13.50			12 .06		

Interprétation :

La zone I a une teneur en calcaire assez élevée, par contre les zones II et III ont une teneur en calcaire très élevée.

La Conductivité de sol diminuent principalement en surface (concentration) .par contre lorsque le niveau augmente vers la surface du sol .la Conductivité des sols augmentent.

Caractéristiques générales de la zone d'étude

Tableau. I.2. Caractéristiques physiques du sol

Echantillons	ZONE I			ZONE II			ZONE III		
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	0-40cm	40-80cm	80-120cm	0-40cm	40-80cm	80-120cm
Profondeur									
Densité apparente(g/cm³)	1.27	1.60	1.63	1.10	1.15	1.05	1.22	1.20	1.19
L'humidité au champ (%)	16.026	5.56	11.48	17.53	17.64	15.31	4.26	5.73	5.63
L'humidité au point d'hygroscopicité (%)	0.79	0.21	0.62	1.22	1.31	0.95	0.27	1.39	1.69
Densité réelle (g/cm³)	2.5	2.5	2.5	2.67	2.67	2.67	2.5	2.5	2.5
Porosité (%)	0.492	0.360	0.348	0.588	0.569	0.606	0.512	0.520	0.524
Perméabilité (cm/s)	2.177*10 ⁻²	2.28*10 ⁻²	2.44*10 ⁻²	0.181*10 ⁻⁴	0.283*10 ⁻⁴	0.337*10 ⁻⁴	0.69*10 ⁻⁴	0.983*10 ⁻⁴	1.55*10 ⁻⁴
L'humidité équivalente	15.8098	9.869	10.7143	23.5155	22.8837	22.2906	17.6470	14.2857	17.2059
Densité humide (g/cm³)	1.47	1.69	1.82	1.30	1.36	1.22	1.27	1.27	1.26

II -1 Introduction :

L'étude du climat est faite à base des données de la station de Maghnia d'une période allant de 1986 à 2010 soit 24 années d'observation sans lacune

II -2-1 Etude des paramètres climatiques :

Tableau.II.1.Caractéristiques et coordonnées de la station de Maghnia

Latitude	Longitude	Altitude	Code
35°51'N	1°47'00''w	426m	522

II -2-2 Homogénéité de la série pluviométrique :

La série à laquelle nous faisons allusion cette partie est la série enregistrée au niveau de la station pluviométrique de Maghnia.

Cette série est caractérisée par le fait qu'elle s'étend sur une durée d'observation de 24 ans ce qui nous permettra de bien apprécier les variations de la pluviométrie au niveau de la région.

Donc comme nous l'avons précédemment dit, nous allons dans cette partie tester l'homogénéité de cette série afin de détecter et de corriger les anomalies où les valeurs erronées qui peuvent exister. Pour cela nous allons utiliser le test de Wilcoxon.

II -2-2-1 Test de Wilcoxon : Ce test consiste à diviser la série pluviométrique d'origine en deux sous séries X et Y de telle sorte que N1 et N2 représente respectivement la taille des deux sous séries, (généralement on prend $N2 > N1$).

Nous allons par la suite classer les valeurs de la série pluviométrique d'origine par ordre croissant en prenant le soin d'attribuer pour chaque valeur son rang et le nom de la sous série à laquelle elle appartient.

Tableau.II.2.pluie moyennes mensuelles et annuelles observées au niveau de la station pluviométrique de Maghnia durant la période allant de 1986 à 2010.

Année	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	Août	Annuel
1986	18,06	5,3	13,1	96	1,4	126,5	214,2	84,6	0	3,2	0	0	573,2
1987	10,4	35	19,3	0	9,5	69,1	96,5	279,3	57	6,8	0	11,3	602,2
1988	17,2	4,7	99,3	9	45,2	89,5	31,5	137,5	80,7	15,4	7,6	15,8	558,4
1989	30,7	65,2	26,9	64,5	102,5	36	41,8	7,2	46,3	4,2	12,5	14,6	458,4
1990	0	26,8	110,3	16,2	70,1	11,8	38,2	79,2	27,2	0	0	0	379,8
1991	0	66	47	12,5	23,1	142,7	38,8	25,8	16,9	2,2	5,4	0	380,4
1992	15,9	74,2	79,3	64,4	9,3	74,3	104,8	29,8	15,3	0	0	0,6	472,9
1993	10	31,4	40,2	204,3	18,7	73,4	53,6	60,8	10,7	47,6	0	2,5	559,2
1994	4,4	0,4	0	16,4	24,4	55	1,3	67,7	41,9	5,5	0	10	229
1995	1,2	22,2	0	51,5	0	23,7	16,1	10,3	11,7	0	0,7	0,5	137,9
1996	0	0	15,3	77,3	44,7	39,8	29,9	12,6	88,1	3,2	0	0	310,9
1997	8	1,1	107,2	28,4	45,2	20,3	54	21,4	51,7	0	0	0	339,3
1998	6,8	0,8	55	45	79,9	86,3	76,9	40,2	2,5	8	0	6,8	411,2
1999	20,3	30,	87,1	35,9	36,5	146,	18,6	2,2	12,	2,4	25,	6,9	433,2

		2				9			5		7		
2000	2,7	34,4	26,1	30,8	25,3	31,6	7,1	28,9	28,9	7,7	0,9	0	226,4
2001	11,8	11,1	44,8	8,5	19,1	23,4	178	35,9	26,1	5,2	2,1	12,6	384,6
2002	7,2	6	15,8	38,3	144,9	0	25	65,8	16,7	5,2	3	0,3	331,2
2003	10,5	10,5	41	80	36,9	65,7	158,9	4,9	23	0	0	0,5	438,9
2004	26,1	42,2	13,9	32,7	15,6	21,7	101,7	83,3	124	30,9	1	1,4	499,5
2005	0,6	19,1	33,5	21,2	0	70	16,6	71,5	88,5	0	0	1	322
2006	6	2	71,3	3,5	100,3	57,4	6,2	19,3	22,2	0,2	5,6	0	297
2007	30,9	30,8	33,2	13,5	28,7	68,2	176,9	15,1	1,1	9	0	3,2	416,6
2008	10,3	32,3	19,8	63,8	75,2	94,8	100,4	41,5	46,3	5,3	3,1	3,6	498,4
2009	37,1	39,8	0,8	32,3	102,3	0	0,2	148	14,3	3,7	0,6	12,1	390,2
2010	70	38,5	57,6	67,3	30,1	44,5	45,3	23,2	77,8	0,4	0,6	0,7	464,7
Moyennes	14.84	21.76	33.88	34.07	32.63	38.45	36.15	31.02	27.57	6.52	2.57	4.61	284.07

Une fois que ces opérations sont terminées nous allons passer au test de Wilcoxon selon lequel une série est homogène avec une probabilité de 95% si :

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

Avec :

W_x : Somme des rangs de la sous série X.

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

$U_{1-\alpha/2}$: représente la valeur de la variable centrée réduite de Gauss correspondant à une probabilité de $1-\alpha/2$

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

Après l'application nous avons obtenu les résultats suivants :

- $N_1 = 15$
- $N_2 = 17$
- $W_x = 257$
- $W_y = 271$
- $W_{\min} = 103.86$
- $W_{\max} = 391.14$

Conclusion :

A partir des résultats ainsi obtenus nous constatons que le test de Wilcoxon selon lequel une série est considérée comme étant homogène avec une probabilité de 95% que si la somme des rangs de la sous série x (W_x), est comprise entre les valeur W_{\min} et de W_{\max} .

Ce qui dans notre cas est vérifié, donc pour conclure on peut dire que notre série est homogène.

Après avoir vérifié l'homogénéité de notre série, il faudra choisir une loi de probabilité susceptible de s'ajuster d'une manière à notre échantillon. C'est à partir de loi, que l'on pourra estimer analytiquement ou graphiquement la valeur de la pluie moyenne annuelle d'une fréquence 80% avec une période de retour 5 ans, valeur à partir de laquelle nous

pourrons estimer la pluie moyenne mensuelle de fréquence 80% sur la même période de retour.

II -2-3 Choix de la loi d'ajustement :

Pour ce choix nous sommes basés sur la comparaison entre les différentes courbes d'ajustement. Il s'est avéré que l'ajustement à la loi de Gauss le plus juste.

II -2-4 Ajustement à la loi de Gauss:

La loi de Gauss est une loi qui admet la fonction ci-dessous comme fonction de répartition

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

Avec :

F(x) : fonction de répartition

U : variable réduite de Gauss cette variable est donnée par la formule ci-dessous

$$u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

A partir de cette formule nous donnons la variable réduite de Gauss, on peut obtenir l'équation de la droite d'Henri, qui correspondent à une valeur donnée de la fréquence.

Equation de la droite d'Henri :

$$x = \bar{x} + \sigma u$$

Avec : \bar{x} : La moyenne arithmétique.

σ : L'écart type.

II -2-5 Procédure d'ajustement à la loi de gausse:

Dans notre cas nous avons une série de 32 valeurs pluviométrique, qui doivent être ajustées à une loi théorique à savoir la loi de Gauss (loi normale), afin de déterminer les précipitation en période sèche « P » qui correspondent à la fréquence $P_{\%}=80\%$. Pour cela nous devons suivre les étapes ci-dessous :

Calcul des caractéristiques de l'échantillon à savoir :

$$\text{La moyenne arithmétique : } \bar{x} = \sum \frac{x_i}{n}$$

$$\text{L'écart type : } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{Le coefficient de variation : } c_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

$$\text{La variable réduite de Gauss : } u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Avec : M : Numéro d'ordre.

N : Numéro d'années d'observation.

Pour faire l'ajustement nous avons utilisé le logiciel « Hydrolab » développé à l'université de Nice (France) par le C.N.R.S (Centre Nationale De Recherche Scientifique) ce logiciel nous a permis de tracer le graphique d'ajustement et de déterminer les principales caractéristiques de la série pluviométrique.

Tableau II.3. résultats d'ajustement interannuels à la loi normale de Gauss.

Taille n=		32	Moyenne=398,89375					
		Ecart-type=108,859667		I.C. à (en%)=80			U Gauss=1,2817	
Valeurs de départ	Valeurs Classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
573,2	137,9	1	0,0156	-2,154	137,9	164,375408	112,066615	204,327212
602,2	226,4	2	0,0469	-1,676	226,4	216,411417	172,344799	250,862872
558,4	229	3	0,0781	-1,418	229	244,524787	204,608084	276,307645
458,4	255,1	4	0,1094	-1,230	255,1	264,996183	227,918024	295,019156
379,8	297	5	0,1406	-1,078	297	281,592419	246,675754	310,328367
380,4	310,9	6	0,1719	-0,947	310,9	295,83564	262,656668	323,584386
472,9	322	7	0,2031	-0,830	322	308,503544	276,766014	335,47833
559,2	331,2	8	0,2344	-0,724	331,2	320,05183	289,532841	346,416565
229	332,3	9	0,2656	-0,626	332,3	330,773393	301,295988	356,661473
137,9	339,1	10	0,2969	-0,533	339,1	340,869826	312,287574	366,394744
310,9	339,3	11	0,3281	-0,445	339,3	350,487669	322,67528	375,749495

							1	
339,3	352,2	12	0,3594	-0,360	352,2	359,738491	332,585756	384,8281
411,2	379,8	13	0,3906	-0,277	379,8	368,710863	342,118519	393,712843
433,2	380,4	14	0,4219	-0,197	380,4	377,477929	351,354734	402,472704
226,4	384,6	15	0,4531	-0,118	384,6	386,102499	360,363058	411,167958
384,6	390,2	16	0,4844	-0,039	390,2	394,640677	369,203749	419,853506
331,2	391,3	17	0,5156	0,039	391,3	403,146823	377,933994	428,583751
438,9	411,2	18	0,5469	0,118	411,2	411,685001	386,619542	437,424442
499,5	416,6	19	0,5781	0,197	416,6	420,309571	395,314796	446,432766
322	433,2	20	0,6094	0,277	433,2	429,076637	404,074657	455,668981
297	438,9	21	0,6406	0,360	438,9	438,049009	412,9594	465,201744
416,6	458,4	22	0,6719	0,445	458,4	447,299831	422,038005	475,112219
498,4	464,7	23	0,7031	0,533	464,7	456,917674	431,392756	485,499926
390,2	471,7	24	0,7344	0,626	471,7	467,014107	441,126027	496,491512
464,7	472,9	25	0,7656	0,724	472,9	477,73567	451,370935	508,254659
352,2	498,4	26	0,7969	0,830	498,4	489,283956	462,30917	521,021486
255,1	499,5	27	0,8281	0,947	499,5	501,95186	474,203114	535,130832

339,1	507,4	28	0,8594	1,078	507,4	516,195081	487,459133	551,111746
507,4	558,4	29	0,8906	1,230	558,4	532,791317	502,768344	569,869476
391,3	559,2	30	0,9219	1,418	559,2	553,262713	521,479855	593,179416
471,7	573,2	31	0,9531	1,676	573,2	581,376083	546,924628	625,442701
332,3	602,2	32	0,9844	2,154	602,2	633,412092	593,460288	685,720885

Fréquence	U.Gauss	Val.t héo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	307,2930521	275,4223493	334,3372292	307,2930521	0,200	1,3
0,5	0,000	398,893761	373,5785412	424,2089813	389,893761	0,467	1,9
0,8	0,841	490,494448	463,450271	522,365151	490,494448	0,800	5,0

Conclusion :

Nous remarquons sur le graphique ci-dessous que toutes les valeurs observées sont toutes très proche de la droite d'ajustement (droite d'Henri). Ce que signifie que nous avons une bonne corrélation et que la loi d'ajustement considérée est bonne.

