



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**Dimensionnement du reseau d irrigation du perimetre de elbhoure a partir
d un forage (commune temassine w :ouargla)**

Présenté par :

Chouit walid

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r AZIB Makhlouf	M.C.A	Président
M ^r BECKACI Ali Tarik	M.C.B	Examineur
M ^r BOUZIANE Omar	M.A.A	Examineur
M ^{me} MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examineur
M ^{me} SAADOUNE Samra	M.A.B	promoteur

Session septembre 2019

SOMMAIRE

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction	01
I.1. Situation géographique	01
I.2. Caractéristiques climatiques de la région	03
I. 2.1. Températures	04
I.2.2. Humidité relative	05
I.2.3. Pluviométrie	06
I.2.4. Insolation	07
I.2.5. Vents	08
I.2.6. Evaporation	09
I.3. Classification du climat	09
I.3.1. Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE	09
I.3.2. Quotient pluviométrique d'emberger	10
I.3.3. Climogramme de Gaussen	12
Conclusion	14

Chapitre II : Etude Hydrologique

Introduction	15
II.1. Homogénéité de la série pluviométrique	15
II. 2. Etude de l'échantillon et choix du type de loi	17
II .3. Ajustement de la série pluviométrique	17
II. 3.1 Ajustement à la loi Normale	17
II. 3.2 Ajustement à la loi log-Normale	18
II. 4. Test de validité des ajustements par la loi de Khi2	20
II .4.2. Détermination de l'année de calcul	20
Conclusion	21

Chapitre III : Ressource en eau et en sol

III.1 ressources en sol.....	22
Introduction.....	22
III.1.1. aperçu sur les sols de la région.....	22
III.1.2. Profil pédologique.....	22
III.1.3. Texture.....	23
III.1.4.Structure.....	23
III.1.5.Caractéristiques des sols.....	24
III.2.Ressource en eau.....	25
Introduction.....	25
III.2.1. Aperçu hydrogéologique générale du Sahara.....	25
III.2.1.1. Complexe Terminal.....	25
III.2.1.2.Continental Intercalaire.....	25
III.2.2. Hydrogéologie de la cuvette d’Ouargla.....	26
III.2.2.1.Nappe phréatique.....	26
III.2.2.2Nappe du complexe Terminal (CT).....	26
III.2.3.Caractéristiques physicochimiques de l’eau d’irrigation.....	27
III.2.3.1.Conductivité électrique.....	28
III.2.3.2.SAR (Sodium Absorption Ration).....	28
Conclusion.....	31

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

Introduction	32
	32
IV.1. Besoin en eau du périmètre	
IV.2. L'évapotranspiration	32
IV.2.1 L'évapotranspiration potentielle de référence (ET _o)	32
IV.3. Méthodologie	35
IV.3.1. Les Coefficients culturaux (K _c)	35
IV.4. Calcul de la pluie efficace	36
IV.5. Occupation des sols	36
IV.5.1 Estimation des doses d'irrigation au niveau de la parcelle	37
• Dose d'irrigation d'olivier.....	38
• Dose d'irrigation du figuier.....	38
• Dose d'irrigation du pêcher	39
• Dose d'irrigation d'amandier	40
IV.5.2 Besoin mensuels totaux en eau des cultures avant lessivage	41
IV.6. Besoin en eau pour lessivage	41
VI.6.1. Besoin mensuels totaux en eau des cultures avec lessivage.....	43
IV.7. Calcul des débits caractéristiques	44
Conclusion	44

Chapitre V : Techniques d'irrigation utilisées

Introduction	45
V.1 Technique d'arrosage	45
V.1.1 Mode d'arrosage.....	45
V.2 Contraintes intervenant dans le choix de la technique d'irrigation	47
V.3 Comparaison sur le choix du mode d'irrigation	49
V.3.1 l'irrigation par aspersion	49
V.3.2 l'irrigation par goutte à goutte	50
V.4 Evolution de l'efficacité des différentes techniques d'arrosage par rapport aux conditions du périmètre	51
Conclusion	52

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction	53
VI.1. Classification des réseaux d'irrigation	53
VI.1.1-Selon la construction	53
VI.1.2-Selon la réalisation	53

VI.1. 3-Selon la distribution de l'eau sur le périmètre	54
VI.2. Choix du type de réseau d'irrigation	54
VI.3. Choix du type de matériau des conduites	54
VI.4. Réseau d'irrigation localise	55
VI.4.1. Composition De l'installation	55
VI.4.1.1. point de fourniture d'eau	55
VI.4.1.2. L'unité de tête	55
VI.4.1.3. la conduite principale	55
VI.4.1.4. la conduite secondaire	55
VI.4.1.5. porte rampes	55
VI.4.1.6. les rampes	56
VI.4.1.7. les distributeurs	56
VI.4.1.8. Choix d'un distributeur	56
VI.4.1.9. Différents types de distributeurs	58
VI.4.2. Entretien du réseau	58
VI.4.2. 1.Lutte contre le colmatage organique	58
VI.4.2. 2.Lutte contre le colmatage chimique	59
VI.4.2. 3.Purge des canalisations	59
VI.5. Calculs hydrauliques	60
VI.5.1.détermination des débits	60
VI.5.1.A. Pour l'olivier	60
VI.5.1.B. Pour figuier	63
VI.5.1.C : Pour pécher	64
VI.5. 2.Calcul des diamètres des portes rampes, rampes	65
VI.5. 2.1.Conditions hydrauliques	66
VI.5. 2.2.Calcul de diamètre de la conduite secondaire Cs	68
VI.6. Calcul des dimensions du bassin	69
VI.7. calcul hydraulique de la conduite principale	69
VI.7. 1.Calcul du diamètre de conduite principale	70
VI.7. 2.Vérification de la vitesse	70
VI.7. 3 la vérification par logiciel EPANET	70
VI.8. Choix de la pompe	73
Conclusion	75

Chapitre VII : Etude technique-économique

Introduction	76
VII.1. Devis de réseau d'irrigation localisée	76
VII .2. Dépenses des travaux	76
VII .3.Calcul les prix de déblai et remblai	78
VII.4. Totale de projet	78

Conclusion	78
Chapitre VIII : Organisation de chantier	
Introduction	79
VIII.1 Les différents travaux sur le chantier	79
VIII.1.1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain	79
VIII.1.2 Nivellement de la plate-forme de pose	79
VIII.1.3 Excavation des tranchées	79
VIII.1.3.1 La profondeur (H)	80
VIII.1.3-2- Largeur de la tranchée	80
VIII.2 Choix des engins de terrassement	80
VIII.2.1 Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation.....	81
VIII.2.2 Pelle équipé	81
VIII.2.3 Pelle équipée en butée	81
VIII.2.4 Calcul du rendement d'exploitation de la pelle	82
VIII.2.5 Calcul du temps d'excavation	82
VIII.2.6 Pose de la canalisation	82
VIII.2.7 Lit de pose.....	83
VIII.2.8 Introduction de la canalisation	83
VIII.2.9 Epreuve de joint et de canalisation	83
VIII.2.10 Remblaiement des tranchées	83
VIII.2.11 Choix du bulldozer	84
VIII.3. Exploitation du système d'irrigation	84
VIII.4 Planification de travaux du réseau	85
Conclusion	87

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1.Coordonnées de la station Hydro climatique de Ouargla.....	04
Tableau I.2.Température moyenne mensuelle.....	04
Tableau I.3.Humidité relative moyenne mensuelle (1984 - 2018).....	05
Tableau I.4.Précipitations moyennes mensuelles (1984-2018).....	06
Tableau I.5. Répartition de l'insolation moyenne mensuelle à la station de Ouargla.....	07
Tableau I.6. Vitesses moyennes mensuelles et maximale des vents à la station d'Ouargla.....	08
Tableau I.7.Evaporation mensuelle dans la région de Ouargla (1984-2018).....	09
<i>Tableau I.8 : Classification du climat selon MARTONE.....</i>	<i>11</i>

Chapitre II

Tableau II.1: Test d'homogénéité.....	16
<i>Tableau II.2 l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles loi normale.....</i>	<i>18</i>
Tableau II .3.Résultats d'ajustement à la loi log-normale.....	19
Tableau II.4 : Répartition mensuelle des précipitations à 80%.....	21

Chapitre III

Tableau III.1: Résultats des analyses de l'échantillon de sol.....	24
Tableau III.2: Qualité de l'eau de l'irrigation.....	27
Tableau III.3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	28

Chapitre IV

Tableau IV.1: Evapotranspiration de référence (ETo) de la zone d'étude selon Penman Monteith modifiée.....	34
TableauIV.2: Pluviométrie moyenne et efficace pour chaque mois en mm.....	36
Tableau IV.3: occupation de l'aire d'étude.....	37
Tableau IV.4: dose d'irrigation de l'olivier.....	38
Tableau IV.5: dose d'irrigation du figuier.....	38
Tableau IV.6: dose d'irrigation du pêcher.....	39
Tableau IV.7: dose d'irrigation d'amandier.....	40
Tableau IV.8 : besoin en eau des cultures projetée sans lessivage.....	41
Tableau IV.9 : besoin en eau des cultures projetées avec lessivage.....	43

Chapitre V

Tableau V.1 les résultats de comparaison entre l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisé par rapport aux conditions du périmètre.....	51
---	----

Chapitre VI

Tableau VI.1 Caractéristique de la conduite de la rampe.....	68
Tableau VI.2 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe.....	68
Tableau VI.3 les résultats de vérification des pressions.....	71
Tableau VI.4 les résultats de vérification des vitesses.....	71

Chapitre VII

Tableau VII -1 : Factures pré forma des pièces du réseau d'irrigation localisée.....	76
Tableau VII.2 : Calcul de terrassement.....	77

Chapitre VIII

Tableau VIII. 1: Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.....	81
Tableau VIII.2 : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet.....	84

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Situation géographique de la zone d'étude.....	02
Figure I.2 : Situation géographique de périmètre d'irrigation.....	03
Figure I.3. Variations des températures (1980-2014).....	05
Figure I.4 : Variation de l'humidité relative.....	06
Figure I.5 : Variation des précipitations moyennes mensuelles.....	07
Figure I.6 Diagramme de l'insolation moyenne mensuelle.....	07
Figure I.7 Diagramme de la vitesse du vent.....	08
Figure I.8 .Allure de l'évaporation mensuelle dans la région de Ouargla (1980-2014).....	09
Figure I.9 : Position de Ouargla dans le diagramme d'EMBERGER.....	12
Figure I.10 : Climogramme ombro-thermique de Gausson.....	13

Chapitre II

Figure II.1. Ajustement à la loi normale.....	18
Figure II.2. Ajustement à une loi log-normale.....	19

Chapitre III

Figure III.1 : Carte des ressources en eau souterraines (CI et CT).....	26
Figure III.2: Diagramme de Riverside.....	30

Chapitre IV

Figure IV .1. Histogramme l'évapotranspiration de référence.....	35
--	----

Chapitre V

Figure V.1 Partie essentielle d'une installation en aspersion.....	46
Figure V.2 : Irrigation goutte à goutte.....	47

Chapitre VI

Figure VI.1 Distributeur d'eau.....	56
Fig. VI.2 : Schéma répartition du périmètre.....	60
Figure VI.2 Schéma de la conduite principale.....	72

Chapitre VIII

Figure VIII. 1: Pelle équipée en rétro.....	81
Figure VIII.2 Réseau à nœud.....	86

Liste des planches

- **Planche 1/4** : Plan de situation du périmètre ELB HOUR commune TAMACINE
W.OUARGLA
- **Planche 2/4** : Plan d'occupation du sol
- **Planche 3/4** : Réseau d'irrigation du périmètre ELB HOUR commune TAMACINE
W.OUARGLA
- **Planche 4/4** : Profil en long du conduite principale de réseau d'irrigation du périmètre
ELBHOURE commune TAMACINE W.OUARGLA

ملخص :

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

Résumé :

L'objectif de mon mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone de ELB HOUR commune TAMACINE (W.Ouargla) ; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau et cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée la mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie. Ce système présente de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Abstract:

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

Introduction Générale

Dans la région de **TAMACINE**, comme dans tout le Sahara, la disponibilité et la mobilisation des eaux constituent un facteur important pour la stabilité des populations locales. En effet. Tout développement économique dans cette région est conditionné par la disponibilité et l'utilisation de la ressource en eau. L'irrigation rationnelle constitue alors le facteur principal du développement durable de l'agriculture saharienne .Durant les dix dernières années, le Sud Algérien a connu une activité agricole très intense.