Pour ce qui est de l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la zone, nous allons nous référer à l'année sèche de fréquence 80%. Avec une période de retour de 5 ans. Pour cela nous allons utiliser la formule ci-dessous.

$$P_{i.moy.80} = \frac{P_{sec,80}}{P_{moy}} * P_{i.moy}$$

Avec :

$P_{i.moy.80\%}$: pluie moyenne du mois « i » avec une fréquence de 80%.

$P_{i.moy}$: moyenne de pluies du mois « i » sur une période de 24 ans.

$P_{sec.80\%}$: pluie annuelle estimée pour une fréquence de 80%

($P_{sec.80\%}=49.49$)

P_{moy} : pluie annuelle pour les 24 ans ($P_{moy}=284.07$).

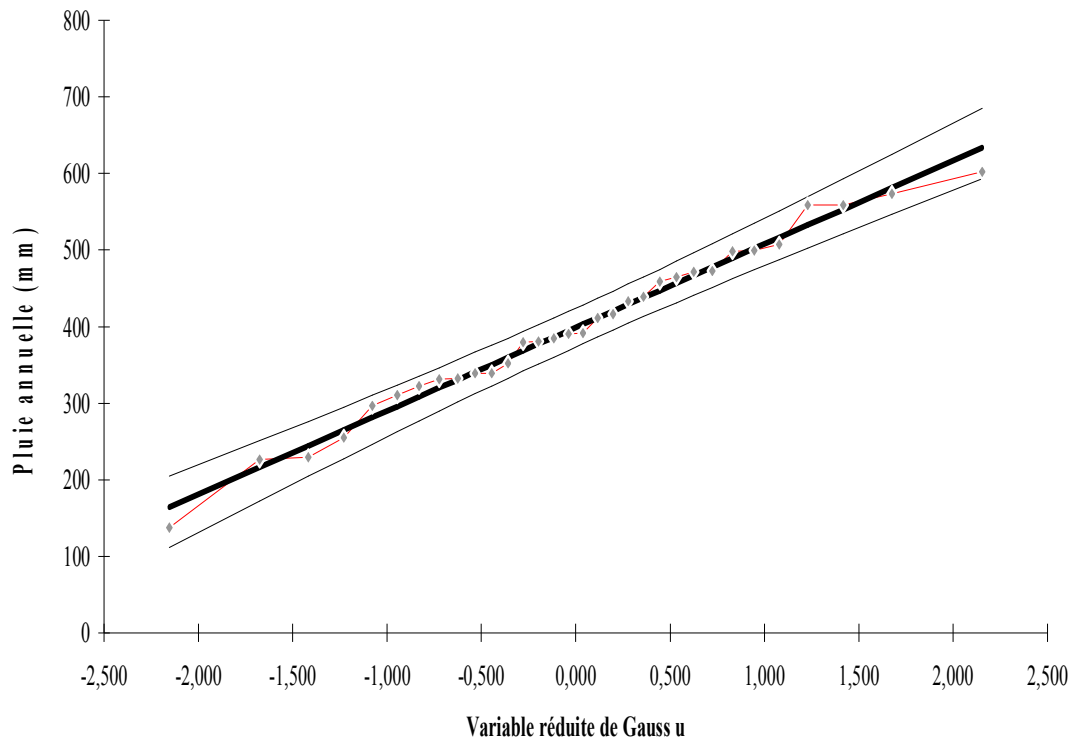


Figure II.1 : Graphique d'ajustement d'une loi normale aux pluies moyennes annuelle Station de Maghnia

II-2-2 Précipitations :

Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées sur la station de Maghnia sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau.II.4.Precipitations moyenne mensuels-Station de Maghnia

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	Ao
P(m)	14.8	21.7	33.8	34.0	32.6	38.4	36.1	31.0	27.5	6.52	2.57	4.61
m)	4	6	8	7	3	5	5	2	7			

La précipitation moyenne annuelle donne une valeur de 284.07mm. D'après le tableau (II-4), on remarque que le mois de Février est le mois le plus pluvieux et le mois de Juillet étant le plus sec.

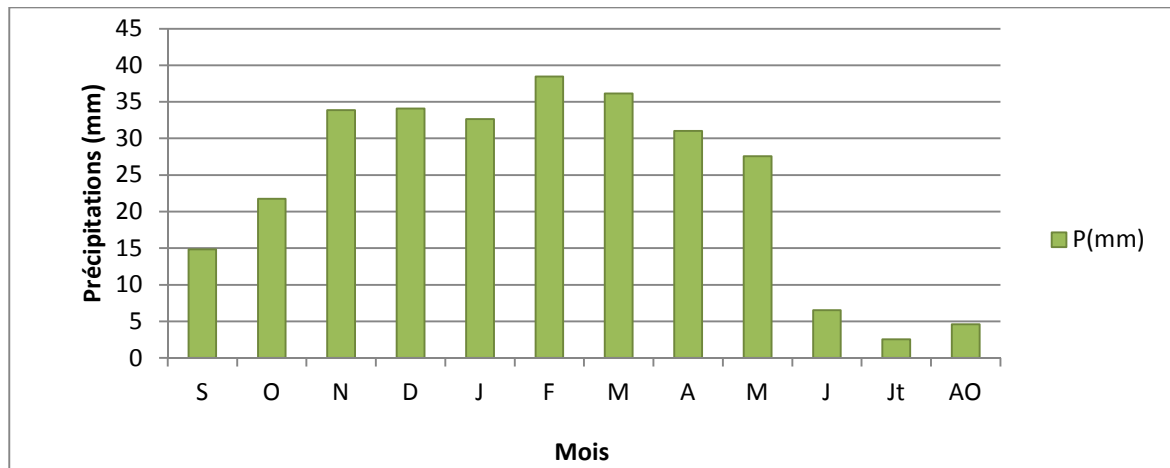


Figure.II.2.histogramme de la précipitation mensuelle de la station de Maghnia

II -2-3 Température :

Sur le tableau II-3, nous avons reporté les températures moyennes mensuelles et annuelle de la station de Maghnia avec :

M : Température maximale (°C)

m : Température minimale (°C)

T= (M+m)/2 : Température moyenne (°C)

Tableau.II.5.Température moyenne mensuelle de le station de Maghnia

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	AO
M(°C)	31.45	26.2	21.55	17.87	16.77	18.02	19.99	22.18	25.6	30.17	35.03	37.21
m(°C)	15.67	11.26	7.83	3.09	2.53	3.96	6.33	7.92	10.02	14.99	17.65	16.43
T(°C)	23.56	18.73	14.69	10.48	9.65	10.99	13.16	15.05	17.81	22.58	26.34	26.82

La température moyenne annuelle est de 17.48°C

La température moyenne maximale observée au mois d'Aout est de 37.21°C

La température moyenne minimale observée au mois de Janvier est de 2.53°C

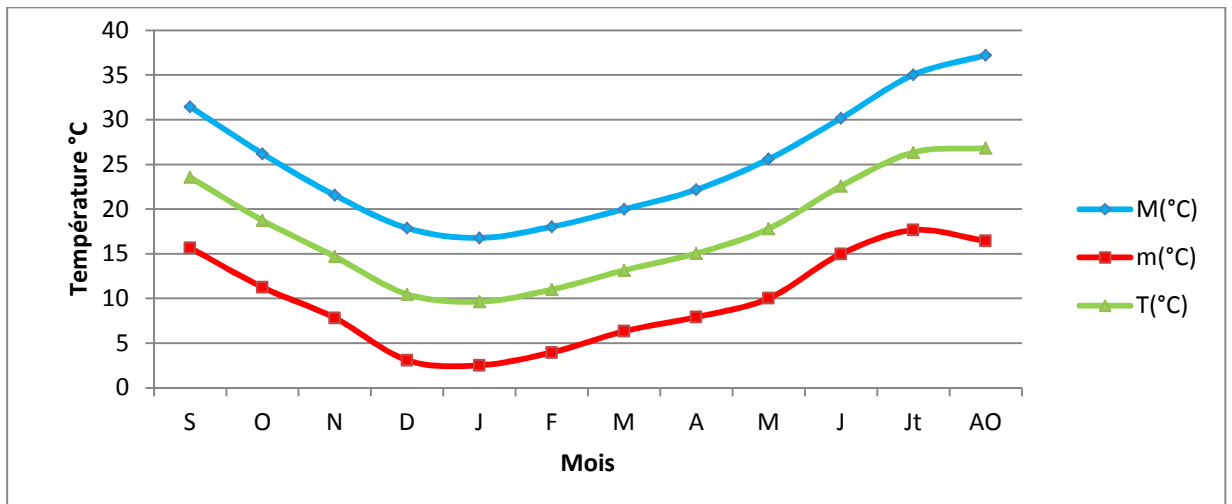


Figure.II.3.Diagramme représentatif de la variation de la température mensuelle

II -2-4 Le vent :

Le vent est un facteur destructif vu sont influence directe sur les sols, la végétation et les autres facteurs tel que les précipitations et l'évapotranspiration. Il intervient aussi dans le choix de type d'irrigation. La variation de vitesse de vent au cours de l'année est représentée dans le tableau II-6.

Tableau.II.6.Vitesse du vent moyenne mensuelle

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Vent (m/s)	2.05	1.47	1.57	1.17	1.45	1.9	2.65	2.58	1.59	1.65	1.98	1.83

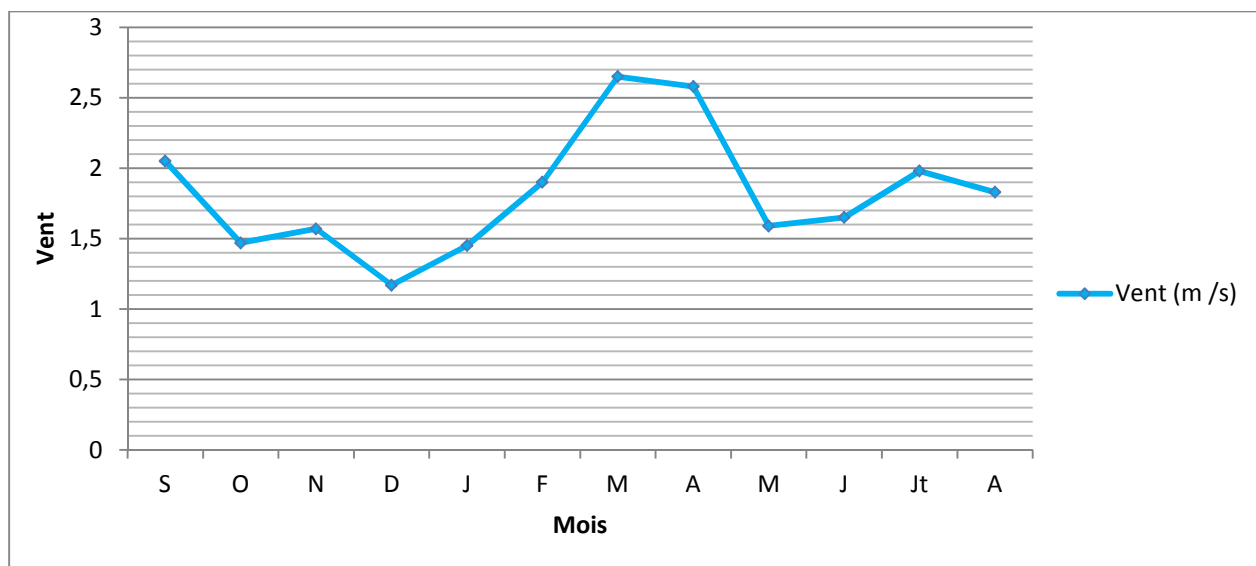


Fig.II.4.Diagramme représentatif de vent mensuelle

II-2-5 Humidité relative :

Une des principales caractéristiques du climat de la région est la valeur assez basse de l'humidité relative des différents mois de l'année.

Tableau.II.5.Humidité relative de l'air(%) des stations météorologiques

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Ann
Humidité(%)	72	70	68	66	66	66	72	66	70	68	51	66	67

II-2-6 Insolation :

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle.

Le tableau ci-dessous nous donne les valeurs mensuelles moyennes en (%)

Tableau.II.7.Valeurs moyennes D'insolation

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
(%)	8.8	7.2	6.5	5.8	5.5	6.1	7.1	7.6	8.5	10.5	11.3	10.4

II-2-7 Gelée :

L'analyse du tableau II-7 montre que la gelée blanche dans la zone d'étude existe, ce phénomène est fréquent en hiver de novembre à avril

avec un maximum qui varie de 5 à 8 jours au mois de janvier, il y a donc un grand risque de gelée surtout au mois de janvier.

Tableau.II.8. Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maghnia	5.25	1.00	0.75	0.25	0	0	0	0	0	0	0.50	2.00

II-3 Etude du régime climatique :

II-3-1 Introduction :

Dans un pays comme l'Algérie caractérisé par le contraste entre le climat méditerranéen de la bordure littorale et le climat de montagne des hauts plateaux et des hautes plaines. Il est nécessaire de préciser le type climatique du secteur que l'on étudie, pour cela on utilise les méthodes suivantes :

- Visualisation des périodes de sécheresse et de réalimentation pluviale
- Calcule des indices qui permettront de préciser le régime climatique dominant sur la région d'étude.

1) Méthode de visualisation :

➤ Diagramme ombrothermique :

Il s'agit d'établir un diagramme ombrothermique en adoptant une progression linéaire pour l'échelle de température en °C et une échelle logarithmique pour la précipitation.

Tableau.II.9. Température et précipitation moyenne mensuelle

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	AO
T(°C)	23.56	18.73	14.69	10.48	9.65	10.99	13.16	15.05	17.81	22.58	26.34	26.82
P(mm)	14.84	21.76	33.88	34.07	32.63	38.45	36.15	31.02	27.57	6.52	2.57	4.61

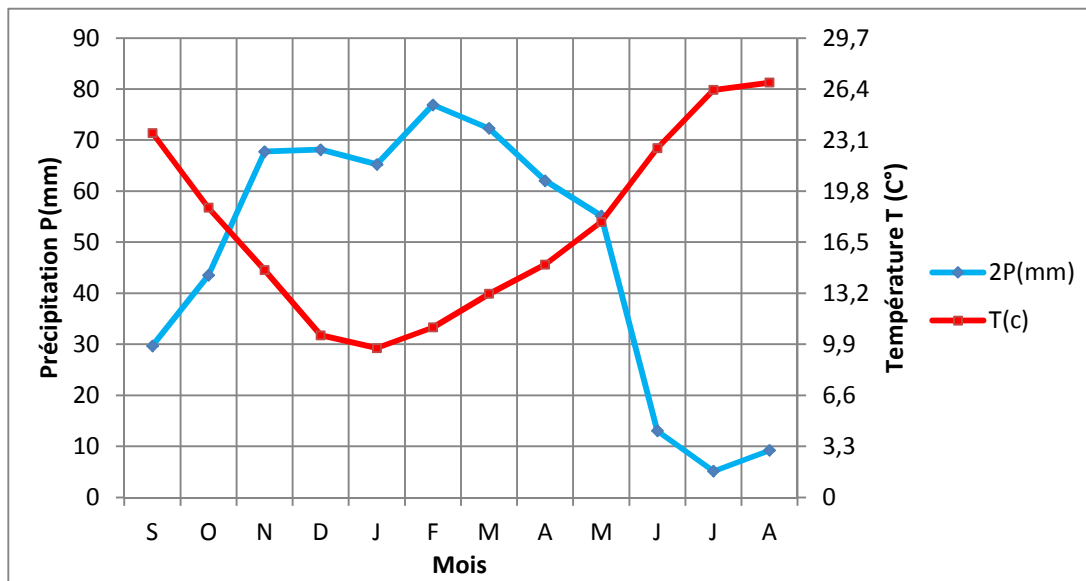


Figure.II.5.Diagramme Ombrothermique -station de Maghnia-

2) Les indices climatiques :

➤ Indices d'aridité de DEMARTONNE :

DEMARTONNE propose la formule suivante

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

Avec :

I : Indice d'aridité

P : Précipitation annuelle mm

T : Température moyenne annuelle (°C)

On détermine le type de climat de notre région d'étude selon la classification présentée dans le tableau suivant :

Tableau.II.10.Tableau d'Indice d'aridité de DEMARTONNE

Valeur I	Type du climat
$I < 5$	Désertique
$5 < I < 10$	Aride
$10 < I < 20$	Semi-aride
$20 < I < 30$	Dub-humide
$I > 30$	Humide

Pour notre cas $P = 284.07\text{mm}$

$$T = 17.48^{\circ}\text{C}$$

Donc on aura $I = 10.34$

Cette valeur traduit un climat semi-aride, l'irrigation est souvent indispensable.

-pour avoir une idée sur l'irrigation de chaque mois, il est possible de calculer l'indice d'aridité mensuelle par la formule suivante :

$$I = \frac{12 P}{t + 10}$$

I : Indice d'aridité mensuel

P : Précipitation mensuelle (mm)

T : Température moyenne mensuelle ($^{\circ}\text{C}$)

Le tableau qui suit rassemble les valeurs de l'indice mensuel d'aridité pour la station de Maghnia.

Tableau.II.11.Indice d'aridité mensuelle

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	AO
i	5.3	9.0	16.4	19.9	19.9	21.9	18.7	14.8	11.8	2.4	0.85	1.5
	1	8	6	6	2	8	3	5	9			

On peut aussi déterminer la nature du climat à partir de l'abaque de DEMARTONNE.

A partir des données des précipitations moyennes annuelles et températures moyennes annuelles, on déduit que le climat est semi-aride avec un écoulement temporaire

➤ **Indice climatique d'EMBERGER :**

Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude on applique la formule d'EMBERGER modifiée par STEWART.

$$Q_s = 3,43[P / (M - m)]$$

Q_s : indice de STEWART ;

P : Précipitation moyenne annuelle en mm

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °K

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °K

Tableau.II.12.Tableau d'Indice de STEWART

Valeur de Q_s	Type de climat
$Q_s > 100$	Humide
$50 < Q_s < 100$	Tempéré
$25 < Q_s < 50$	Semi-aride
$10 < Q_s < 25$	Aride
$10 > Q_s$	Désertique

$$M = 273 + 37,21 = 310,21 \text{ °K}$$

$$m = 273 + 2,53 = 275,53 \text{ °K}$$

$$P = 284,07 \text{ mm}$$

$$\text{Donc } Q_s = 28,09$$

Cette valeur traduit un climat semi-aride, l'irrigation est souvent indispensable.

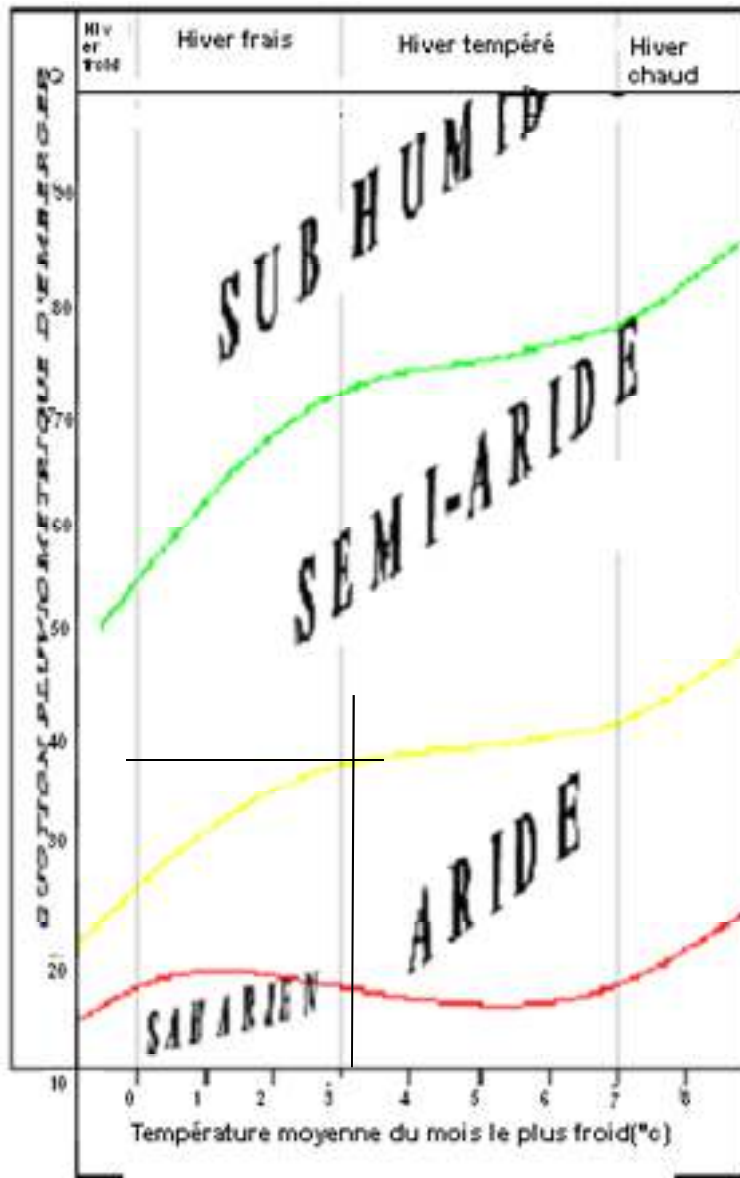


Figure.II.6. Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

III-1 Introduction :

L'eau d'irrigation doit être considérée selon sa nature, sa quantité et sa qualité. Pour sa nature, la ressource peut être souterraine exploitée à partir de puits ou forages ou bien une source d'eau superficielle à partir des lâchées, d'un écoulement ou un captage de source. A ce propos, l'agriculteur doit s'assurer de sa disponibilité au moment voulu pour irriguer, car la connaissance de la quantité d'eau disponible en période de pointe permet de déterminer la superficie à irriguer et en qualité (bonne, médiocre ou mauvaise) pour savoir le niveau de traitement et de filtration nécessaires à son utilisation.

L'Algérie fait face à une demande en eau sans cesse croissante du fait de l'évolution démographique de pays ainsi que l'évolution de besoin en eau de la population, de l'industrie et de l'agriculture. A cette dernière les eaux résiduaires constituent une solution alternative importante.

Pour la protection et la préservation de l'environnement contre toute pollution à partir des eaux usées, la réalisation des stations de l'épuration s'avère nécessaire et indispensable, parmi elles la réalisation de la station d'épuration de MAGHNIA.

III-2 Généralité d'une station d'épuration de Maghnia :

L'eau collectée par les égouts est conduite à une usine de traitement appelée couramment station d'épuration. Les plus efficaces emploient des techniques nombreuses et parfois coûteuses.

L'eau est d'abord filtrée par des grilles de plus en plus fines, qui retiennent tous les déchets solides. Les déchets en suspension (petites particules dans l'eau) ou solubles (produits entièrement mélangés à l'eau) doivent être séparés par d'autres méthodes : décantation, floculation, traitement par des bactéries.

A la suite de plusieurs filtrages et décantation, l'eau peut être rejetée dans un cours d'eau. Elle n'est plus dangereuse pour l'environnement, mais elle n'est

pas pour autant potable. Si elle est pompée ensuite pour la consommation humaine, elle devra subir d'autres traitements (nouveaux filtrages, chlorage, etc.).

Les déchets séparés de l'eau ne sont pas tous des déchets nuisibles. Les boues de décantation, en particulier, sont utilisées comme engrais.

La STEP de MAGHNIA a été réalisée pour l'épuration des eaux usées. Elle a démarré ses essais à l'eau claire le 05/06/1999, et à l'eau usée une semaine après.

III-3 Présentation de la station d'épuration :

III-3-1 Situation géographique:

La station d'épuration de Maghnia est située à une distance de 2 km à l'entrée Est de la ville de Maghnia, limitrophe de Ouederffou au côté Sud et au Nord par une piste amenant de la ville de Maghnia à Hammam Boughrara.

III-3-2 Origine des eaux usées :

La station d'épuration des eaux usées a été réalisée pour traiter les eaux de Maghnia et qui sont des eaux usées domestique et pluviales.

III-3-3 Caractéristique de la STEP :

- Capacité 150000 Eq/hab
- Horizon 2005
- Procédé d'épuration boues activées traitement biologique.
- Elle est rejet un débit moyen journalier égale à 7000m³ /j.

III-3-4 Caractéristique des eaux usées:

La gestion de la station d'épuration de la ville de Maghnia se fera sur la base des données caractéristique suivant l'entrée de la station :

- | | |
|-------------------------|--------------|
| • Type de réseau | Unitaire |
| • Nature des eaux usées | domestique |
| • Débit journalier | 400 l/s |
| • DBO ₅ | 8900 kg/jour |

Ressources en eau

- MES 11,950 kg/j
- Azote à nitrifié 1,280 kg /j
- Débit de pointe horaire admis au traitement 2800 m³/h

III-3-5 Caractéristique des eaux traitées :

Les eaux et les boues traitées fournies par le partenaire cocontractant à la sortie de la STEP ont les caractéristiques suivantes :

Tableau.III.1.Caractéristiques des eaux et les boues traitées

Paramètre	Valeur
PH	Compris entre 6.5 et 8.5
Couleur	Non perceptible
Solides décantables après 2 heures	0,5 ml/l
MES	60 mg/l
DBO5	20 à 30 mg/l
DCO	90 mg/l
Azote (N-NH ₄)	3-5 mg/l
Azote (N-NH ₃)	8-10 mg/l
Nitrification	70%
Graisses et huile végétales	20 mg/l
Huiles minérales	05 mg/l
Calcium	20 mg/l
Conductivité	3000(μS /cm)
Sodium	40 mg/l
Carbonates	0.1 mg/l

Source : STEP de Maghnia

III-4 Les ouvrages de la station :

La station d'épuration de la ville de Maghnia faisant objetif de la présente étude fonctionne sur la base d'un procédé à boues activées avec aération prolongée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente.



Figure.III.1.Station d'épuration de la ville de Maghnia

III-4-1 Déversoir d'orage:

Le déversoir d'orage de la station est installé à l'amont de celle-ci et qui déverse le surplus du débit admissible dans la by passe général de la station ; la hauteur de la lame de débordement sera adaptée pour accepter pour une charge maximum de 1250 m³/h. cependant le débit de pointe horaire admis au traitement est de 2800m³/h.



Figure.III.2.Déversoir d'orage de la STEP de la ville de Maghnia

III-4-2 Les prétraitements :

Les opérations de prétraitement des effluents domestique du nord et de Maghnia ont pour but de débarrasser et d'alléger les eaux brutes de ces matières grossières.

Parmi les opérations de prétraitement dans la station de Maghnia, on trouvé :

- Une grille grossière à nettoyage manuel.
- Deux grilles mécanisées fine.
- Une grille manuelle de by passe.
- Des-sableurs déshuileur.

III-4-2-1 Grille grossière à nettoyage manuel :

La station est équipée d'une fosse à bavards située avant le dégrillage grossie qui permet de réduire la charge des matériaux transportes avec les eaux brutes.