Les précipitations étant pratiquement inexistantes, les agriculteurs utilisent la méthode d'irrigation intégrale de leur culture par le système Goute à Goute. (les eaux d'irrigation provenant des eaux souterraines).

Le but de notre étude est de maîtriser l'utilisation de l'ensemble des informations nécessaires au dimensionnement des différentes infrastructures composant le réseau d'irrigation du périmètre de **ELBHOURE commune TAMACINE W. Ouargla**, d'une superficie de 100 Ha.

Pour atteindre cet objectif, nous sommes basés sur les chapitres suivants:

- Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude;
- ressources en eau et en sol;
- Calcul des besoins en eau des cultures;
- Choix des systèmes d'irrigation et dimensionnement du réseau;
- Etude technico-économique.

Introduction :

Dans la région de **tamacine**, comme dans tout le Sahara ,la disponibilité et la mobilisation des eaux constituent un facteur important pour la stabilité des populations locales. En effet .Tout développement économique dans cette région est conditionné par la disponibilité et l'utilisation de la ressource en eau. L'irrigation rationnelle constitue alors le facteur principal du développement durable de l'agriculture saharienne .Durant les dix dernières années le sud algérien a connu une activité agricole très intense.

I.1.Situation géographique:

Le périmètre d'irrigation el bhoure est d'une superficie de 100 ha, il est situé à 7 Km d'environ au nord de la commune de **tamacine** qui se situe à 10 Km au sud-ouest de touggourt, entre les parallèles $33^{\circ} 1' 19''$ Nord et les longitudes $6^{\circ} 1' 22''$ Est. Elle se trouve à 75 m d'altitude et d'une surface de 300 km²

tamacine est limitée au nord par la commune Omar et la commune Temacine. À l'est par la daïera de Eltaybat et la commune Elmanger et à l'ouest la commune Elayla de la même wilaya et au sud la commune N'goussa et Hassi Ben Abdellah.

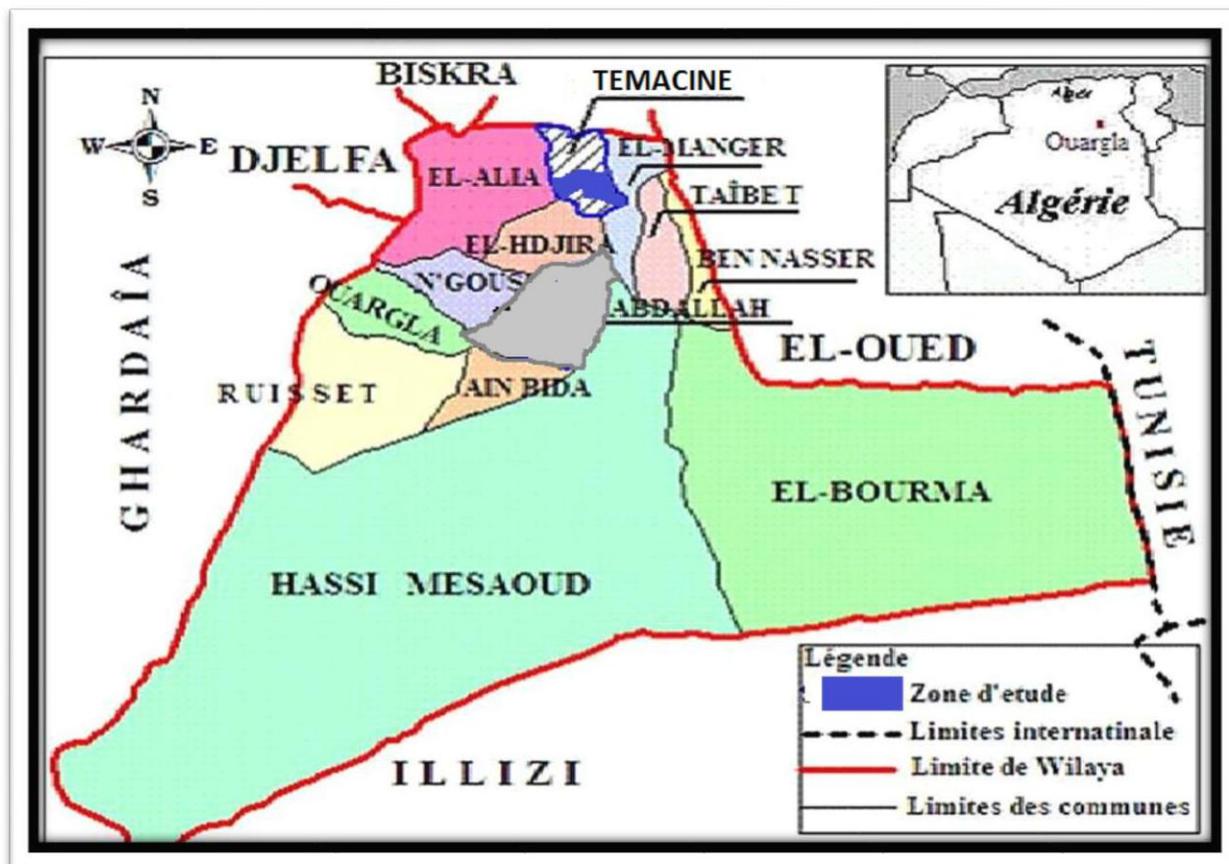
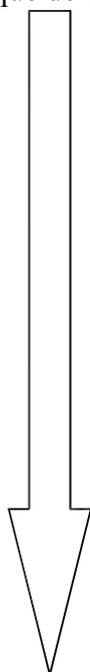


Figure I.1 : Situation géographique de la zone d'étude (échelle :1/250 000)



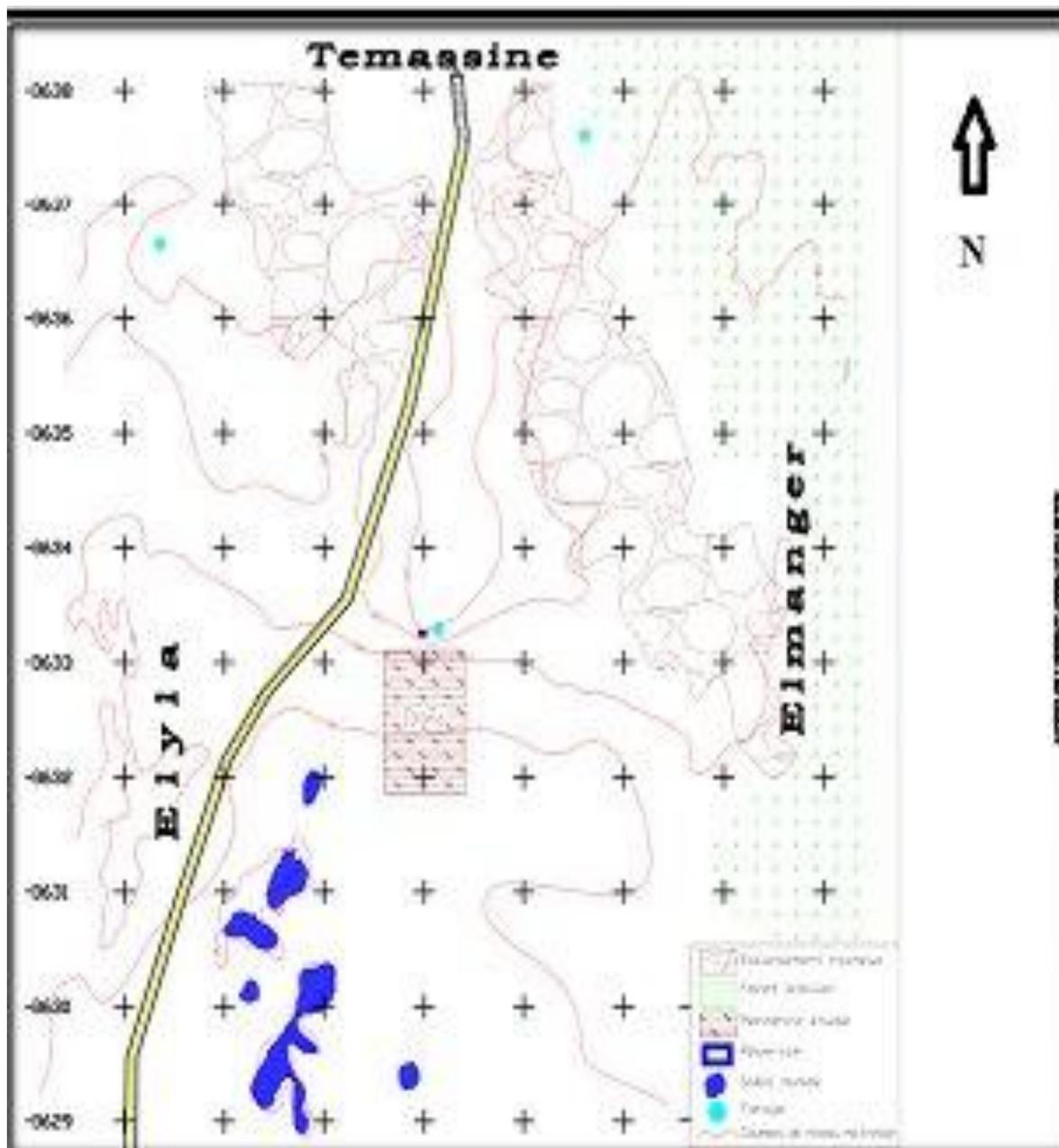


Figure I.2 : Situation géographique de périmètre d'irrigation échelle 1/10000

I.2.Caractéristiques climatiques de la région :

Les conditions climatiques sont importantes dans la mesure où elles déterminent le potentiel d'évaporation des plantes ainsi que leurs besoins en eau.

Dans un projet d'irrigation, les facteurs climatiques les plus déterminants sont les températures, l'humidité relative, l'intensité des vents et leur direction, la fréquence des jours de gelée et de sirocco Ils constituent un ensemble d'éléments décisifs.

Dans ce qui suit nous présentons ces paramètres sur la base des données obtenues au niveau de la station de Ouargla qui est la plus proche de **tamacine**

La synthèse climatique a été faite sur une durée de 34 ans (1984-2018), pour tous les paramètres climatiques.

Le tableau suivant représente les coordonnées de la station de Ouargla.

Tableau I.1. Coordonnées de la station Hydro climatique de Ouargla.

Station	Coordonnées	X(km)	Y(km)	Z(m)
Ouargla		748,05	154,06	130

Source ANRH de Ouargla

I.2.1 Températures :

Les températures constituent un des facteurs majeurs caractéristiques du climat saharien. Le relevé des températures s'est fait au niveau de la station météorologique de Ouargla sur une durée de 33 années.

Tableau I.2. Température moyenne mensuelle.