Après cette étape, les eaux brutes seront dégrillées à l'aide d'un dégrillage grossier à nettoyage manuelle, permettant de retenir les déchets volumineux (chiffons, Sacher, ...etc.). Un détecteur de niveau installé à l'amont de la grille grossière d'éclanche une alarme sonore dans le cas où le niveau d'eau est très haut " colmatage", les caractéristique de la grille sont les suivantes :

- Largeur : 1.8m
- Inclinaison : 70%
- Ecartement entre les barreaux 50mm.

III-4-2-2 Grilles mécanisées fine:

Les effluents qui sortent de dérailleur grossier seront dirigés vers deux grilles fines à nettoyage mécanique, constituées de barreaux en fer plateforme en quart cercle, elles sont nettoyées par un double râteau tournant entraîné mécaniquement.

Les deux grilles fines ont les caractéristiques suivantes :

- Largeur : 1m
- Inclinaison : 70%
- Ecartement entre les barreaux : 20mm.
- Puissance du moteur : 0,37kw.
- Profondeur : 150cm.



Figure.III.3.Grilles mécanisées fine de la STEP de la ville de Maghnia

➤ **Bande transporteuse :**

Les deux grilles mécanisées déposent leur refus sur une bande transporteuse. Le fonctionnement de la bande est en alternance avec le racleur.

III-4-2-3 Grilles manuelles de by passe :

La station d'épuration est équipée d'un by passe qui se trouve à côté des grilles mécanisées.

Ce dernier assure le bon fonctionnement de la station en cas de problème au niveau des grilles mécanisées (panne, bouchage,..... etc.)

Les caractéristiques de cette grille sont les suivantes :

- Largeur : 1m
- Ecartement entre les barreaux : 30mm.
- Les grille sont en aluminium pour évites la corrosion.
- Les grilles déchets des grilles fines et grossiers seront envoyées à la décharge publique.

III-4-2-4 Dessaleurs déshuileur :

A la sortie des grilles fines, le canal est équipé de glissière destinés à recevoir des bâteras d'eau ayant pour but l'isolement d'un ou deux dessableurs.

Cet ouvrage et de type longitudinal à deux compartiments, il est constitué d'un canal béton armé de forme trapézoïdale, l'air est insufflé par des suppresseurs pour provoquer une émulsion afin de pouvoir favoriser la séparation du sable et des graisses il existe des lames de séparation qui permettent la séparation des huiles et des graisses vers la zone de raclage, le dessableur est équipée d'un comporte les suivantes :

Un moteur réducteur de translation de 0,37 kw avant arrière.

Une pompe air lift avec groupe moto suppresseur de 4kw assurant l'évacuation des sables déposés vers le lit de séchage de sable.

Un racleur de surface pour racler les huiles et les graisses flottantes l'eau prétraitée est déversée et évacuée gravitairement à travers un canal à ciel ouvert pour subir les traitements ultérieurs le sable extrait est conduit vers un lit de sable pour sécher et envoyé à l'utilisation ou vers la décharge.

Les huiles et les graisses sont stockées dans un ouvrage spécial puis sont évacuées.

Les deux dessableurs déshuileur ont les dimensions suivantes :

- Largeur : 4m.
- Longueur : 26m.
- Hauteur : 9m.



Figure.III.4.Dessableurs déshuileur de la STEP de la ville de Maghnia

Remarque : Il existe trois suppresses pour l'insufflation l'air, deux le fonctionnement et l'autre au repos.

Le fonctionnement du dessableurs dépend du débit à traiter.

Un grand débit : les deux dessableurs fonctionnement en même temps un débit faible un seul bassin fonctionne et l'autre est vide.

III-4-3 Traitement biologique :

Les effluents prétraités seront acheminés vers un bassin de traitement secondaire, la station comporte 04 unités, au niveau de chaque unité deux bassins séparés.

III-4-3-1 Bassin de dénitrification :

L'eau prétraitée arrive premièrement dans ce bassin, dans le quel pour sera faite l'élimination de la pollution azote à partir des bactéries spécifique (nitrosomonas, nitrobacter).

Le bassin à une forme rectangulaire et est équipé d'un mélangeur de fond, assurant l'agitation du milieu, ensuite l'eau nitrifiée est déverse vers les bassins d'aération.

Chaque bassin de dénitrification a les dimensions suivantes :

- Volume : 725m³
- Longueur : 187,5m.
- Largeur : 8m.
- Hauteur d'eau : 9m.
- Hauteur béton : 5,6m.

III-4-3-2 Bassin d'aération :

La forme du bassin d'aération est rectangulaire, IL est alimenté en eau dénitrifiée, l'aération dans le bassin est réalisée à l'aide d'aération de surface à vitesse lente, chaque bassin est équipé de trois aérateurs 75kw chacun.

Ce milieu favorable provoque le développement des bactéries, qui action physique et physico-chimique elles retiennent la pollution organique, et s'en nourrissent.

Il existe au niveau de chaque bassin une sonde de mesure d'oxygène dissous pour assurer le déclenchement automatique des aérateurs on cas de diminution de la concentration de cet élément.

Pour la protection du béton, chaque bassin est équipé d'un système d'injection de l'eau pour casser les mousses formées par l'aération. Chaque bassin d'aération a les dimensions suivantes :

- Volume : 4732m³
- Longueur : 55,5m.
- Largeur : 18,8m.
- Hauteur d'eau : 4,5m.
- Hauteur béton : 5,6m.

Le mélange (boues et eau) du bassin biologique est envoyé vers la tour de réparation.



Figure.III.5.Bassin d'aération de la STEP de la ville de Maghnia

➤ **Les équipements :**

- Quatre mélangeurs submersibles de 4 km (y compris le système de relevage).
- Quatre déversoirs.
- Douze aérateurs de surface.
- Quatre sondes de mesure de l'oxygène dissous.
- Chaque bassin est équipé d'un système d'injection de l'eau pour casser la mousse formée par l'aération.

➤ **Tour de répartition :**

La mixture en provenance des bassins d'aération est transportée gravitairement vers une chambre de répartition divisant les eaux vers deux bassins de décantation secondaire chaque déversoir de cette tour est équipé de glissières destinées à recevoir des batardeaux d'eau d'isolement pour éventuellement by passer un ou les deux décanteurs.

Dans ce cas la liquide mixte sera évacuée via le trop plein de sécurité de cet ouvrage vers le by passer général de la station.

III-4-3-3 Décantation secondaire :

Dans la station d'épuration il existe deux décanteurs secondaires de forme circulaire de 46 m de diamètre avec une surface de 1661 m² et une profondeur d'eau de 4 m en périphérique.

Les boues viennent des bassins d'aération et sont introduit dans le décanteur secondaire par une tuyauterie noyée dans le béton de radier (600mm de diamètre) et aboutissement dans une jupe siphonoïde de tranquillisation pour éviter la formation des vagues dans le décanteur.

Les boues se déposent dans le fond et sont raclées vers une fosse à boues centrale à l'aide d'un pont racleur tournant muni de raclettes de fond et de surface pour ramener les flottants vers le récepteur de flottants, ce dernier se déplace sur le bord du bassin autour d'un point central d'assise, à vitesse de rotation de 0,04m/s.

Les eaux clarifiées sont ensuite d'assise, à vitesse de dernière étape de traitement et qui est la désinfection.

Quant aux boues décantées elles sont envoyées vers le tour de recyclage ou vers l'épaississeur.

Le décanteur est composé de :

Lame crantée

Lame parois syphonoïde

Regard des eaux clarifié

Regard d'évacuation des flottants.



Figure.III.6.Décantation secondaire de la STEP de la ville de Maghnia

III-4-3-4 Puisard a boues :

Le puisard a boues est en communication hydraulique avec les deux décanteurs par l'intermédiaire de tuyauteries à boues installées sous les ouvrages tube télescopique qui loge dans le puisard.

Les boues sont relevées en moyen de trois vis d'Archimède au débit unitaire de $1300\text{m}^3/\text{h}$

Le déversement des vise se fait dans une chambre ou se trouve deux vannes télescopiques, l'une alimente gravitairement le circuit des boues en excès c'est-à-dire vers l'épaississement on directement les lits de séchage, l'autre alimente en cas nécessaire, le bassin d'aération retenue pour l'éventuelle stabilisation aérobie des boues en excès.

Les différents débits prélève par les vannes télescopique sont contrôles par un débitmètre électromagnétique.

Une indication locale du débit permet un ajustement précis de la vanne télescopique.

Les boues de recirculation la tête des bassins par un canal équipé d'un jaugeur venturi d'une échelle gradue en m^3/h .

III-4-3-5 Recirculation des boues:

Les boues du décanteur secondaire sont dirigées vers la tour de recyclage, ensuite la concentration des boues activées dans les bassins de traitement biologique se fait par un canal équipé d'un jaugeur venturi permet de mesurer le débit recyclé.

Le recyclage des boues se fait à partir des trois vis d'Archimède "deux fonctionnent et l'autre en secours" quant aux boues en excès elles sont pompées vers l'épaississeur.

III-4-3-6 Chloration :

Le bassin de chloration est en béton armé, d'un volume de l'ordre de 700m^3 , le bassin de chloration est équipé de 04 bassin transvasent d'un bassin à l'autre et cela pour laisser le temps au chlore pour désinfecter l'eau équipé et la désinfection est assurée par l'eau de javel.



Figure.III.7.Bassin de chloration de la STEP de la ville de Maghnia

III-4-4 Traitement des boues :

Après traitement biologique, les boues constituent le résidu de la station d'épuration de Maghnia

Les boues qui arrivent à l'épaississeur sont d'origine soit de :

- La tour de recyclage "boues en excès".
- Bassin d'aération "boues stabilisées".

III-4-4-1 Epaississeur à boues:

Les boues en excès sont dirigées vers l'épaississeur, qui est de forme circulaire est réalisé en béton armé de 14mde diamètre et d'une hauteur utile de 4m, le fond du bassin à une pente de 1/10.

Les boues sont introduites dans le bassin par le centre, dans une jupe siphonoïde de réparation ou l'épaississeur se fait par une double action de la gravité et de mécanisme ainsi facilitant de l'écoulement l'eau des boues, tandis que le surnageant des eaux débordent dans une goulotte périphérique équipé de lames crantées et retournent aux pieds des vis de recirculation par pompage.

Les boues épaississe sont reprises par pompage et renvoyée vers les lits de séchage.

Le mécanisme de l'épaississement est composé essentiellement :

Une tête de commande centrale en acier galvanisée vers de sortie de la tête de commande.

Deux bars de raclage portant des lames de balayage de radier, la herse d'épaississement et les racleurs centraux.

Le cylindre central d'alimentation suspendu au point diamétrale support.

Un arbre central en acier galvanisé accouplé à l'axe de sortie du têt de commande.



Figure.III.8.L'épaisseur de la STEP de la ville de Maghnia

III-4-4-2 Les lits de séchage :

Le séchage des boues équipé s'effectue à l'air libre dans des surfaces étendues aménagées spécialement pour ça.

Chaque lit de séchage est composé de diverses couche de matériaux "sable et gravies" avec granulométrie de plus fine vers la surface du lit.

Dans notre station il existe 14 lits de séchage conçue d'un tond en béton équipé d'un tuyau de drainage perforé, pour permettre l'évacuation de l'eau filtrée vers l'entrée de la station.

Les boues de séchage seront stockées dans air spéciale appelée "air de stockage", après ils seront envoyés vers l'utilisation ou vers la décharge publique.

III-4-5 Laboratoire:

Il existe dans la STEP un laboratoire pour les analyses de l'eau à l'entrée et à la sortie. On trouve dans ce laboratoire plusieurs appareils comme :

- Spectrophotomètre DR/2000: pour mesurer plusieurs paramètres (Po_4^{-3} , So_4^{-2}).
- Microscope: pour l'observation microscopique.
- Conductimètre LF90: pour mesurer la conductivité de l'eau.

- L'oxymétrie oxi 92 : pour calcul l'O₂
- Balance à peser.
- Réacteur DCO.
- Incubateur de la DBO₅.
- Etuve MES à T°= 105°C.
- Four a moufle à T°= 500 à 600 : Pour mesures les MES.

III-5 Analyses réalisées par le laboratoire de la station d'épuration de Maghnia :

III-5-1 Les paramètres de pollution :

Les facteurs qui peuvent « modifier la composition » et « l'état des eaux » sont nombreux et constituent autant de pollutions élémentaires. Il peut y avoir dans variations :

➤ De caractéristiques physiques:

- Matières en suspension
- Température
- Conductivité
- Couleur
- Radioactivité

➤ De caractéristiques chimiques:

- Apports de matières solubles, organiques ou minérales

➤ De caractéristiques organoleptiques :

- Goût couleur

Pour évaluer le niveau de pollution des eaux de la station d'épuration sur l'environnement une série d'analyses ont été effectuées

Ces analyses ont portées sur :

DCO : Etant donné la diversité des corps organiques contenus dans une eau résiduaire, la connaissance de leur nature ne serait d'aucune utilité pour l'épuration biologique.

L'oxydation du glucose répond à la relation :



L'oxydation chimique représente l'enveloppe de tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables (sulfures, sulfites, hyposulfites ...sels) métalliques de valence inférieure et la majeure partie des composés organiques.

DBO5 : La demande biochimique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène consommée dans des conditions d'essai (incubation à 20°C et à l'obscurité) pendant un temps (5 jours) pour assurer par voie biologique, l'oxydation de certaines matières organiques contenues dans l'eau et qu'on appelle les matières biodégradables.

MES : Cette matière est obtenue par les différences entre le poids des matières totales et des matières décantables (matière qui se déposent après un temps de repos de deux heures) donne le poids de matière colloïdale en suspension.

O₂ dissous : C'est probablement le facteur le plus importante de maintien de la pureté des eaux par autoépuration. En l'absence d'oxygène, il y a bien prolifération de bactéries anaérobies mais le résultat de leur métabolisme conduit à des produits nocifs.

IV- 1 Introduction :

L'agriculteur dispose d'un puissant levier pour accroître et régulariser la production de ses cultures , à condition de pouvoir maîtriser son irrigation afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal)visés La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation.

IV- 2 Technique d'irrigation adoptée :

Compte tenu de la nature des eaux utilisées pour l'irrigation du périmètre et des spéculations recommandées, notamment les aptitudes culturales, à savoir la vocation arboricole et viticole du périmètre, ma micro irrigation ou le <<goutte à goutte >> est préconisé comme technique d'irrigation.

IV- 2-1 Irrigation localisée ou micro irrigation :

Cette méthode d'irrigation sous pression est appelée ainsi du fait que l'eau est appliquée en des endroits où l'on désire la voir s'infiltrer. Cette application est donc localisée.

IV- 2-2 caractéristiques de la méthode :

L'irrigation localisée :

- N'arrose qu'une fraction du sol.
- Utilise de faibles avec de faibles pressions.
- Met en œuvre des équipements fixes et légers.
- Ne mouille pas le feuillage.
- Convient bien à l'irrigation fertilisante.
- Est totalement indépendante vis-à-vis des autres interventions sur les cultures.

Méthode d'arrosage

- Impose dans la plupart des cas l'automatisation (car nécessite des apports fréquents fractionnés).

IV- 2-3 Dispositions générales :

Toutes les installations d'irrigation localisées comportent de l'amont vers l'aval :

1. Une station de pompage où un embranchement a un réseau de distribution
2. Un équipement de tête chargé de mesurer ou de régulariser le débit ou la pression et d'améliorer la qualité physique de l'eau par filtration (car les ajutages ont des diamètres très faibles) et parfois la qualité chimique par incorporation d'éléments fertilisants.

3. Des conduites principales secondaires, etc... qui conduisent l'eau en tête des rampes, avec s'il y a lieu, des organes de régulation de la pression. Ce sont des tubes à paroi poreuse ou des gaines, soit des conduites étanches munis d'ajutages.

IV- 3 Rendement du projet :

Pour avoir un bon rendement il faut :

1) Bien étudier le projet :

En effet, l'installation est fixe, c'est –à-dire que qu'elle est

- Mise en place pour toute la durée de culture
- Difficilement modifiable si cela n'a pas été prévu au départ
- Coûteuse

Elle ne peut pas être réalisée sans calculs techniques et économique préalables pour être adaptée aux besoins de l'exploitation.

2) Bien conduire les arrosages :

Maintenir un même volume de sol humidifié pendant toute la saison d'irrigation, c'est –à- dire :

- Démarrer les irrigations sur un sol encore frais.
- Maintenir l'irrigation à faible dose après la pluie.

Méthode d'arrosage

- Augmenter suffisamment les apports au fur et à mesure que l'on avance en période sèche, la réserve de la partie non irriguée du sol s'épuise.
- Fractionner les apports pour éviter les percolations.

3) Bien entretenir le réseau:

La durée de vie et les performances du réseau dépendent directement du soin apporté à sa maintenance. il faut donc :

- Nettoyer les filtres.
- Purger les rampes en cours de campagne.
- Contrôler le débit des distributeurs.
- Purger l'ensemble du réseau au moins en début et en fin de saison.

IV- 4 Organes de distribution :

IV- 4-1 les goutteurs :

Sont de petits distributeurs fabriqués en plastique de haute technologie. Ils sont montés à intervalles réguliers sur de petits tubes en PE mou. Ces goutteurs sont divisés en deux groupes principaux selon la manière dont ils dissipent l'énergie de la pression:

Les types à orifice, avec une section d'écoulement de 0,2 à 0,35 mm²;

Les types à circuit long, avec une section relativement plus élevée de 1 à 4,5 mm².

Les deux types sont fabriqués avec différents mécanismes et principes de fonctionnement, tels que la diode à vortex, le diaphragme ou le disque flottant pour les goutteurs à orifice, et les labyrinthes de différentes formes pour les types à circuit long. Tous les goutteurs actuellement disponibles sur le marché sont à écoulement turbulent. Les goutteurs sont aussi caractérisés par le type de raccordement à la conduite latérale: en dérivation, c'est-à-dire inséré dans la paroi du tube à l'aide d'un poinçonneur, ou en ligne lorsque le tuyau est interrompu pour insérer le goutteur manuellement ou avec une machine.

Les goutteurs à sorties multiples en dérivation sont aussi disponibles avec quatre à six sorties avec des micro-tubes de type «spaghetti».

Méthode d'arrosage



Figure.IV.1.Types de goutteurs



goutteur-en-ligne-regulateur-de-pression-



goutteur-en-ligne-regulateur-de-pression-



goutteurs-regulateurs-de-pression-jardin



goutteur-de-fin-de-ligne-reglable

Figure.IV.2.Types des goutteurs

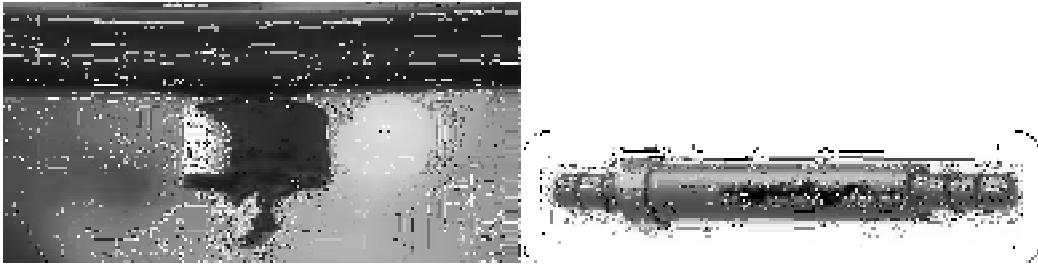


Figure.IV.3.Goutteur en dérivation et goutteur en ligne

IV- 4-2 Les gaines de micro-irrigation :

Il s'agit de tuyaux à parois minces présentant des distributeurs espacés de 10, 20, 30, 45 cm ou tout autre espacement, et distribuant de plus petites quantités d'eau que les distributeurs habituels, à de très faibles pressions, c'est-à-dire 0,4 à 1 l/h à 0,6-1 bar. Dans ces tuyaux à distributeurs intégrés, ceux-ci sont disposés à l'intérieur des parois du tube avec des espacements prédéterminés au moment du processus de fabrication. Ces gaines de micro-irrigation constituent des conduites latérales gouttantes prêtes à l'emploi permettant une très grande uniformité d'application. Elles sont faites en PEFD ou en tout autre matériel souple en PE, sont offertes en divers diamètres de 12 à 20 mm et plusieurs épaisseurs de paroi (0,1 à 1,25 mm). Grâce au système de filtration incorporé à l'intérieur du tube, ces distributeurs sont moins sensibles aux blocages mécaniques ou biologiques que les distributeurs conventionnels.

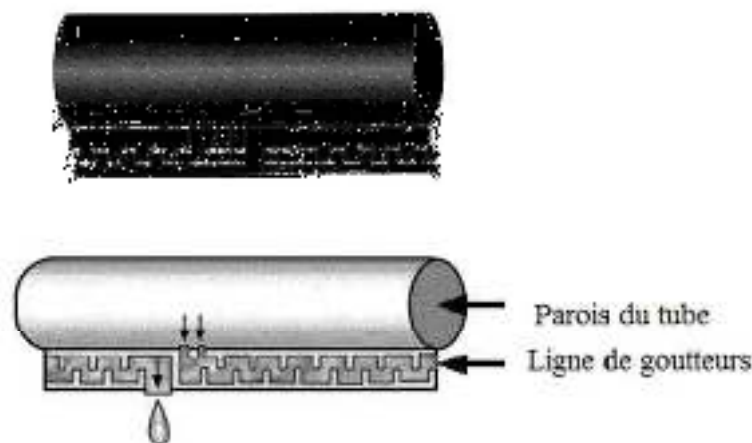


Figure.IV.4.Schéma et Photographie d'une gaine de micro irrigation

IV- 4-3 Les distributeurs à compensateur de pression :

Plusieurs asperseurs, distributeurs et autres micro-distributeurs sont disponibles avec des régulateurs de débit incorporés.

Ces distributeurs fournissent un débit d'eau constant pour toute pression supérieure à celle de fonctionnement prédéterminée. Ils permettent un taux uniforme d'écoulement tout au long de la conduite latérale quels que soient le nombre de distributeurs, l'espacement, la longueur ou l'élévation de la ligne, lorsque la pression est excessive dans la conduite. Grâce à ce système, les variations de pression dues aux pertes de charge dans les conduites latérales peuvent excéder 20 %.

Par conséquent, des tuyaux de plus petits diamètres, moins coûteux, peuvent être installés dans certains cas. Toutefois, les distributeurs.

IV- 4-4 Les pulseurs :

Les pulseurs sont de petits dispositifs hydrauliques en plastique utilisés dans les systèmes de micro-irrigation pour réduire les débits dans les distributeurs et les systèmes à de très faibles niveaux pour obtenir des efficacités plus élevées. Les pulseurs utilisent un goutteur intégré d'un débit de 4 à 8 l/h qui alimente un manchon intégral en silicone. Celui-ci fonctionne à son tour comme une minuscule pompe pulsante générant des centaines d'impulsions par heure qui font s'écouler l'eau. Ainsi, ces pulseurs peuvent convertir un écoulement lent et continu en une émission instantanée de courtes giclées d'eau sous pression. Ce procédé permet des taux d'applications de

L'eau de 0,3 à 0,8 mm/h avec les gicleurs, les mini-asperseurs et les diffuseurs, et de 100–300 cm³/h avec les goutteurs.

Ces dispositifs sont accouplés aux distributeurs, un pour chaque mini-asperseur ou diffuseur et un pour 20 à 70 goutteurs. L'eau fournie à chaque impulsion est de l'ordre de 0.5 cm³. Le manchon de silicone reste fermé lorsque la pression de l'eau s'abaisse en fin d'irrigation et évite la vidange du système. Il existe également des pulseurs à pression compensée pour l'utilisation en montagne et terrain accidenté.

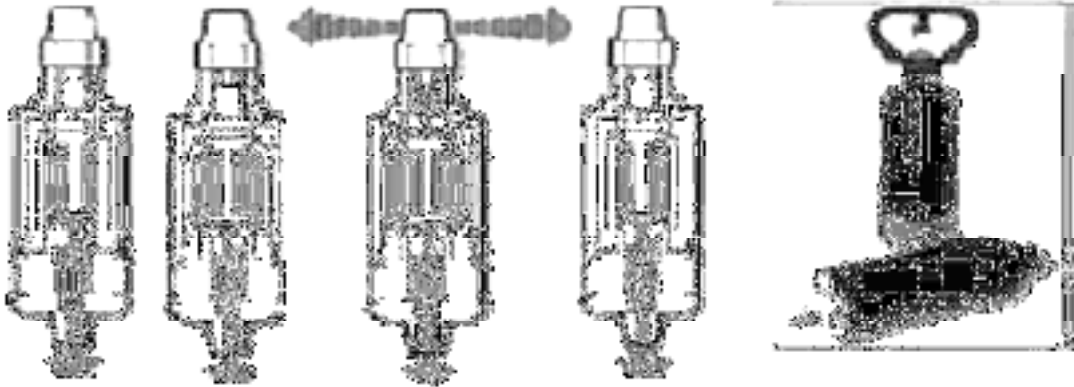


Figure.IV.5.Schéma de fonctionnement et Photographie d'un pulseur

IV- 4-5 Les tuyaux poreux :

Ces tuyaux sont des tubes de petits diamètres (environ 16 mm), flexibles et poreux, à paroi mince, faits de fibres de PE, de PVC, d'ABS (acrylonitrile butadiène styrène) ou de caoutchouc. Sous une faible pression, ils permettent à l'eau et aux engrais solubles de traverser la paroi du tube par transpiration et d'irriguer les cultures. Le débit du tube poreux n'est pas précis, car les dimensions des pores sont variables et instables.

Ces tubes sont utilisés comme conduites latérales d'irrigation en-dessous de la surface du sol. Leur application est limitée bien qu'ils offrent certains avantages.