Mois	J	F	M	Av	Mai	Jin	Jt	A	S	O	N	D	Année
T min(c°)	4,7	6,4	10,6	14,4	19,8	27,5	27,7	27,3	23,2	17,3	10,2	6	16
T max(c°)	18,2	20,8	25,2	29,3	35,0	40,0	43,2	42,8	37,0	31,3	24,0	19,4	30,5
T moy(c°)	11,4	13,6	17,9	21,9	27,4	32,3	35,3	35	30,1	24,3	17,1	12,7	23,2

Source (ONM, 1984-2018)

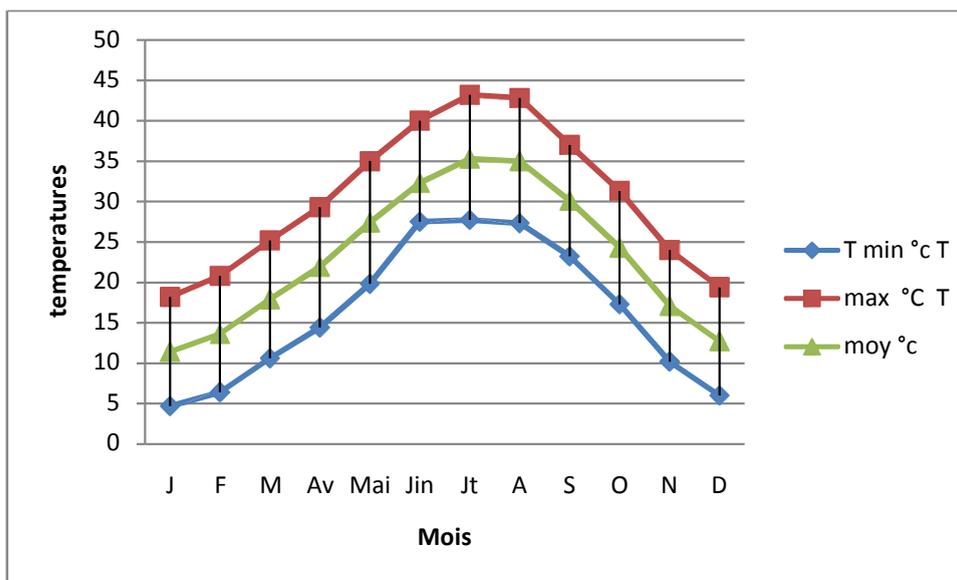


Figure I.3.Variations des températures (1984-2018)

D'après la figure I.3, on a une température maximale de 43,2°c le mois de juillet est considéré comme le mois le plus chaud par opposition au mois de janvier avec une moyenne minimale de 4,7°c est considéré comme le mois le plus froid.

I.2.2 Humidité relative :

L'appréciation de ce facteur est traduit par le rapport en pourcentage (%) de la tension de la vapeur à la tension maximale correspondant à la température .elle exprime en réalité l'état hygrométrique de l'atmosphère, varie beaucoup au cours de la journée.

Elle est maximale au lever du soleil par contre le taux le plus faible est observé en milieu de la journée.

Le tableau I.3 montre la moyenne mensuelle de l'humidité relative au niveau de la station de Ouargla.

Tableau I.3.Humidité relative moyenne mensuelle (1984 - 2018)

Mois	J	F	M	Av	Mai	Jin	Jt	A	S	O	N	D	Moy
HR%	62	52	43	36	31	27	24	26	36	48	56	62	42

Source (ONM Ouargla)

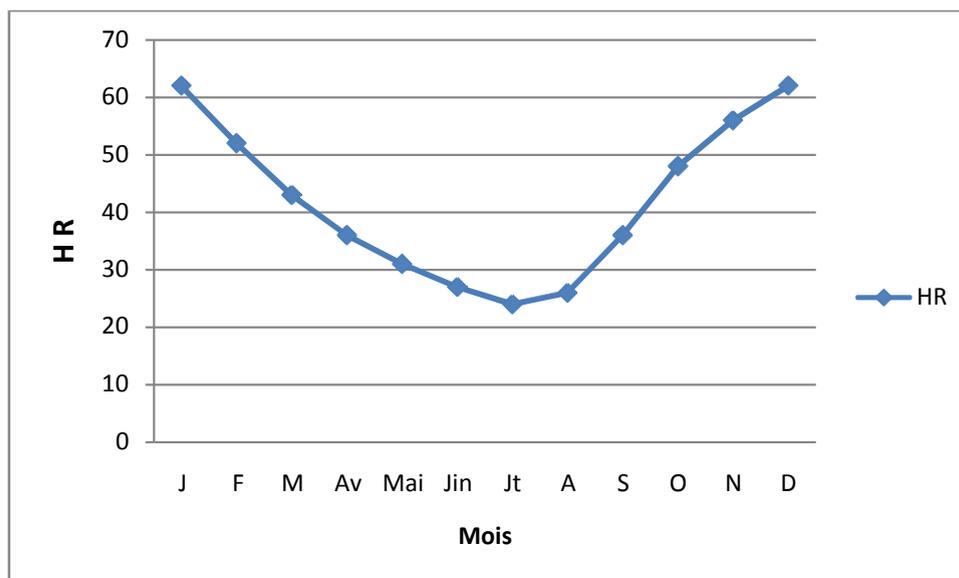


Figure I.4 : Variation de l'humidité relative

D'après la figure I.4, humidité max est de 62% en janvier et décembre et l'humidité minimale en juillet est de 24% ce qui provoque une intense évapotranspiration signe de sécheresse accentuée.

I.2.3 Pluviométrie :

La région de Ouargla **tamacine** est caractérisée par une pluviosité négligeable et irrégulière. Les pluies tombent en majeure partie pendant la période hivernale. Pour le reste de l'année, elles se vaporisent en partie au cours de leur chute. Il peut pleuvoir durant plusieurs jours de l'année, comme il arrive qu'aucune goutte ne tombe durant l'année.

Pour l'étude de la pluviométrie, nous disposons d'une série d'observation mensuelle couvrant la période allant de 1988 à 2018 .Le tableau suivant présente les valeurs des précipitations moyennes mensuelles.

Tableau I.4.Précipitations moyennes mensuelles (1984-2018)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	ANNEE
P(mm)	5.38	6.53	5.86	4.58	6.48	1.35	3.84	1.92	1.27	0.40	0.89	0.64	39.31

Source (ONM Ouargla)

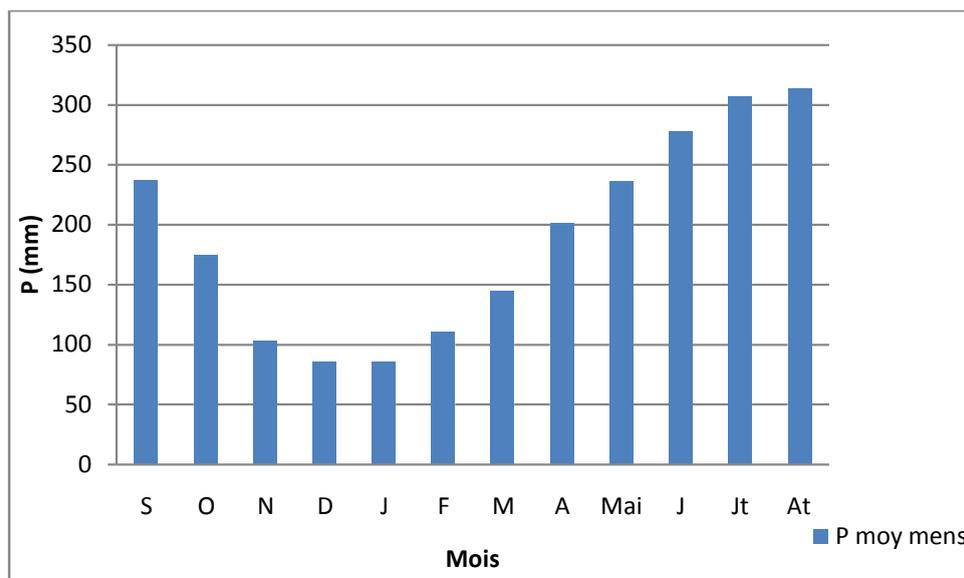


Figure I.5 : Variation des précipitations moyennes mensuelles

I.2.4. Insolation:

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille le sol. Le tableau I.5 présente sa répartition mensuelle durant la période de 1984 à 2018 et la figure I.5 l'illustre bien.

Tableau I.5. Répartition de l'insolation moyenne mensuelle à la station de Ouargla

Mois	J	F	M	Av	Mai	Jin	Jt	A	S	O	N	D	Moy
Insolation (h)	7,6	12,2	8,6	9,4	9,3	10,2	11,0	10,5	8,5	8,2	7,9	6,9	9,2

Source (ONM Ouargla1988- 2018)

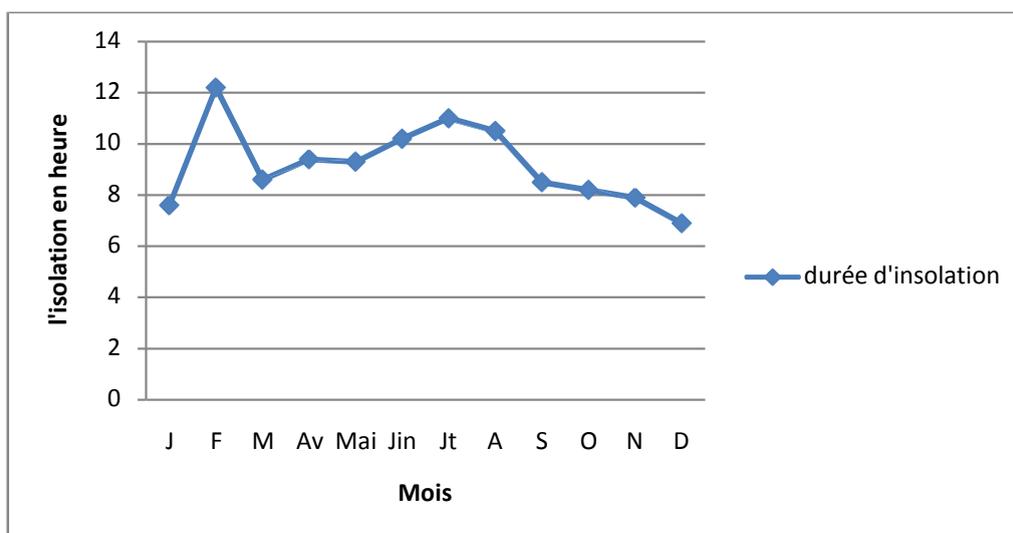


Figure I.6 : Diagramme de l'insolation moyenne mensuelle

D'après la figure I.6, l'insolation journalière est supérieure à 7h/jour pendant toute l'année, L'insolation est faible pendant les mois froids et importants durant les mois chauds, L'insolation est moyenne à Ouargla Hassi Maamer.

I.2.5.Vents :

Le vent se détermine par sa vitesse et sa direction. Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, car il favorise l'évapotranspiration. Son étude nous semble nécessaire pour l'orientation et l'implantation des brises vents. La répartition mensuelle des vitesses des vents est présentée dans le tableau I.6 et illustrée en figure I.5.

Tableau I.6. Vitesses moyennes mensuelles et maximale des vents à la station d'Ouargla

Mois	J	F	M	Av	Mai	Jin	Jt	A	S	O	N	D	moy
Vitesse moy	2,7	3,2	4,0	4,5	4,7	4,8	4,3	3,8	4,2	3,4	2,7	2,7	3,7

Source (ONM Ouargla1984-2018)

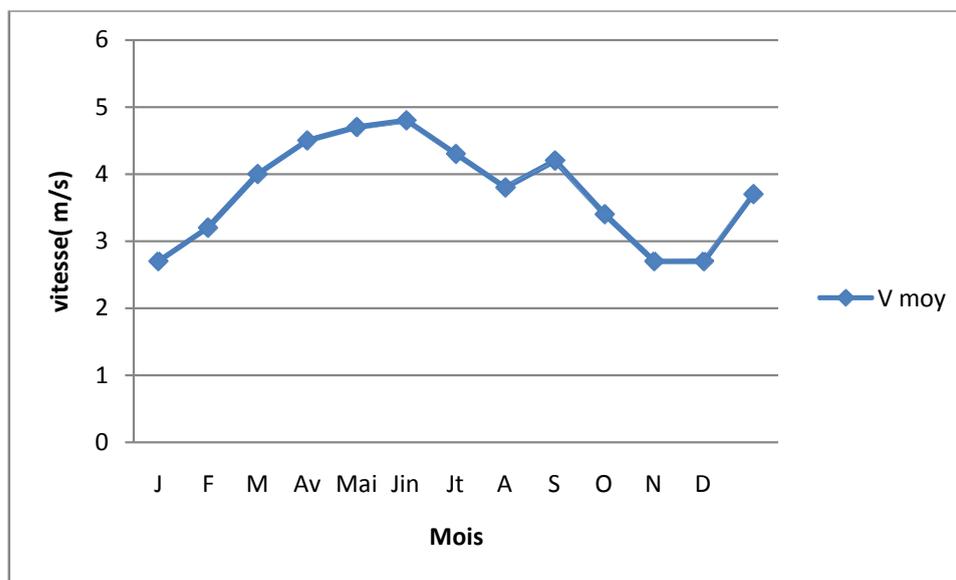


Figure I.7 : Diagramme de la vitesse du vent

D'après la figure I.7, il est à constater que la vitesse minimale du vent est enregistrée en mois de novembre, décembre et janvier, elle est de 2.70m/s et la vitesse maximale est enregistrée en Juin, elle atteint 4.8 m/s et dans des différentes directions.

I.2.6. Evaporation :

L'évaporation se traduit par la transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau, elle dépend généralement de la température ambiante et des mouvements de l'air. La répartition mensuelle de l'évaporation est présentée dans le tableau I.7 et illustrée sur figure I.6.

Tableau I.7.Evaporation mensuelle dans la région de Ouargla (1984-2018)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
L'évaporation (mm)	237.28	174.75	102.73	85.70	85.68	111.08	144.94	201.25	236.38	278.09	307.22	314.36

Source (ONM Ouargla)

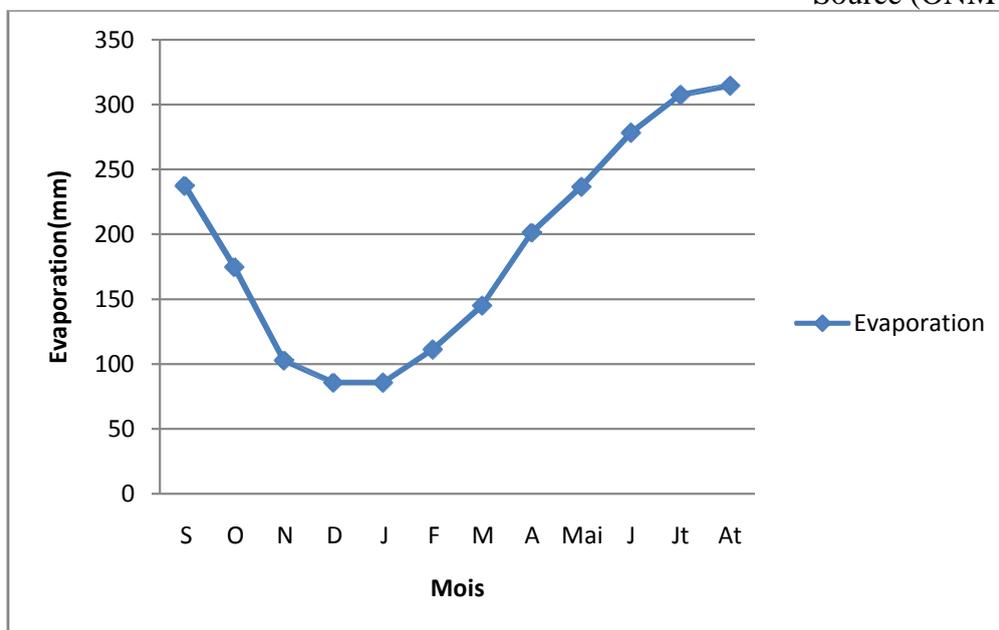


Figure I.8 : Allure de l'évaporation mensuelle dans la région de Ouargla (1984-2018)

Le diagramme ci-dessus montre qu'il y a une diminution de l'évaporation durant la période qui s'étale entre le mois Octobre et Février.

I.3. Classification du climat :

I.3.1. Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE:

L'indice d'aridité de MARTONE, donné par l'expression (I.1), est un paramètre qui permet la classification du climat.

C'est le degré de sécheresse du climat de la région.

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

Avec ;

- I_A : indice climatique ;
- P : précipitation moyenne annuelle (mm) ;
- T : température moyenne annuelle (°C).

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONE sont données dans le tableau I.8.

Tableau I.8 : Classification du climat selon MARTONE

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

Pour :

$$P = 39,31\text{mm} \quad T = 23.2^\circ\text{C}$$

$$I_A = \frac{39.31}{23.2 + 10} = 1.18$$

On obtient un indice d'aridité : $I_A < 5$

Selon la classification de MARTONE, il s'agit d'un régime Désertique, où l'irrigation est Indispensable.

I.3.2. Quotient pluviométrique d'emberger :

Il permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique deux paramètres sont pris en considération, ce sont:

- La pluviométrie moyenne annuelle (P) ;
- La température : la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et la moyenne des minimas du mois le plus froid (m).

En utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger :

$$Q = \frac{1000}{(M + m)(M - m)} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2}$$

Avec ;

- Q : coefficient pluviométrique d'Emberger ;
- P : Précipitation moyenne annuelle (mm) ;
- M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en Kelvin ;
- m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en Kelvin.

$$M = 273 + 43,2 = 316,2 \text{ K} \quad m = 273 + 4,7 = 277,7 \text{ K} \quad P = 39,31 \text{ mm}$$

$$\text{D'où : } Q = 2000 \cdot \frac{39,31}{(316,2)^2 - (277,7)^2} = 3,44$$

Un coefficient d'Emberger égal à 3.45 situe la région de Ouargla (tamacine) dans l'étage bioclimatique saharienne à hiver chaud selon le climogramme d'EMBERGER (figure I.9).

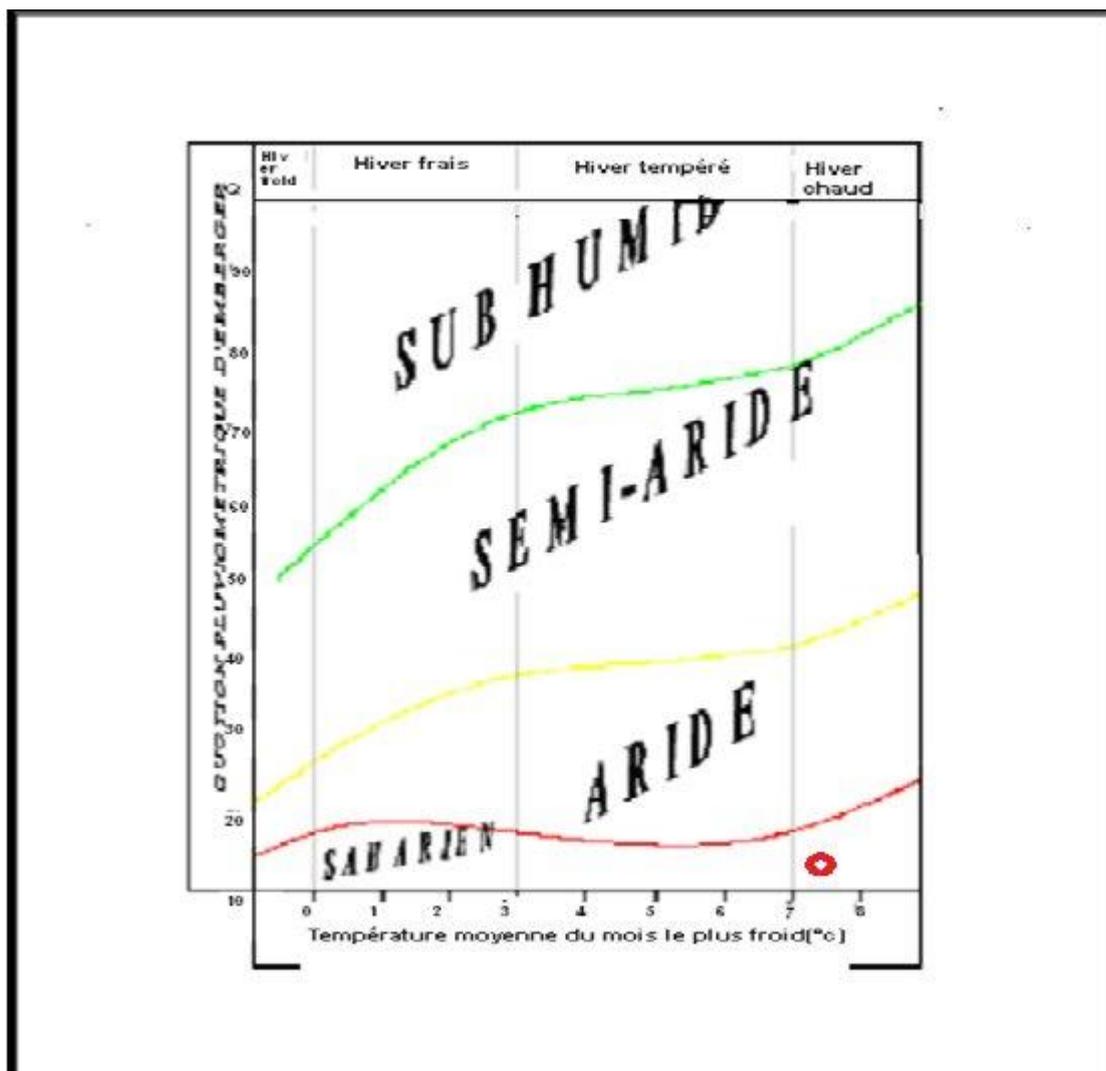


Figure I.9 : Position de Ouargla dans le diagramme d'EMBERGER (point rouge)

I.3.3 Climogramme de Gausсен :

Il est établi selon la méthode mise au point par F .BAGNOULS et H.GAUSSEN (figure I.10), ce diagramme permettra d'évaluer l'intervalle de saison sèche et humide, et sa position dans le temps en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique.

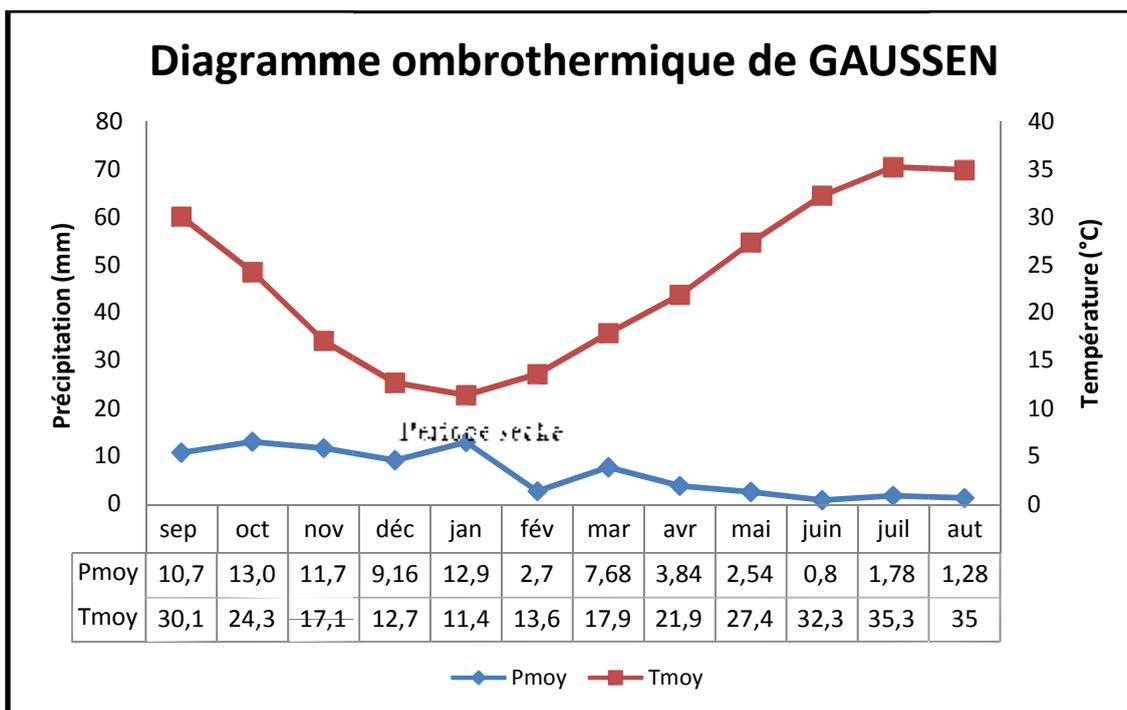


Figure I.10 : Climogramme ombro-thermique de Gausсен

La figure I.10 montre que la courbe des pluies passe au-dessous de celle des températures. Cette allure permet de constater que la période sèche s'étale tout l'année.