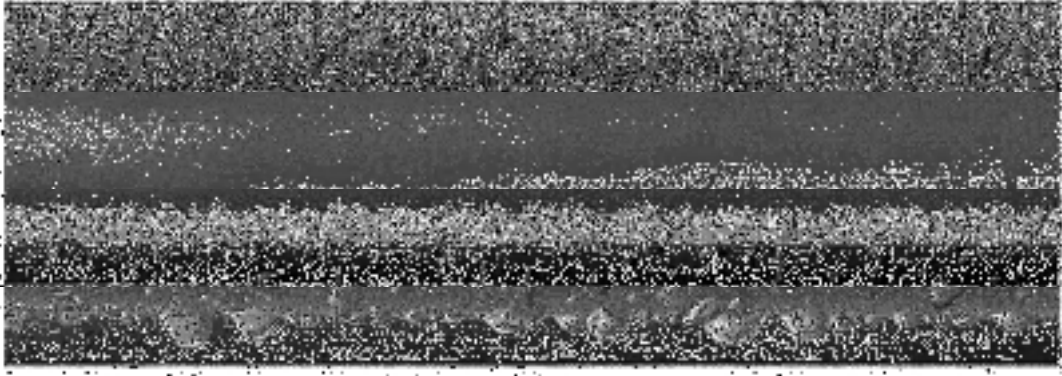


Figure.IV.6.Schéma d'un tuyau poreux

IV- 5 Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte :

La figure représente le schéma d'une installation type d'irrigation au goutte à goutte; comme on le voit les éléments de cette installation sont:

- L'unité de pompage
- L'unité de tête ou de contrôle en tête
- Les canalisations principales et secondaires
- Les rampes
- Les goutteurs ou distributeurs

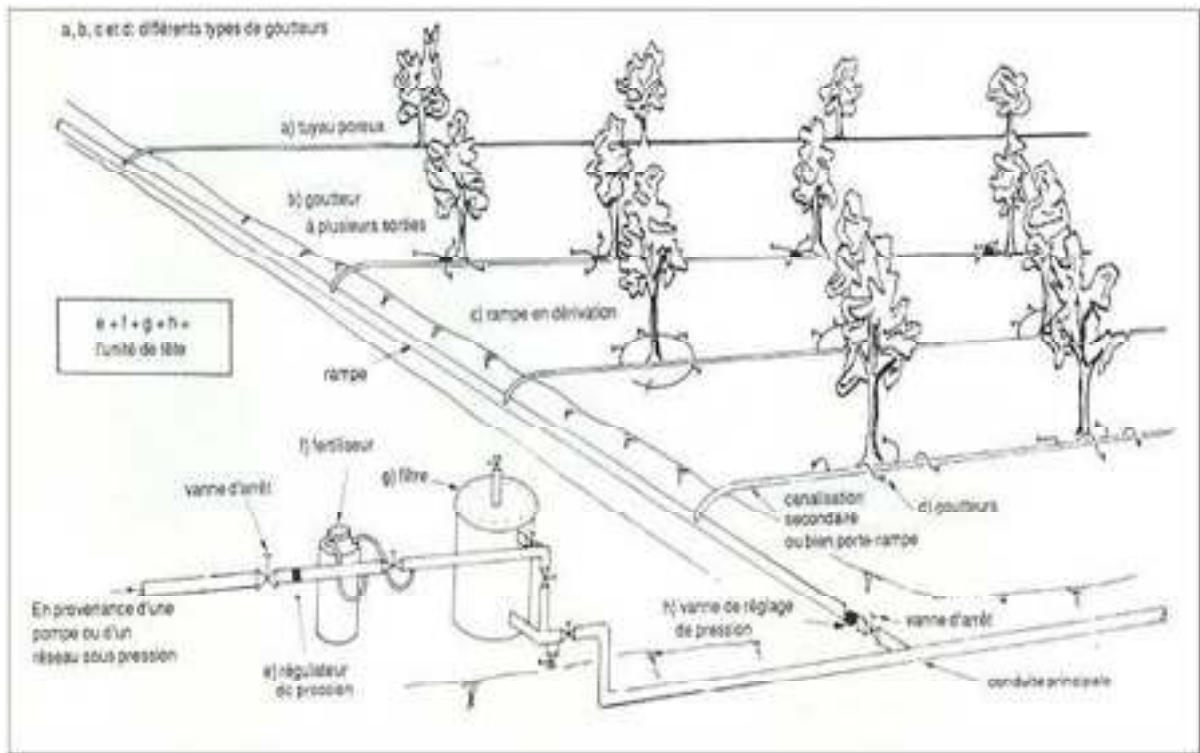


Figure.IV.7.Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

IV- 6 Fonctionnement de l'irrigation en goutte à goutte:

Une installation d'irrigation en goutte à goutte est à caractère permanent. Une installation peut être considérée comme permanente si elle reste en place pendant plusieurs saisons d'irrigation. Dans ces conditions cette installation peut être automatisée. L'automatisation est très commode quand la main-d'œuvre est rare ou chère. Cependant, comme l'automatisation est liée à la disponibilité de spécialistes de haut niveau de technicité, elle est parfois abandonnée au profit d'autres techniques plus simples.

Avec l'irrigation au goutte à goutte, il est possible de réduire l'espacement entre les arrosages (tous les jours s'il le faut), ce qui a un effet très bénéfique sur la croissance des plantes. Cependant, les plantes qui sont irriguées tous les jours ont des racines peu profondes, et par conséquent elles risquent de périr si l'irrigation est reportée de quelques jours en cas d'accident ou pour entretien.

Méthode d'arrosage

Contrairement à l'irrigation de surface et à l'irrigation par aspersion, la zone humidifiée avec l'irrigation au goutte à goutte est seulement la zone radiculaire des plantes, qu'on appelle aussi le "bulbe humide". En effet, la zone humidifiée (bulbe humide) constitue uniquement 30 % du volume du sol humidifié avec les autres méthodes d'irrigation. La forme du bulbe humide dépend du débit des goutteurs et de la nature du sol. Le volume total d'eau fourni est toujours égal aux besoins en eau des plantes. Il est absolument faux de conclure que l'économie d'eau enregistrée avec la méthode goutte à goutte conduira à des besoins en eau nets des plantes plus faibles qu'avec les autres méthodes. Les besoins en eau nets ne sont pas fonction de la méthode d'irrigation.

Les plantations ont toujours besoin du même volume d'eau nécessaire à leur croissance. L'économie d'eau résultant de l'utilisation du goutte à goutte est due à la réduction des pertes par percolation profonde, par ruissellement en surface et par évaporation du sol.

Cette économie d'eau est fonction aussi bien des compétences des agriculteurs que des performances du matériel. L'irrigation en goutte à goutte n'est pas un substitut aux autres méthodes d'irrigation qui se sont avérées efficaces dans des conditions de fonctionnement appropriées.

L'irrigation en goutte à goutte est une méthode parmi d'autres. Elle est recommandée dans des conditions où la très bonne qualité de l'eau est marginale, où l'eau est rare et la main-d'œuvre est chère. Elle est surtout recommandée pour l'irrigation des cultures à hauts rendements, nécessitant un arrosage fréquent.

IV- 6-1 Avantages de micro irrigation (goutte à goutte) :

Une économie d'eau très importante : La perte du moyen de transport est minime. L'évaporation, le ruissellement et la percolation profonde sont réduits par rapport aux autres systèmes d'irrigation.

Les économies d'énergie : Une petite unité de puissance est requise par rapport aux systèmes d'irrigation par aspersion.

Méthode d'arrosage

La réduction des mauvaises herbes et les maladies : En raison de la surface mouillée limitée.

Peut-être automatisé : Engrais et produits chimiques peut être appliqués avec de l'eau à travers le système d'irrigation

Amélioration de la production sur des terres marginales : Sur un terrain vallonné, de micro- irrigation systèmes peuvent fonctionner sans les eaux de ruissellement et sans ingérence du vent.

Une économie de mains d'œuvre (système fixe). La non sensibilité aux vents forts.

Elle permet un dosage régulier en engrais. L'humidité au voisinage des racines reste élevée.

IV- 6-2 Inconvénients de micro irrigation (goutte à goutte) :

La gestion de ces Microsystèmes d'irrigation a normalement les besoins d'entretien plus élevés. Les particules de sol, d'algues, ou des dépôts minéraux peuvent obstruer les dispositifs d'émission.

Domages potentiels causés par des animaux: Les rongeurs et les insectes peuvent causer des dommages à certains composants

Coût d'investissement élevé : Contrôle difficile des goutteurs. Risque d'obstruction des goutteurs. Risque de salinisation

Nécessite une main d'œuvre qualifiée.

IV- 6-3 Champ d'application du système en goutte à goutte :

Le système d'irrigation en goutte à goutte est de nos jours couramment utilisé pour les cultures suivantes :

1. Cultures fruitières : Européennes, Méditerranéennes et Tropicales, sans aucune limitation ;
2. Cultures maraîchères et florales de pleine terre : plein champ ou sous tunnels plastiques ; Cultures arbustives en pots ;
3. Cultures hors – sol ; Grandes cultures : coton, canne à sucre, maïs, betteraves sucrières, tabac, bananiers, ... etc.)

Méthode d'arrosage

4. les cultures en rangs comme les melons, les asperges, les tomates, les oignons et les poivrons.
5. Les petits fruits tels que fraises, mûres, et les framboises
6. Les jardins familiaux

Conclusion :

Au terme de cette étude bibliographique, il ressort que l'homme a toujours pratiqué l'irrigation sur parcelle ou sur domaine, et cette pratique s'est adapté et s'est développée au fur et à mesure durant des siècles avec les aspects quantité et qualité de la ressource ainsi que les types de sols et de cultures à irriguer.

Jusqu'à présent, même dans notre pays, l'irrigation localisée commence à prendre une tendance d'actualité vu son taux d'efficience et ses divers avantages qui l'emporte sur d'autres techniques surtout dans un pays où la ressource en eau a connu un véritable manque durant des années.

V-1 Introduction :

Le régime d'irrigation des cultures doit sous-entendre à faire correspondre les besoins de la plante en eau et cela pendant tous ces stades de développement en tenant compte des exigences agro techniques. Dans ce chapitre on va déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que leurs régimes d'irrigation

V-2 Détermination de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration d'une culture est la somme de l'eau utilisée par les plantes pour la transpiration et de l'évaporation du sol qui les entoure.

Il existe plusieurs méthodes de calcul de l'évapotranspiration

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

Dans notre cas nous avons travaillé avec le modèle de PENMAN.

Celle-ci donne des résultats satisfaisants pour les régions arides et semi-arides, elle s'exprime par la formule suivante :

$$ETP = P / (t) \cdot \frac{Rn}{L} + \gamma \frac{Ea}{P (t) + \gamma}$$

Avec :

Rn : rayonnement net « climatique »

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

L : chaleur latente de vaporisation (2,5. 10⁶ J/Kg)

γ : constante psychrométrique (0,65 hPa / °C)

Régime d'irrigation

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

V-2-1 Calcul de l'évapotranspiration :

Le calcul se fait par le logiciel cropwat pour la détermination de l'ETP

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/dsj	Sunshine hours	Radiation MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	2,5	16,7	66	125	5,0	9,4	1,58
February	3,9	18,0	66	164	6,1	12,1	2,26
March	6,3	19,9	72	229	7,1	16,1	3,09
April	7,9	29,1	68	229	7,6	19,5	4,11
May	10,0	25,6	70	137	8,5	22,2	4,39
June	3,9	30,2	68	143	10,5	25,6	5,61
July	14,0	36,0	51	171	11,3	26,5	6,79
August	3,9	37,2	66	150	10,4	23,9	6,41
September	3,9	31,4	67	177	8,8	19,3	4,96
October	3,9	26,2	72	127	7,2	14,3	2,96
November	3,9	21,5	76	136	6,5	10,8	2,04
December	3,9	17,9	68	101	5,0	9,0	1,34
Average	5,7	25,1	67	158	7,9	17,4	3,79

Figure.V.4.Calcul L'évapotranspiration.

La variabilité mensuelle du régime de cette demande s'élève durant le mois de juillet à une valeur maximale de 210.49mm, puis régresse jusqu'à une valeur minimale de 41.54mm, durant le mois décembre.

V-3 Détermination des besoins en eau d'irrigation :

V-3-1 Définition :

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

Régime d'irrigation
V-3-2 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :

Les besoins en eau des cultures sont calculés par la formule :

$$B = ETP - D - (Pe + RFU)$$

Avec :

B : Besoins en eau d'irrigation (mm);

ETP : Evapotranspiration (/jour) ;

D : Le drainage ;

P : La précipitation (mm) ;

Ru : La réserve utile (mm) ; telle que :

$$Ru = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z \cdot d_a$$

Avec :

H_{cc} : Humidité à la capacité au champ;

H_{pf} : humidité du sol au point de flétrissement ;

Z : Profondeur d'enracinement (m) ;

D_a : Densité apparente ;

Pe : Pluie efficace

P : Précipitation de l'année de calcul en mm ;

V-3-3 Pluie efficace (Pe) :

La pluie utile, c'est-à-dire disponible pour la végétation, peut être notablement inférieure à la pluie tombée.

$$Pe = \alpha \cdot P$$

Avec :

$\alpha = 80\%$: Coefficient tenant compte de l'efficacité des pluies ;

P : Précipitation de l'année de calcul en mm

Régime d'irrigation

Tableau.V.1.pluie efficace en mm

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
P(mm)	32.63	38.45	36.15	31.02	27.57	6.52	2.57	4.61	14.84	21.76	33.88	34.07	284.07
Pe(mm)	26.1	30.8	28.9	24.8	22.06	5.2	2.06	3.7	11.9	17.4	42.6	27.3	227.3

V-3-4Calcul des l'évapotranspiration réel :

L'ETR peut être calculé par une approche théorique.

$$ETM=Kc*ET0$$

Avec :

ETM : évapotranspiration réelle ou de culture (mm/mois).