Conclusion

Il est à conclure que le périmètre d'étude se situe dans une zone caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite ou nulle et températures élevées (très variées) avec une forte évaporation et par une faiblesse de la vie biologique de l'écosystème. Disant enfin un climat aride distingué par deux périodes :

- Période d'hiver : froid constaté surtout.
- Période d'été avec des températures très chaudes accompagnées de sirocco durant presque sept (07) mois / 12.
- La pluviométrie très réduite et irrégulière et faible
- Températures très élevées dépassant souvent les 43,2 °c, favorisant ainsi l'évapotranspiration.

Introduction :

Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques et l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

II.1.Homogénéité de la série pluviométrique:

La station pluviométrique la plus proche de la zone d'étude est celle de Ouargla (voir le chapitre I).

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique (Annexe n°1), le test Wilcoxon est utilisé ; la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

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

M^r Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si l'hypothèse H_0 est vérifiée :

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

$$W_x = \left| \text{Rang} \right|_x$$

Avec ;

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right]$$

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

W_x : Somme des rangs des sous séries.

Le tableau II.1 détaille le procédé du test d'homogénéité.

Tableau II.1: Test d'homogénéité

Rang	P (mm)	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI	x union y
1	25,0	25,0	16,6	14,5	Y
2	32,6	32,6	46,7	16	Y
3	20,0	20,0	36,6	16,6	X
4	28,8	28,8	51,1	16,6	Y
5	35,5	35,5	36,2	17,9	Y
6	50,4	50,4	16,0	20	X
7	16,6	16,6	37,3	21,7	Y
8	44,7	44,7	38,3	24,7	X
9	36,4	36,4	63,3	25	X
10	51,6	51,6	49,2	25,1	Y
11	24,7	24,7	25,1	28,8	X
12	50,1	50,1	14,5	31,8	X
13	43,6	43,6	108,7	32,6	X
14	31,8	31,8	17,9	32,9	Y
15	66,9	66,9	32,9	33,2	Y
16	84,5	84,5	21,7	35,5	X
17	16,6		33,2	36,2	Y
18	46,7		48,1	36,4	X
19	36,6			36,6	Y
20	51,1			37,3	Y
21	36,2			38,3	Y
22	16,0			43,6	X
23	37,3			44,7	X
24	38,3			46,7	Y
25	63,3			48,1	Y
26	49,2			49,2	Y
27	25,1			50,1	X
28	14,5			50,4	X
29	108,7			51,1	Y
30	17,9			51,6	X
31	32,9			63,3	Y
32	21,7			66,9	X
33	33,2			84,5	X
34	48,1			108,7	Y

- $W_x = 291$
- $W_{\min} = 222,7$
- $W_{\max} = 337,3$

$$222,7 < W_x < 337,3$$

La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée, ce qui veut dire que les deux échantillons appartiennent à la même population, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Ouargla est homogène.

II. 2. Etude de l'échantillon et choix du type de loi:

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

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

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

➤ Traitement des données :

La simulation de précipitations annuelles, avec le logiciel HYFRAN nous donne les résultats suivants :

- Minimum 14.5
- Maximum 66.9
- Moyenne 35.7
- Ecart-type 13.9
- Médiane 35.9
- Coefficient de variation (Cv) 0.390
- Coefficient d'asymétrie (Cs) 0.306
- Coefficient d'aplatissement (Ck) 2.22

II .3. Ajustement de la série pluviométrique :

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

II. 3.1 Ajustement à la loi Normale:

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. Dans le présent projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5 ans.

Les résultats de l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles à la loi Normale sont regroupés dans le tableau II.2 et la figure II.1.

Tableau II.2. l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles loi normale

T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100.0	0.9900	68.2	4.80	58.8	77.6
50.0	0.9800	64.4	4.39	55.7	73.0
20.0	0.9500	58.7	3.81	51.2	66.1
10.0	0.9000	53.6	3.35	47.0	60.2
5.0	0.8000	47.5	2.88	41.8	53.1
2.0	0.5000	35.7	2.46	30.9	40.6
1.2500	0.2000	24.0	2.88	18.4	29.6

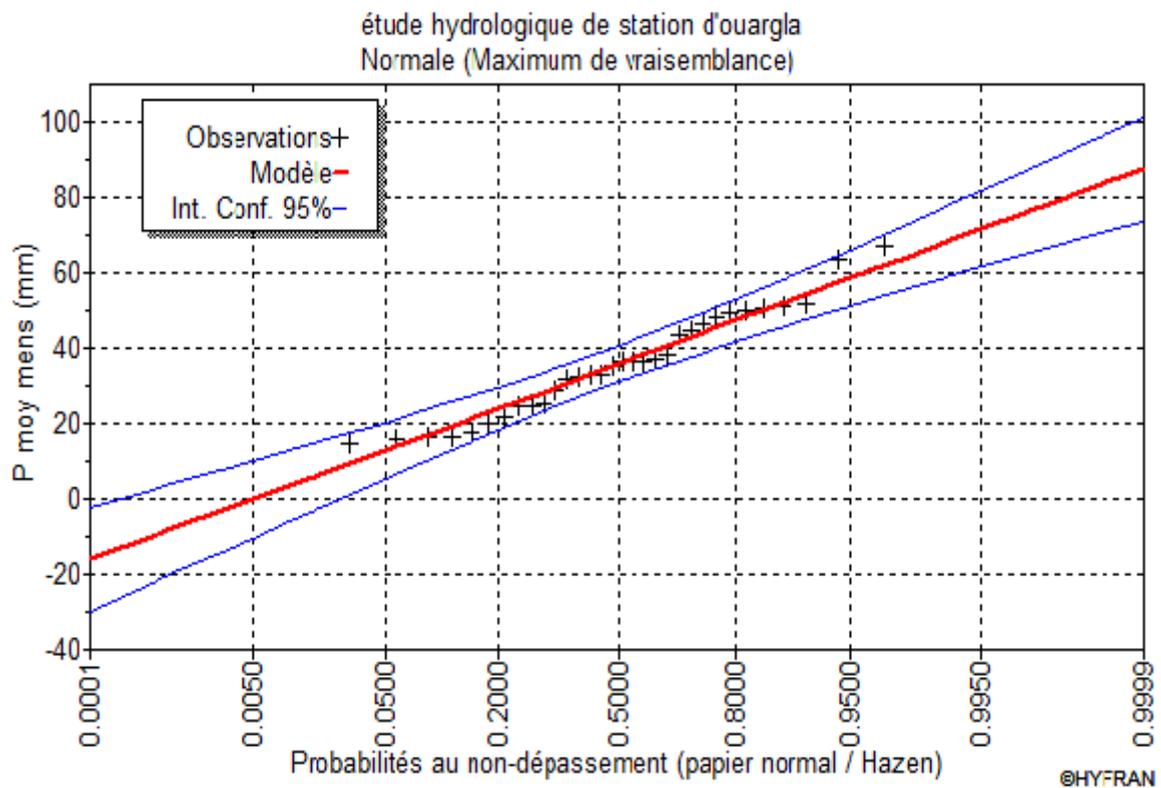


Figure II.1. Ajustement à la loi normale

II. 3.2 Ajustement à la loi Log-Normale:

Les résultats de l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles à la loi log Normale sont regroupés dans le tableau II.3 et la figure II.2.

Tableau II .3.Résultats d’ajustement à laloi log-normale

T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100.0	0.9900	88.1	12.8	62.9	113
50.0	0.9800	78.5	10.4	58.0	99.0
20.0	0.9500	66.0	7.63	51.1	81.0
10.0	0.9000	56.6	5.75	45.4	67.9
5.0	0.8000	47.0	4.10	39.0	55.1
2.0	0.5000	33.0	2.46	28.1	37.8
1.2500	0.2000	23.1	2.02	19.1	27.0

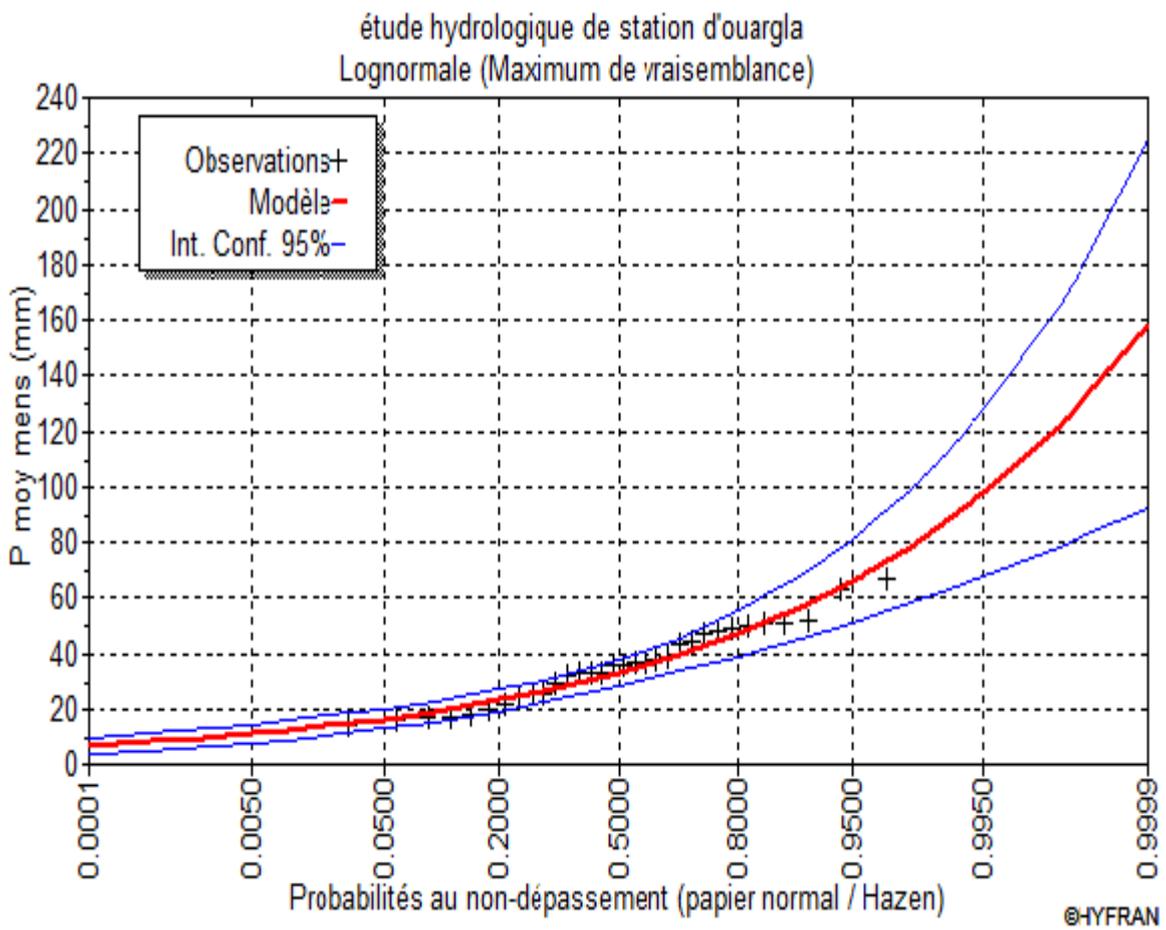


Figure II.2.Ajustement à une loi log-normale

II. 4. Test de validité des ajustements par la loi de Khi2:

L'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test du Khi carré « χ^2 »

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha=0.05$ si et seulement si:

$$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}.$$

Les résultats du test sont présentés ci-dessous ;

- **Pour la loi normale les résultats sont :**

D'après le logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants:

$$\chi^2_{\text{calculé}}=5.27 \quad \gamma=5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}}=15.08$$

$$\chi^2_{\text{calculé}}=5.27 < \chi^2_{\text{théorique}}=15.08 \text{ (Vérifier)}$$

- **Pour la loi log-normale les résultats sont :**

D'après le logiciel HYFRAN, on obtient les résultats suivants:

$$\chi^2_{\text{calculé}}=5.81 \quad \gamma=5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}}=11.07$$

$$\chi^2_{\text{calculé}}=5.81 < \chi^2_{\text{théorique}}=11.07 \text{ (Vérifier)}$$

Les figures (II.1) et (II.2) montrent que la loi log-Normale présente une adéquation meilleure que la loi de Normale en raison de la présence des quantiles négatives.

II .4.2. Détermination de l'année de calcul:

Puisque la log loi Normale est la plus adéquate, alors elle est à retenir pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région (tableau II.4).

$$P_{80\%}^{mensuelle} = P_{moy}^{mensuelle} \times \frac{P_{80\%}^{annuelle}}{P_{50\%}^{annuelle}}$$

$$P_{80\%}^{annuelle} = 24 P_{50\%}^{annuelle} = 35,7$$

$$P_{80\%}^{mensuelle} = 0.67 P_{moy}^{mensuelle}$$

Tableau II.4. Répartition mensuelle des précipitations à 80%

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
P moy mm/mois	6.48	1.35	3.83	1.92	1.27	0.41	0.90	0.64	5.38	6.54	5.86	4.58
Pmoy80%	4.34	0.90	2.56	1.29	0.85	0.27	0.60	0.43	3.60	4.38	3.92	3.07

CONCLUSION :

Au terme de ce chapitre, nous avons pu dégager les principales caractéristiques hydrologiques et statistiques de la zone du projet.

Pour ce qui est de l’analyse statistique des pluies annuelles, on doit noter que le test de Khi carré a montré un ajustement acceptable avec les deux lois (loi normale et la loi log-normale), la comparaison entre les deux lois a montré une meilleure adéquation de la loi log normale par rapport à la loi normale .Ce qui nous a conduits à prendre en considération cette loi pour l’estimation des pluies servant au dimensionnement du réseau d’irrigation. Cette étude a permis de reconstituer l’année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement, les précipitations sont garanties s 8 année sur 10.

III.1 Ressources en sol

Introduction

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

III.1.1. aperçu sur les sols de la région

La formation et l'évolution des sols dans ce vaste territoire sont essentiellement conditionnées par le climat et la salinité.

Le climat très aride influe sur la pédogenèse par la très forte évaporation, ce qui a engendré dans certaines zones de fortes accumulations salines surtout a près la mise en irrigation (jusqu' a 50mmhos/cm) .Ce phénomène est aggravé le plus souvent par une topographie généralement plane, qui ne facilite pas le drainage naturel des eaux excédentaires et par une eau d'irrigation relativement chargée en sels.

La roche mère des sols de ces régions est le plus souvent (Sahara septentrional) du continental intercalaire, elle se caractérise par des formations gréseuses plus ou moins compactes avec des passées argileuses.

Ces formations sont hétérogènes: elles présentent une texture le plus souvent saleuse Mais on peut rencontrer des textures limono-sableuses des dépôts marneux ou un plan d'eau a une profondeur variable ces sols ne sont pas généralement calcarifères . Mais, ils sont tous affectés plus ou moins de salinité .Ces caractères de sols expliquent en grande partie la Pré dominance de ces facteurs pédogènétiques sur l'évolution des sols du Sahara .qui sont principalement: la texture, la structure, la salinité et l'action de l'eau (hydromorphie).

III.1.2. Profil pédologique

Le profil pédologique représente à un instant donné à l'évolution d'un sol, à partir des observations analytiques et en tenant compte de l'environnement.

Notre choix est porté, donc sur la prise d'un échantillon correspondant à un profil pédologique permettant une meilleure appréhension des caractères physico-chimiques du sol de la zone d'étude.

III.1.3. Texture

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

III.1.4. Structure

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

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

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

Où :

- D : densité réelle.
- D_a : densité apparente.

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

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

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

III.1.5. Caractéristiques des sols :

Sol, profond homogène sur toute sa profondeur, d'une texture sablo limoneuse et d'une structure particulaire, d'où une faible rétention de l'eau, bonne aération mais sensible à l'érosion éolienne. PH est moyennement alcalin (7,82 en moyenne), faiblement calcaire (01.19% en moyenne de calcaire total). Il est aussi caractérisé par sa très faible teneur en matière organique et en phosphore assimilable, couplée à l'absence relative de l'argile cela nous donne une CEC faible, témoin d'une teneur en éléments nutritifs chimiques très médiocre :

- une profondeur supérieure à 01 mètre.
- une couleur jaune rougeâtre.
- une charge caillouteuse importante.
- la texture est sablo limoneuse.
- une structure particulaire
- une CEC faible CE = 2.6mmhos/cm.
- pauvre en matière organique.
- un pH à tendance alcalin.
- une densité apparente avoisine de 1,5.
- une très faible pente.

(DSA 2013)

Tableau III.1: Résultats des analyses de l'échantillon de sol

Echantillon	Granulométrie					Texture	Calcaire		pH	ESP
	Argile	Limon		Sable			(%)			
		Fin	Grossier	Fin	Grossier		Total	Actif		
Tamacine	1.79	25.2 9	8.47	38.16	14.29	limoneux Sablo-	6.13	0.0 73	7,82	7.1

DSA Ouargla 2013

III.2.Ressource en eau

Introduction

L'origine de l'eau est déterminante pour connaître les qualités ou plutôt les défauts de l'eau destinée à l'irrigation. L'irrigation dans notre cas se fait à partir des forage sa partir des eaux de profondeur (eaux souterraines).

III.2.1. Aperçu hydrogéologique générale du Sahara :

Les eaux souterraines représentent l'unique ressource en eau de la wilaya. Ella sont contenues dans les aquifères du complexe Terminal et du continental intercalaire.

III.2.1.1. Complexe Terminal :

- La nappe du miopliocène, communément appelée nappe des sables, s'étend sur une épaisseur moyenne de 150 mètres et composée principalement d'alternance de sables et d'argiles.
- La nappe du sénonien Carbonaté, composée des Calcaires Sénoniens poreux et fissurés d'une épaisseur moyenne de 360 mètres.
- La nappe du Turonien d'une épaisseur d'environ 60 mètres, principalement composée de calcaires fissurés.

III.2.1.2.Continental Intercalaire :

Communément appelé nappe de l'albien, le continental intercalaire est le géo réservoir le plus important du Sahara, composé essentiellement de sable, grés et argiles sableuses d'âge Albien et Barrémien. La profondeur moyenne de cet aquifère sur le territoire de la wilaya de Ouargla varie entre 1200 et 1700 mètres, le débit moyen d'exploitation est de 120 l/s.

Les eaux de cette nappe sont chaudes atteignant dans certaines zones les 60°C avec un résidu sec oscillant entre 1,5 et 1,7 g/l.

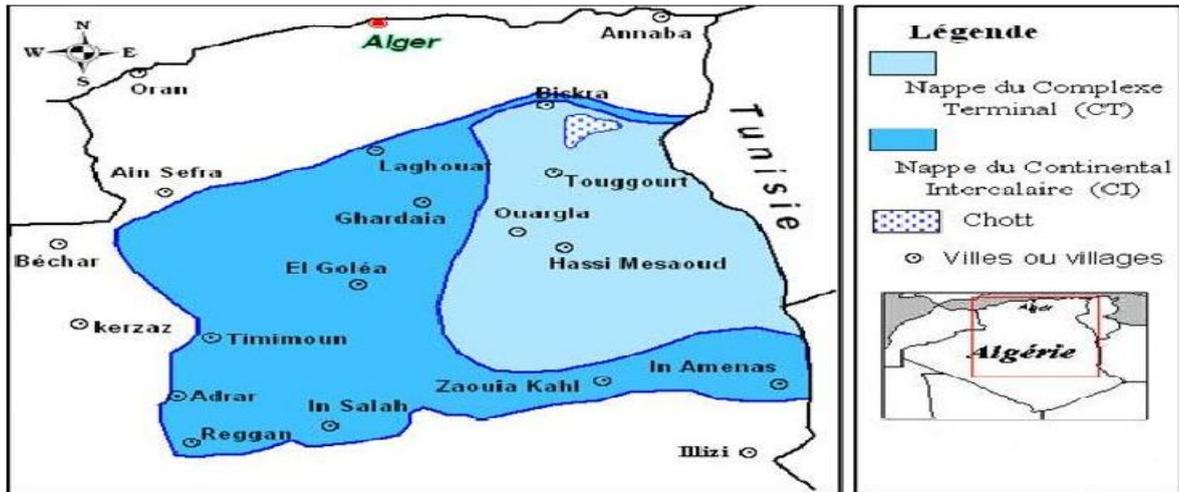


Figure III.1 : Carte des ressources en eau souterraines (CI et CT).

III.2.2. Hydrogéologie de la cuvette d'Ouargla :

III.2.2.1. Nappe phréatique :

C'est une nappe libre dont la profondeur varie entre 0m et 60m. Elle affleure sur le sol en plusieurs endroits de la vallée. La lithologie dominante est constituée de sables ou sables argileux avec gypse. Son eau est généralement très salée et excessivement chargée dans les zones mal drainées. Le résidu sec atteint les 13 g/l.

L'alimentation de cette nappe provient essentiellement de l'excédent d'eau d'irrigation, fuites de réseaux et l'appert saisonnier des écoulements d'oueds ou averses. Elle est rarement exploitée à Ouargla.

III.2.2.2 Nappe du complexe Terminal (CT) :

Elle est composée de trois couches aquifères principales :

- -Nappe du miopliocène : appelée nappe des sables, elle est reconnue sur une épaisseur moyenne de 150m et composée d'une alternance de sable et d'argiles. La profondeur peut atteindre 160 mètres dans la zone du projet avec un débit moyen de 30 à 40 l/s. C'est la nappe la plus utilisée pour l'irrigation dans la région.
- -Nappe des Calcaire (Sénonien) : formée de calcaires poreux et reconnue sur une épaisseur moyenne de 360m. Cette nappe peut avoir des profondeurs de 200 mètres et

plus dans la zone du projet elle est réservée à l'eau potable (AEP) d'après les services de l'hydraulique.

- -Nappe du Turonien : Formée sur une épaisseur de 60 m, composée de calcaires fissurés.

Le débit moyen dans le CT varie entre 25 l/s et 45 l/s par puits. Le résidu sec est relativement élevé, il varie de 3 g/l à 11 g/l mais il décroît en allant vers le nord. Le CT est la nappe la plus exploitée dans la région.

Pour notre projet la profondeur des forages est en moyenne de 160 à 220 m avec un débit de 25 à 50 l/s (ANRH2013).

III.2.3. Caractéristiques physicochimiques de l'eau d'irrigation

Quelques caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation sont résumées dans le tableau III.2.