Kc : coefficient cultural qui est lié à l'espèce végétale et à son état croissance et de développement.(Annexe n°03)

ET0 : évapotranspiration de référence (mm/mois)

Tableau.V.2. ETM des Agrumes

MOIS	ET0(mm)	Kc	ETM(mm)
Janvier	48.98	0.64	31.35
Février	63.28	0.66	41.76
Mars	95.79	0.68	65.14
Avril	120.3	0.70	84.21
Mai	136.09	0.71	96.62
Juin	168.3	0.72	121.17
Juillet	210.49	0.72	151.55
Aoute	198.71	0.70	139.1
Septembre	184.8	0.68	101.18
Octobre	91.76	0.67	61.48
Novembre	61.2	0.66	40.39
Décembre	41.54	0.65	27.00

Régime d'irrigation

V-3-5 Le déficit d'irrigation des Agrumes :

Tableau.V.3. déficit d'irrigation des Agrumes

MOIS	ET0(mm/mois)	Kc	ETM (mm /Mois)	Pluie.eff (mm)	B irr (mm)
Janvier	48.98	0.64	31.35	26.1	5.25
Février	63.28	0.66	41.76	30.8	10.96
Mars	95.79	0.68	65.14	28.9	36.24
Avril	120.3	0.70	84.21	24.8	59.41
Mai	136.09	0.71	96.62	22.06	74.56
Juin	168.3	0.72	121.17	5.2	115.97
Juillet	210.49	0.72	151.55	2.06	149.49
Aoute	198.71	0.70	139.1	3.7	135.4
Septembre	184.8	0.68	101.18	11.9	89.28
Octobre	91.76	0.67	61.48	17.4	44.08
Novembre	61.2	0.66	40.39	42.6	-2.21
Décembre	41.54	0.65	27.00	27.3	-0.3

V-3-6 Les besoins en eau d'irrigation :

Tableau.V.3. dose d'irrigation des Agrumes

MOIS	ET0(mm/mois)	Kc	ETM(mm /mois)	Pluie _{eff} mm	RFU mm/m	B _{irr} (mm)
Janvier	48.98	0.64	31.35	26.1	108	-102.75
Février	63.28	0.66	41.76	30.8	108	-97.04
Mars	95.79	0.68	65.14	28.9	108	-71.76
Avril	120.3	0.70	84.21	24.8	92	-32.59
Mai	136.09	0.71	96.62	22.06	57	17.56
Juin	168.3	0.72	121.17	5.2	0	115.97
Juillet	210.49	0.72	151.55	2.06	0	149.49
Aoute	198.71	0.70	139.1	3.7	0	135.4
Septembre	184.8	0.68	101.18	11.9	0	89.28
Octobre	91.76	0.67	61.48	17.4	0	44.08
Novembre	61.2	0.66	40.39	42.6	0	-2.21
Décembre	41.54	0.65	27.00	27.3	21.2	-21.5

REGIME D'IRRIGATION
V-3-3 Les Besoins en eau de la parcelle :

Le mois de pointe est le mois de Juillet, sont de 149.49mm

D'où les besoins journaliers 4.82mm /j

Calcul du K_r :

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

Avec :

K_r : Coefficient de réduction, tel que :

CS : Couverture du sol ; pour les Agrumes CS=60%

Donc : $K_r=0.8$

En a $B_{net}=119.59\text{mm}$

Les besoins seront réduite par le coefficient K_r , donc : $B_{net} = 3.86\text{mm/j}$

Calcul des besoins bruts :

$$\text{Si } R_p > 1 \quad \text{donc} \quad B_{brut} = B_{net} \cdot R_p + Lr$$

$$\text{Si } R_p < 1 \quad \text{donc} \quad B_{brut} = B_{net} / R_p + Lr$$

Avec : B_{net} : la dose net (mm)

$$R_p = E \cdot C_u \quad R_p = 1.0,9 = 0,9$$

E : c'est l'uniformité de l'irrigation

C_u : l'efficience du système d'irrigation localisé. $C_u=0.9$, avec $E=1$

$$LR = \frac{EC_w}{5EC_e - EC_w}$$

LR : Fraction minimal de lessivage d'entretien en%.

EC_w : Conductivité électrique de l'eau d'irrigation ($EC_w = 2\text{mmhos/cm}$).

EC_e : Conductivité électrique du sol qui provoque une chute de rendement de 10%

Donc: pour $EC_e = 4.75\text{mmhos/cm}$

$$LR = 0.09$$

$$B_{brut} = 4.38\text{mm/j}$$

V-3-3 Pourcentage du sol humidifié :

D'après l'abaque de guide d'estimation (voir Annexe 04)

$P = 40\%$ avec $Q = 4$ l/h et de texture moyenne

V-3-4 Fréquence des arrosages :

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

H_{cc} : Humidité à la capacité au champ

H_{pf} : Humidité au point de flétrissement

Z : Profondeur d'enracinement

d_a : densité apparente

V-3-5 La dose nette :

$$D_{nette} = P \cdot RFU = 72 \cdot 0,40 = 28,8 \text{ mm}$$

D'après l'annexe: $P = 40\%$

La dose Brute : $D_{brut} = 28,8 / 0,9 = 32 \text{ mm}$

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$$F = \frac{D_{nette}}{B_{net}} = \frac{28,8}{3,86} = 7,46 \text{ jours} \text{ Alors en } 8 \text{ jours (4 Irrigation par mois)}$$

Donc la dose réelle sera par p : $D_r = B_{net} \cdot f$

On obtient : $D_r = 3,86 \cdot 8 = 30,88 \text{ mm}$

V-3-6 La durée d'arrosage :

$$t = \frac{D_r \cdot E_g \cdot E_r}{qg} = \frac{0,03 \cdot 3,1}{2,0,004} = 11,58 \text{ h} \quad \text{Donc } t = 12 \text{ h}$$

En irrigation localisée il faudra irriguer $12/4 = 3$ h par jour.

Conclusion :

Le besoin en eau de culture étant déterminés, nous avons essayé de choisir une technique d'arrosage faible et adéquate en tenant compte des données et caractéristiques de chaque périmètre étudié.

A titre d'exemple nous avons procédé à une étude consiste en :

- La façon de distribuer l'eau aux plantes
- la durée d'arrosage
- la fréquence
- le débit nécessaire...

Introduction :

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

Les différents ouvrages hydrauliques pour l'irrigation du périmètre d'étude sont :

1- Une conduite refoulement, en acier enrobe d'une longueur de 2382.78 m assurant le remplissage du réservoir de mise en charge du réseau d'irrigation.

2- Deux réservoirs semi entrés en béton arme, d'une capacité de 4000 m³ (2*2000 m³) situés à la cote 393.05 m NGA. La hauteur d'eau de chaque réservoir est de 5 m et le rayon intérieur est de 11.5 m.

Une conduite de distribution maitresse, reliant les réservoirs de mise en charge à la tête du réseau de distribution.

VI-1 les composants essentiels d'une installation d'irrigation localisée

Les composants essentiels d'une installation d'irrigation localisée :

VI-1-1 un point de fourniture d'eau sous pression appropriée

On utilise en générale des pompes centrifuge, mais pour la petite installation on utilise des pompes à piston. L'eau peut également provenir d'un réseau de distribution publique.

VI-1-2 L'unité de tête

Reliée au point de fourniture d'eau. Elle permet de régulier la pression et le débit, de filtrer l'eau d'introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête de la porte rampes ou même des rampes.

VI-1-3 La conduite principale

Qui relie au point de fourniture d'eau les divers porte-rampes. Elle peut être en amiante- ciment, en PEHD rigide ou en acier galvanisé.

VI-1-4 Les portes rampes

Qui alimentent les rampes d'une seule côte ou des deux côté. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité, soit en PEHD.

VI-1-5 Les rampes

Qui sont toujours en polyéthylène basse densité, à l'exception de quelque installation où l'on a utilisé du PEHD rigide de petit diamètre. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé. Il existe d'autres types de rampes qui assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau, comme les rampes poreuse ou perforées.

VI-1-6 Les distributeurs

Qui constituent la partie essentielle de l'installation, c'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers. Ils peuvent être des goutteurs à très faible débit, dont il existe de très nombreux types différents.

VI-2 Calcul du réseau en goutte-à- goutte :

VI-2-1 Choix des goutteurs dans la zone d'étude et la densité des cultures

Pour nos cultures on utilise généralement 2 goutteurs de débits de 4l/h.

Pour chaque poste on doit déterminer les paramètres de calcul.

Parcelle N°01 : s=9,92ha

VI-2-2 Surface correspondant à une rampe

Elle est donnée par :

$A_l = \text{longueur moyenne de la rampe} \times \text{espacement entre rampes}$

$A_l = 200 \times 3 = 600\text{m}^2$

VI-2-3 Nombre de rampes dans le poste :

Il est calculé par :

$$N_{\text{rampe}} = L_{\text{pr}} / E_r = 124/3 = 41 \text{ rampes}$$

L_{pr} : longueur de la porte rampe est de 124m

E_r : distance entre deux rampes est de 3m

VI-2-4 Nombre de goutteurs par position :

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit : $N_g = L_r / E_r$

Tel que L_r : longueur de la rampe $L_r = 200\text{m}$

E_r : espacement entre ponts de distribution $E_r = 3\text{m}$

$$N_g = (200/3)2 = 132 \text{ goutteurs.}$$

VI-2-5 Débit moyen par rampe :

$$Q_r = N_g \cdot q_g$$

$$Q_r = 132 \cdot 4 = 528 \text{ l/h}$$

Tel que : N_g : nombre des goutteurs

q_g : Débit d'un goutteur

VI-2-6 Débit de la porte rampe :

Le débit demandé pour le fonctionnement simultané des 41 rampes est de :

$$Q_{\text{p. rampe}} = Q_r \cdot N_r$$

$$Q_{\text{p. rampe}} = 528 \cdot 41 = 21648 \text{ l/h}$$

VI-2-7 Calcul hydraulique :**VI-2-7-1 Conditions hydrauliques :**

Variation maximale de débits entre goutteurs

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

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

Variation maximale de la pression :

$$\frac{q}{q_g} \times \frac{H}{H_n}$$

Avec :

q_g : Débit d'un goutteur

H_n : Pression nominale

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

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% e la variation maximale de pression.

$$Pdc \text{ (sing)} = 2 \times 0.1 = 0.2mce \quad pdc \text{ (sing)} = 0.2$$

$$Pdc \text{ (linéaire)} = 2 - 0.2 = 1,8mce \quad pdc \text{ (linéaire)} = 1.8mce$$

La répartition de la perte de charge est :

$$1/3 \text{ Sur la porte rampe } P.d.c \text{ (r)} = 0.6 \text{ m c e}$$

$$2/3 \text{ Sur la rampe } P.d.c \text{ (r)} = 1.2 \text{ m c e}$$

VI-2-7-2 Calcul de la rampe :

VI-2-7-2-1 Le diamètre :

Le diamètre est calculé d'après la formule suivante :

$$\phi_r(cal) = \left(\frac{P.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \times L_r} \right)^{\frac{-1}{4.75}}$$

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.

$$\mathbf{\phi_r = 20.46mm}$$

On normalise le diamètre avec les diamètres disponibles sur le marché.

$$\mathbf{\phi_r = 16mm}$$

Description et dimensionnement de réseaux « goutte à goutte »

On recalcule la perte de charge avec le nouveau diamètre normalise, on trouve :

$$P. d. c = \frac{0.452 \times D^{-4.76} Q^{1.75} L}{2.75}$$

P.c.d = 0.54 m.c.e

VI-2-7-3 Calcul du porte-rampe :

VI-2-7-3-1Le diamètre :

Le diamètre du porte rampe est calculé par la même formule :

$$\text{Ø}_{pr} = 84.08 \text{ mm}$$

On normalise de diamètre selon la disponibilité dans la marche. On trouve le diamètre suivant :

$$\text{Ø}_{pr} = 80 \text{ mm}$$

P.d.c = 0,71 m.c.e

Tableau.VI.1. Résultats de calcul théorique du réseau localisé

Rampe					Porte- rampe				
L (m)	Q (l/h)	D cal (mm)	D nor(mm)	P.d.c(m.c.e)	L (m)	Q (l/h)	D cal (mm)	D nor (mm)	P.d.c (m.c.e)
200	528	20,46	16	0.54	124	2164	84.08	80	0,71

Parcelle N°02 : s=15,32ha

VI-3 Surface correspondant à une rampe :

Elle est donnée par :

A1 = longueur moyenne de la rampe x espacement entre rampes

$$A1 = 226.67 \times 3 = 680 \text{ m}^2$$

VI-3-1Nombre de rampes dans le poste :

Il est calculé par :

$$N_{rampe} = L_{pr} / E_r = 112.65 / 3 = 37 \text{ rampes}$$

L_{pr} : longueur de la porte rampe est de 112.65m

E_r : distance entre deux rampes est de 3

VI-3-2 Nombre de goutteurs par position :

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit : $N_g = L_r / E_r$

Tel que : L_r : longueur de la rampe $L_r = 226,67\text{m}$

E_r : espacement entre ponts de distribution $E_r = 3\text{m}$

$$N_g = (226,67/3)2 = 150 \text{ goutteurs.}$$

VI-3-3 Débit moyen par rampe :

$$Q_r = N_g \cdot q_g$$

$$Q_r = 150 \cdot 4 = 600 \text{ l/h}$$

Tel que : N_g : nombre de goutteurs

q_g : Débit d'un goutteur

VI-3-4 Débit de la porte rampe :

Le débit demandé pour le fonctionnement simultané des 75 rampes est de :

$$Q_{p. \text{ rampe}} = Q_r \cdot N_r$$

$$Q_{p. \text{ rampe}} = 600 \cdot 37 = 22200 \text{ l/h}$$

VI-3-5 Calcul hydraulique :

VI-3-5-1 Conditions hydrauliques :

Variation maximale de débits entre goutteurs

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

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

Variation maximale de la pression :

$$\frac{q}{q_g} \times \frac{H}{H_n}$$

Avec :

q_g : Débit d'un goutteur

H_n : Pression nominale

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

Description et dimensionnement de réseaux « goutte à goutte »

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% e la variation maximale de pression.

$$P_{dc}(\text{sing}) = 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ mce} \quad p_{dc}(\text{sing}) = 0.2$$

$$P_{dc}(\text{linéaire}) = 2 - 0.2 = 1,8 \text{ mce} \quad p_{dc}(\text{linéaire}) = 1.8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

$$1/3 \text{ Sur la porte rampe } P.d.c(r) = 0.6 \text{ m c e}$$

$$2/3 \text{ Sur la rampe } P.d.c(r) = 1.2 \text{ m c e}$$

VI-3-5-2 Calcul de la rampe :

VI-3-5-2-1 Le diamètre :

Le diamètre est calculé d'après la formule suivante :

$$\phi_r(\text{cal}) = \left(\frac{P.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \times L_r} \right)^{\frac{-1}{4.75}}$$

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

Qr : Le débit de la rampe en l/h ;

Lr : La longueur de la rampe en m.

$$\mathbf{\phi_r = 14.74 \text{ mm}}$$

On normalise le diamètre avec les diamètres disponibles sur le marché.

$$\mathbf{\phi_r = 16 \text{ mm}}$$

On recalcule la perte de charge avec le nouveau diamètre normalise, on trouve :

$$P.d.c = \frac{0.452 \times D^{-4.76} Q^{1.75} L}{2.75}$$

$$P.c.d = 0.77 \text{ m.c.e}$$

VI-3-5-3 Calcul du porte-rampe :

VI-3-5-3-1 Le diamètre :

Le diamètre du porte rampe est calculé par la même formule :

$$\mathbf{\phi_{p,r} = 83.58 \text{ mm}}$$

Description et dimensionnement de réseaux « goutte à goutte »

On normalise de diamètre selon la disponibilité dans la marche. En trouve le diamètre suivant :

$$\Phi_{pr} = 80\text{mm}$$

$$P.d.c = 0.69 \text{ m.c.e}$$

Tableau.VI.2. Résultats de calcul théorique du réseau localisé

Rampe					Porte- rampe				
L (m)	Q (l/h)	D cal (mm)	D nor(mm)	P.d.c(m.c.e)	L (m)	Q (l/h)	D cal (mm)	D nor (mm)	P.d.c (m.c.e)
226.67	600	14.74	16	0.77	112.65	22200	83.58	80	0.69

Parcelle N°03 : s=13,26ha

VI-4 Surface correspondant à une rampe :

Elle est donnée par :

Al = longueur moyenne de la rampe x espacement entre rampes

$$Al = 200 \times 3 = 600 \text{ m}^2$$

VI-4-1 Nombre de rampes dans le poste :

Il est calculé par :

$$N_{rampe} = L_{pr} / E_r = 110.5/3 = 37 \text{ rampes}$$

L_{pr} : longueur de la porte rampe est de 110.5m

E_r : distance entre deux rampes est de 3m

VI-4-2 Nombre de goutteurs par position :

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit : $N_g = L_r / E_r$

Tel que L_r : longueur de la rampe $L_r = 200\text{m}$

E_r : espacement entre ponts de distribution $E_r = 3\text{m}$

$$N_g = (200/3) = 134 \text{ goutteurs.}$$

VI-4-3 Débit moyen par rampe :

$$Q_r = N_g \cdot q_g$$

$$Q_r = 134.4 = 536 \text{ l/h}$$

Tel que : N_g : nombre de goutteurs

Q_g : Débit d'un goutteur

VI-4-4 Débit de la porte rampe :

Le débit demandé pour le fonctionnement simultané des 75 rampes est de :

$$Q_{p. rampe} = Q_r \cdot N_r$$

$$Q_{p. rampe} = 536.37 = 19564 \text{ l/h}$$

VI-4-5 Calcul hydraulique:**VI-4-5-1 Conditions hydrauliques :**

Variation maximale de débits entre goutteurs

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

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

Variation maximale de la pression :

$$\frac{q}{q_g} \times \frac{H}{H_n}$$

Avec :

q_g : Débit d'un goutteur

H_n : Pression nominale

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

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% e la variation maximale de pression.

$$Pdc \text{ (sing)} = 2 \times 0.1 = 0.2mce \quad pdc \text{ (sing)} = 0.2$$

$$Pdc \text{ (linéaire)} = 2 - 0.2 = 1,8mce \quad pdc \text{ (linéaire)} = 1.8mce$$

La répartition de la perte de charge est :

$$\frac{1}{3} \text{ Sur la porte rampe } P.d.c \text{ (r)} = 0.6 \text{ m c e}$$

$$\frac{2}{3} \text{ Sur la rampe } P.d.c \text{ (r)} = 1.2 \text{ m c e}$$

VI-4-5-2 Calcul de la rampe :

VI-4-5-2-1 Le diamètre :

Le diamètre est calculé d’après la formule suivante :

$$\phi_r(cal) = \left(\frac{P.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \times L_r} \right)^{\frac{-1}{4.75}}$$

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

Qr : Le débit de la rampe en l/h ;

Lr : La longueur de la rampe en m.

$$\phi_r = 13.77 \text{ mm}$$

On normalise le diamètre avec les diamètres disponibles sur le marché.

$$\phi_r = 16 \text{ mm}$$

On recalcule la perte de charge avec le nouveau diamètre normalise, on trouve :

$$P.d.c = \frac{0.452 \times D^{-4.76} Q^{1.75} L}{2.75}$$

$$P.c.d = 0.55 \text{ m.c.e}$$

VI-4-5-3 Calcul de la rampe :

VI-4-5-3-1 Le diamètre :

Le diamètre du porte rampe est calculé par la même formule :

$$\phi_{p,r} = 79.06 \text{ mm}$$

On normalise de diamètre selon la disponibilité dans la marche. En trouve le diamètre suivant :

$$\phi_{pr} = 80 \text{ mm}$$

$$P.d.c = 0.69 \text{ m.c.e}$$

Tableau.VI.3. Résultats de calcul théorique du réseau localisé

Rampe					Porte- rampe				
L (m)	Q (l/h)	D cal (mm)	D nor(mm)	P.d.c(m.c.e)	L (m)	Q (l/h)	D cal (mm)	D nor (mm)	P.d.c (m.c.e)
200	536	13.77	16	0.55	110.5	19564	79.06	80	0.53

VI-5 Dimensionnement du réseau de distribution :

On a doté chaque parcelle d'une borne d'irrigation qui est caractérisée par un débit propre à chaque parcelle suivant sa superficie, les caractéristiques de chaque borne sont représentés ans les tableaux (VI-4, VI-5)

Le calcul a fait à l'aide du logiciel Epanet dont la figure (VI-1) représente la distribution des vitesses et des pressions dans le réseau.

Tableau.VI.4.caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation :

Numéro des Nœuds	Cote (m)	Débit a la borne (l/s)	Pression (mce)
N1	381,5	0	18,65
N2	369	0	30,2
N3	372,2	0	25,92
N4	370,5	0	26,8
N5	370	0	26,88
N6	369,8	0	26,9
N7	370,5	0	24,88
N8	370	0	23,77
N9	369,8	0	23,4
N10	366,7	0	23,36
N11	366,6	0	23,27
N12	370,9	0	23,23
N13	370	0	23,33
B1	373,5	15,67	21,03
B2	368,7	14,45	22,87
B3	372,3	15,79	19,78
B4	372	8,84	19,46
B5	370	3,68	11,11
B6	369,2	5,29	20,51
B7	367	25,85	20,37
B8	368,3	14,09	14,57
B9	366,26	19,61	21,68

Tableau.VI.5. Caractéristiques des conduites de distribution :

Nœud de départ	Nœud d'arrivée	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériaux	Débit(l/s)	Vitesse(m/s)
R0	N1	275,78	315	PEHD	444,37	1,58
N1	N2	142,06	315	PEHD	444,37	1,58
N2	N3	160,5	315	PEHD	444,37	1,58
N3	N4	121,48	315	PEHD	444,37	1,58
N4	N5	81,75	315	PEHD	387,97	1,38
N5	N6	45,79	315	PEHD	335,95	1,2
N6	N7	104,19	250	PEHD	335,95	1,9
N7	N8	182,1	250	PEHD	279,12	1,58
N8	N9	21,34	250	PEHD	234,06	1,32
N9	N10	215,17	200	PEHD	215,02	1,9
N10	N11	9,02	125	PEHD	70,6	1,6
N4	B1	105,04	110	PEHD	56,4	1,65
N5	N12	121,66	110	PEHD	52,02	1,52
N12	B2	113,44	110	PEHD	52,02	1,52
N7	B3	123,07	110	PEHD	56,83	1,66
N8	N13	9,21	90	PEHD	45,06	1,97
N13	B4	76,93	90	PEHD	31,81	1,39
N13	B5	133,98	50	PEHD	13,25	1,87
N9	B6	69,96	63	PEHD	19,04	1,7
N10	B7	112	160	PEHD	144,42	2
B7	B8	208,86	110	PEHD	50,72	1,48
N11	B9	90,9	125	PEHD	70,6	1,6

Description et dimensionnement de réseaux « goutte à goutte »

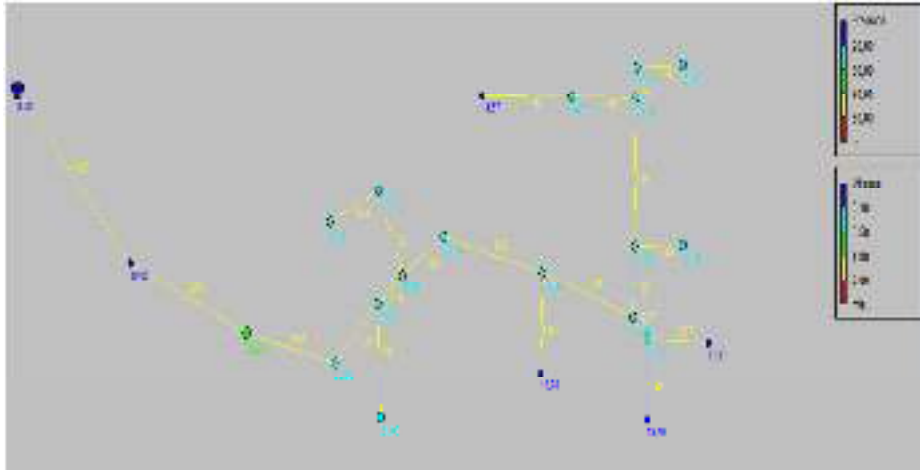


Figure.VI.1.Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses de périmètre.

VI-6 Dimensionnement du siphon :

Au but de traverser l'oued on a toujours recours aux siphons de différents types, soit de point haut ou bien de point bas, dans notre cas on a choisie celui de point haut pour traverser l'oued, on a choisie comme matériaux de l'acier pour plus de stabilité et de résistance, dans ce qui suit on s'intéresse à son dimensionnement.

Le dimensionnement des siphons est toujours basé sur la détermination des pertes de charge entre les deux rives de l'oued, ainsi on aura besoin de sa longueur et les caractéristiques des matériaux utiliser.

$$\Delta H = K.L.Q^B / \pi^2 . g . D^m$$

Avec :

$$B = 1.9$$

$$m = 5.1$$

$$K = 0.00179$$

$$\text{Et on a : } Q = 444.37 \text{ l/s}$$

$$L = 68.85 \text{ m}$$

$$\Delta H = 0.78 \text{ m}$$

Le diamètre du siphon calculé est $\varnothing = 0.319 \text{ m}$

On normalise de diamètre selon la disponibilité dans la marche. En trouve le diamètre suivant : $\varnothing = 315 \text{ mm}$.

Conclusion générale

Face à rareté et la mauvaise réparation de l'eau dans les régions arides et semi arides, la réutilisation des eaux usées apparaît comme la solution la plus adaptée. Parmi les différentes voies d'utilisation des eaux usées épurées ; l'irrigations agricole qui est la plus grande consommatrice d'eau. La création d'une nouvelle ressource mais aussi et surtout comme un traitement complémentaire qui permet d'éviter tout rejet direct dans le milieu naturel.

L'irrigation localisée permet d'utiliser une eau usée traitée de qualité microbiologique moins bonne à la sortie de l'unité de traitement, donc moins couteuse, mais requiert un dispositif de distribution fragile et onéreux, ce qui nécessitera des précautions relatives pour la protection du réseau (poste de filtration, désinfection..).

A travers l'élaboration de ce travail on peut conclure que :

- la réutilisation des eaux usées épurées a Maghnia (région semi aride) pour l'irrigation reste une solution alternative importance.
- vu la médiocrité de l'eau, il est préférable de trouver un compromis entre les cultures pratiquées et la qualité de l'eau traitée.
- le type d'irrigation « goutte à goutte » s'adapte le mieux aux conditions du site.
- le rendement financier obtenu montre d'une manière lucide, la rentabilité de ce type d'ouvrage.

L'avenir de l'utilisation des eaux usées en irrigation localisée repose sur l'aspect économique de la question à savoir la recherche de point d'équilibre entre le coût de l'eau recyclée, du matériel d'irrigation et de l'impacte du projet sur l'environnement.

Références bibliographiques

- AZIEZ.A**, Cours d'irrigation 4^{ème} année (E.N.S.H), Blida. dimensionnement du réseau goutte à goutte.
- BULLETIN DE FAO**: l'irrigation localisée, calcul, mise en place, exploitation, contrôle du fonctionnement, 1983 P 36
- MEKKI Messahel**, (E.N.S.H) Blida, cours d'irrigation
- BAHBOUH.L.S**, Ecole nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA
- **logiciel Covadis**: pour tracé le profil en long
- logiciel *CROPWAT*. pour calculer l'évapotranspiration
- DANIEL VESCHAMBRE et PIERRE VAYSSE** : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA. **1980**
- Carte d'état major** (W-Tlemcen)
- D.H.W de Maghnia**(W.Tlemcen) les facteurs climatiques.