Tableau III.2: Qualité de l'eau de l'irrigation

Eléments	mg/l	méq/l
Ca ²⁺	95	4.75
Mg ²⁺	230	18.93
Na ⁺	473	20.56
K ⁺	28	0.71
Cl ⁻	620	17.51
SO ₄ ²⁻	725	15.1
HCO ₃ ⁻	102	1.68
CO ₃ ⁻	0	0
NO ₃ ⁻	14	0.23

PH = 7.70

Source: ANRH Ouargla

III.2.3.1. Conductivité électrique

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

Tableau III.3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

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

Remarque :

- C1 : convient pour toutes les cultures ;
- C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes ;
- C3 : ne convient qu'a des sols bien drainés et des plantes tolérantes ;
- C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

D'après l'ANRH, l'eau prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne : **CE = 2.19mmhos/cm.**

III.2.3.2.SAR (Sodium Absorption Ration)

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

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad \mathbf{SAR = 5.98}$$

- S1: Risque faible S.A.R ≤ 10
- S2: Risque moyen 10 < S.A.R < 18;
- S3: Risque élevé 18 < S.A.R < 26;
- S4: Risque très élevé S.A.R > 26.

Suivant le diagramme de Riverside (figure III.2), l'indice croisé SAR/conductivité, les résultats indiquent que:

L'eau prévue pour l'irrigation du périmètre étudié appartient à la classe C3 S1, ce qui convient à :

- une eau convenant aux cultures qui présentent une bonne tolérance au sel ;
- un sol bien aménagé (bon drainage) ;
- le contrôle périodique de l'évolution de la salinité.

Donc l'eau est fortement saline, ne peut être utilisée sur des sols à drainage limité, des techniques d'aménagement particulières seront nécessaires pour maîtriser la salure il faut impérativement prévoir des doses de lessivage à pratiquer annuellement et il convient de choisir des cultures à bonne tolérance au sel

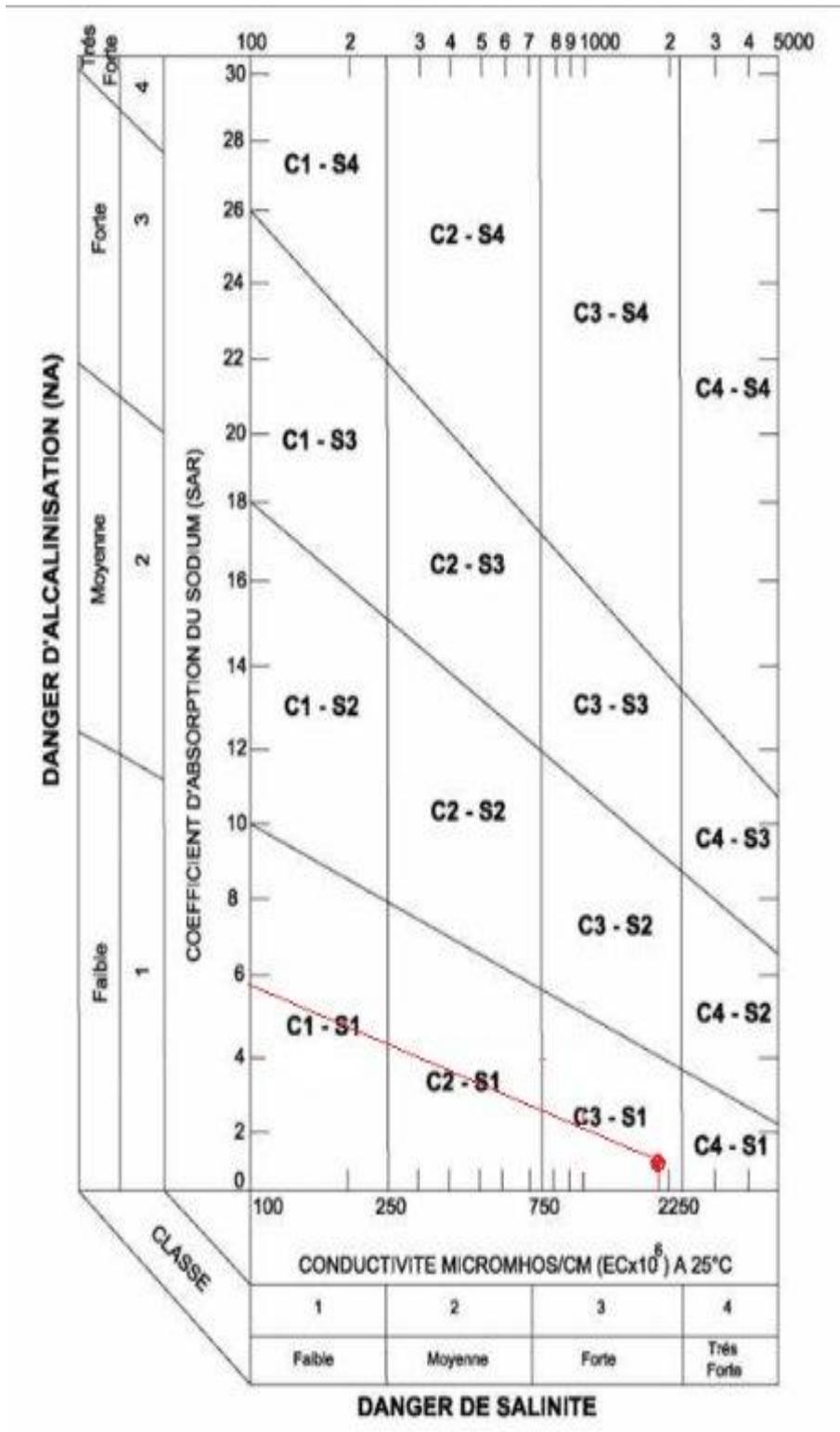


Figure III.2: Diagramme de Riverside

Conclusion:

D'après les caractéristiques physico-chimiques de notre ressource en eau et en sol celui-ci comporte des avantages et des inconvénients ceux-ci se résument comme suit :

- Les conditions d'enracinement : Très bonnes.
- Les conditions d'aération et la disponibilité en oxygène : Très bonnes.
- La disponibilité en éléments nutritifs : Très faible.
- La sensibilité aux éléments toxiques : forte (à cause surtout de la qualité de l'eau d'irrigation).

Les conditions favorables aux cultures sont réunies sauf pour les troisième et quatrième points, facteur limitant, qui exige une correction par un apport massif de matière organique mais cela entraînera un accroissement des coûts des inputs agricoles. En conclusion, les cultures aptes à être cultivées sont les suivantes :

L'aptitude aux cultures arboricoles est limitée par le climat, surtout si elles ne sont pas cultivées sous palmiers, mais certaines espèces émergent notamment les rustiques telles que : Pêcher, amandier, figuier, grenadier, vigne et olivier.

Introduction

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

IV.1. Besoin en eau du périmètre :

Les besoins en eau d'irrigation ou la consommation en eau de la culture définie comme la hauteur d'eau (mm) consommé par l'évapotranspiration de la culture.

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de telle sorte que le taux d'évapotranspiration (mm/j) représente les conditions climatiques locales.

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

IV.2. L'évapotranspiration

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par Unité Surface et par unité de temps, en $m^3/ha/jour$, en $m^3/ha/an$. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours par mois ou par an.

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

IV.2.1 L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo) :

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

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus communiquaient employés sont:

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

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

- Prinstley- Taylor
- Makkink
- Turc
- Hargreaves
- Blaney – Cridle
- Thorthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

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

- La formule de M^rPenman et Montheit modifiée se présentant comme suit:

$$ETo = C \times [w \times R_n + (1 - w) \times F (u) \times (e_a - e_d)] \dots\dots\dots(IV.1)$$

- ETo : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour ;
- w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude ;
- R_n: rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ jr ;
- F (u) : fonction liée au vent ;
- e_a: tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars ;
- e_d: tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars ;
- (e_a - e_d): constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0(tableau IV.1),fondé sur la méthode de M'Penman et Montheit modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, les données climatiques mensuelles de la station météorologique de Ouargla (voir le chapitre I)ont été utilisées, à savoir:

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

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après et illustrée sur la figure IV.1.

Tableau IV.1: Evapotranspiration de référence (ETo) de la zone d'étude selon PenmanMonteith modifiée

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun Hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	4.7	18.2	62	233	7.6	12.4	2.35
February	6.4	20.8	52	277	7.9	15.1	3.47
March	10.6	25.2	43	346	8.6	18.8	5.40
April	14.4	29.3	36	389	9.4	22.4	7.40
May	19.8	35.0	31	406	9.3	23.6	9.40
June	27.5	40.0	27	415	10.2	25.3	11.47
July	27.7	43.2	24	372	11.0	26.2	11.66
August	27.3	42.8	26	328	10.5	24.4	10.70
September	23.2	37.0	36	363	8.5	19.4	8.68
October	17.3	31.3	48	294	8.2	16.2	5.66
November	10.2	24.0	56	233	7.9	13.2	3.37
December	6.0	19.4	62	233	6.9	11.0	2.40
Average	16.3	30.5	42	324	8.8	19.0	6.85

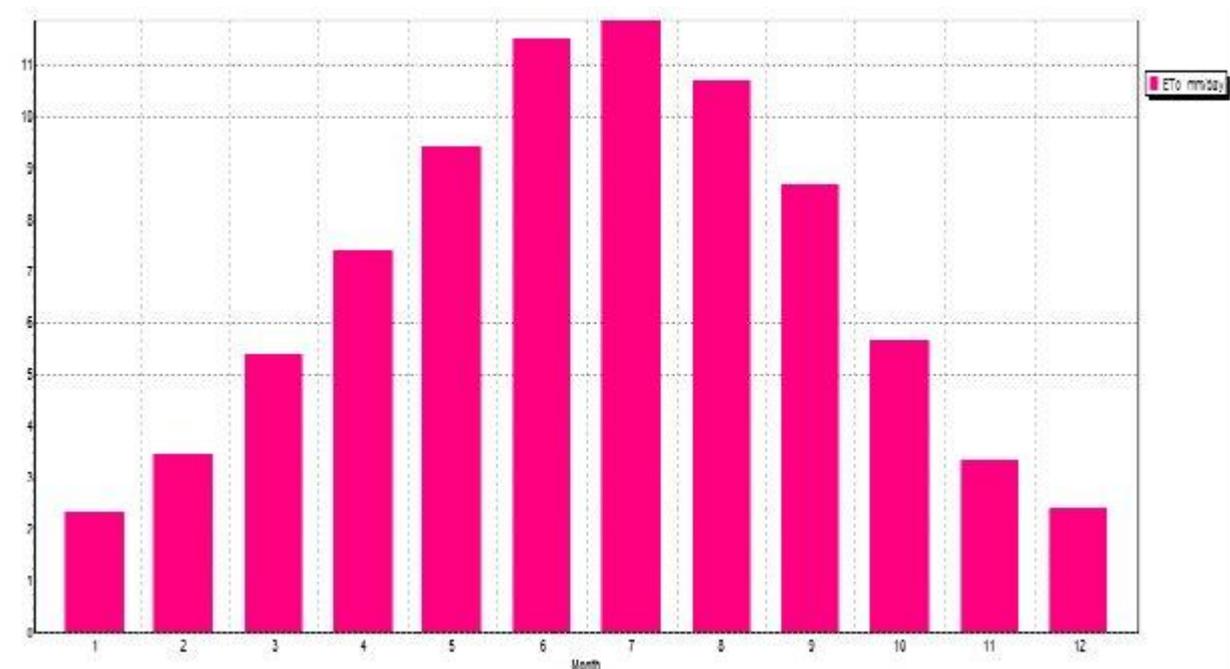


Figure IV .1.Histogramme l'évapotranspiration de référence

IV.3. Méthodologie :

Pour déterminer les besoins en eau d'une culture (BEC), il faut connaître d'abord les mois de la durée de vie de cette culture et la durée des quatre phases (initiale –croissance – mi saison – arrière saison),

IV.3.1. Les Coefficients culturaux (K c):

Les valeurs du coefficient cultural(KC) de chaque culture ont été ressorties ,en fonction du

Stade De la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne végétatif de la plante;

minimale de l'air régnant à un veu de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin FAO «irrigation et drainage».

D'abord, il faut calculer le kc de chaque mois, après on peut trouver l'évapotranspiration maximale de cette culture (ETM) de chaque mois qui est égal:

$$ETM = kc \times ET_0 \dots\dots\dots(IV.2)$$

Pour trouver les besoins en eau de cette culture pendant un mois on multiplie l'ETM x nombre des jours de ce mois, alors les besoins en eau total est l'ensemble des

besoins de tous les mois.

IV.4. Calcul de la pluie efficace :

Définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.....

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80% (on considère que 20% de précipitation sont des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur).

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage qui dit que :

Pluies efficaces (en mm/mois)= A. Pluies totales (mm/mois):

A : coefficient de correction est généralement égal à 0,8

TableauIV.2: Pluviométrie moyenne et efficace pour chaque mois en mm

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
P moy mm/moi	6.48	1.35	3.83	1.92	1.27	0.41	0.90	0.64	5.38	6.54	5.86	4.58
P eff	5.18	1.08	3.06	1.54	1.07	0.32	0.72	0.51	4.31	5.23	4.69	3.67

IV.5.Occupation des sols :

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

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

L'occupation des sols retenue pour le projet est présentée dans le tableauIV.3.

Tableau IV.3: occupation de l’aire d’étude

Cultures	Superficie en (ha)
l'olivier	25
Figuier	25
Pêcher	25
Amandier	25

IV.5.1 Estimation des doses d'irrigation au niveau de la parcelle :

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETP - (Pe_{eff} + RFU) \dots \dots \dots (IV.3)$$

Avec:

- B : besoin en eau d'irrigation (mm) ;
- E.T.P : évapotranspiration (mm / jour) ;
- RFU : réserve facilement utilisable ;

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z \dots \dots \dots (IV.2)$$

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

• **Dose d'irrigation del'olivier :**

Le tableau IV.4 montre les résultats de calcul des besoins en eau de l'olivier.

Tableau IV.4: dose d'irrigation de l'olivier

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,7	2,35	72,85	51,00	5,18	0,00	45,82
F	0,7	3,47	97,16	68,01	1,08	0,00	66,93
M	0,8	5,4	167,4	133,92	3,06	0,00	130,86
A	0,8	7,4	222	177,60	1,54	0,00	176,06
M	0,5	9,4	291,4	145,70	1,07	0	144,63
J	0,5	11,47	344,1	172,05	0,32	0	171,73
J	0,5	11,86	367,66	183,83	0,72	0,0	183,11
A	0,6	10,7	331,7	199,02	0,51	0,0	198,51
S	0,6	8,68	260,4	156,24	4,31	0,00	151,93
O	0,6	5,66	175,46	105,28	5,23	0,0	100,05
N	0,65	3,37	101,1	65,72	4,69	0	61,03
D	0,65	2,4	74,4	48,36	3,67	0,00	44,69

• **Dose d'irrigation du figuier**

Le tableau IV.5 montre les résultats de calcul des besoins en eau du figuier

Tableau IV.5: dose d'irrigation du figuier

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,7	2,35	72,85	51,00	5,18	0,00	45,82
F	0,8	3,47	97,16	77,73	1,08	0,00	76,65
M	0,8	5,4	167,4	133,92	3,06	0,00	130,86
A	0,5	7,4	222	111,00	1,54	0,00	109,46

M	0,5	9,4	291,4	145,70	1,07	0	144,63
J	0,6	11,47	344,1	206,46	0,32	0	206,14
J	0,6	11,86	367,66	220,60	0,72	0,0	219,88
A	0,6	10,7	331,7	199,02	0,51	0,0	198,51
S	0,65	8,68	260,4	169,26	4,31	0,00	164,95
O	0,65	5,66	175,46	114,05	5,23	0,0	108,82
N	0,65	3,37	101,1	65,72	4,69	0	61,03
D	0,7	2,4	74,4	52,08	3,67	0,00	48,41

• Dose d'irrigation du pêcher :

Le tableau IV.6 montre les résultats de calcul des besoins en eau du pêcher.

Tableau IV.6: dose d'irrigation du pêcher

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,75	2,35	72,85	54,64	5,18	0,00	49,46
F	0,8	3,47	97,16	77,73	1,08	0,00	76,65
M	0,8	5,4	167,4	133,92	3,06	0,00	130,86
A	0,5	7,4	222	111,00	1,54	0,00	109,46
M	0,5	9,4	291,4	145,70	1,07	0	144,63
J	0,62	11,47	344,1	213,34	0,32	0	213,02
J	0,62	11,86	367,66	227,95	0,72	0,0	227,23
A	0,62	10,7	331,7	205,65	0,51	0,0	205,14
S	0,69	8,68	260,4	179,68	4,31	0,00	175,37
O	0,7	5,66	175,46	122,82	5,23	0,0	117,59
N	0,73	3,37	101,1	73,80	4,69	0	69,11
D	0,75	2,4	74,4	55,80	3,67	0,00	52,13

• Dose d'irrigation d'amandier :

Le tableau IV.7 montre les résultats de calcul des besoins en eau de l'amandier.

Tableau IV.7: dose d'irrigation d'amandier

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0,75	2,35	72,85	54,64	5,18	0,00	49,46
F	0,4	3,47	97,16	38,86	1,08	0,00	37,78
M	0,4	5,4	167,4	66,96	3,06	0,00	63,90
A	0,4	7,4	222	88,80	1,54	0,00	87,26
M	0,5	9,4	291,4	145,70	1,07	0	144,63
J	0,5	11,47	344,1	172,05	0,32	0	171,73
J	0,5	11,86	367,66	183,83	0,72	0,0	183,11
A	0,6	10,7	331,7	199,02	0,51	0,0	198,51
S	0,6	8,68	260,4	156,24	4,31	0,00	151,93
O	0,6	5,66	175,46	105,28	5,23	0,0	100,05
N	0,75	3,37	101,1	75,83	4,69	0	71,14
D	0,75	2,4	74,4	55,80	3,67	0,00	52,13

IV.5.2 Besoin mensuels totaux en eau des cultures avant lessivage :

Le tableau VI.8 récapitule les besoins en eau des cultures projetées sans lessivage

Besoin en eau					
Cultures	Olivier	Figuier	Pêcher	Amandier	Besoin total
J	45,82	45,82	49,46	49,46	190,56
F	66,93	76,65	76,65	37,78	258,01
M	130,86	130,86	130,86	63,90	456,48
A	176,06	109,46	109,46	87,26	482,24
M	144,63	144,63	144,63	144,63	578,52
J	171,73	206,14	213,02	171,73	762,62
J	183,11	219,88	227,23	183,11	813,33
A	198,51	198,51	205,14	198,51	800,67
S	151,93	164,95	175,37	151,93	644,18
O	100,05	108,82	117,59	100,05	426,51
N	61,03	61,03	69,11	71,14	262,31
D	44,69	48,41	52,13	52,13	197,36

IV.6. Besoin en eau pour lessivage :

Dans les sols salés, il faut non seulement couvrir les besoins d'évapotranspiration de la culture et les besoins d'humectation et d'évaporation du sol avec une quantité d'eau, mais il faut ajouter une quantité supplémentaire pour dissoudre les sels solubles, et qui seront évacués en dehors de la zone racinaire par un réseau de drainage. On appelle la quantité supplémentaire la **dose de lessivage**.

Cette méthode de lutte contre la salinité a pour but de limiter l'extension des terres salées, de récupérer les sols, ainsi d'améliorer les rendements des cultures

Les besoins en eau pour le lessivage seront évalués à 20% des besoins bruts d'irrigation.

Le lessivage est envisagé lorsque:

- L'eau d'irrigation est salée ($C_{ew} > 1,5$ ds/cm)
- Le sol a est tendance saline ($C_{es} > 4$ ds/cm)

On distingue deux types de lessivage:

- Lessivage capital (ou initial):
Il consiste à ramener une grande quantité d'eau pour lessiver le sol.
- Lessivage continue (ou lessivage d'entretien):

Contrairement à celui capital, ce type consiste à ramener de l'eau sous forme de doses supplémentaires avec ceux d'irrigation et ce type de lessivage la qu'on va utilisé dans notre projet.

➤ Calcul des doses de lessivage:

En utilisant la formule de RHOADS (Leaching Requirement)

$$I_w = B_{net} / (1 - LR) \quad \text{Et:} \quad LR = \frac{C_{e_{iw}}}{5C_{e_s} - C_{e_{iw}}}$$

Avec :

- I_w : volume de lessivage y compris la dose d'arrosage.
- B_{net} : besoin en eau de culture avant lessivage.
- LR : Leaching Requirement ou fraction lessivante
- $C_{e_{iw}}$: conductivité électrique de l'eau d'irrigation = 2,19ds/cm.
- C_{e_s} : conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée du sol

$$C_{e_s} = 2,60ds / cm$$

$$\Rightarrow LR = \frac{2,19 (5 \times 2,60) - 2,19}{2,60 - 2,19} = 0,20 \quad \Rightarrow LR = 0,20$$

IV.6.1. Besoin mensuels totaux en eau des cultures avec lessivage :

Tableau VI.9 : besoin en eau des cultures projetées avec lessivage

Besoin en eau					
Cultures	Olivier	Figuier	Pêcher	Amandier	Besoin total
J	54,984	54,984	59,352	59,352	228,672
F	80,316	91,98	91,98	45,336	309,612
M	157,032	157,032	157,032	76,68	547,776
A	211,272	131,352	131,352	104,712	578,688
M	173,556	173,556	173,556	173,556	694,224
J	206,076	247,368	255,624	206,076	915,144
J	219,732	263,856	272,676	219,732	975,996
A	238,212	238,212	246,168	238,212	960,804
S	182,316	197,94	210,444	182,316	773,016
O	120,06	130,584	141,108	120,06	511,812
N	73,236	73,236	82,932	85,368	314,772
D	53,628	58,092	62,556	62,556	236,832

D’après leTableau VI.9 la culture exigeante c’est pêcher avec un besoin de pointe en Juliet de 272.676 mm et le mois de pointe c’est bien aussi Juliet avec somme des besoins égale 975.996 mm.

IV.7. Calcul des débits caractéristiques:

Il est calculé par la formule suivante :

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

qs : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha) S : la superficie totale à irriguer = 100 ha

- le mois de pointe est Juillet et les besoins de pointe (pecher) sont de 272,676 mm

$$q_s = \frac{B_{net} \times N_h \times N_j \times K}{q \times 1000}$$

- Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.
- Nh : nombre des heures d'irrigation=20h
- Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours
- K : Efficience d'irrigation ≈90%
- q spécifique= 1.40 l/s/ha
- Q car = qs. S = 1.40*100=149 l/s Qcar =0.140 m3/s

Alors notre débit de consommation journalier est: Q jour =12096m3/j

Et les débits spécifiques des autres cultures sont :

- q spécifique olivier = 1.22 l/s/ha
- q spécifique figuier = 1,36 l/s/ha
- q spécifique amandier = 1.22 l/s/ha
-

Conclusion :

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

Introduction

Le choix du mode d'irrigation dépend de certains facteurs techniques et sociologiques. Les facteurs techniques englobent le type de culture, le type de sol, la structure parcellaire, la topographie et la qualité d'eau.

Les facteurs sociologiques incluent la structure des exploitations, les coûts d'investissements, les frais de fonctionnement et d'entretien et les besoins en main d'œuvre. La disponibilité en matériel sur marché national est un autre facteur important en ce qui concerne le choix de la méthode d'irrigation.

V.1 Technique d'arrosage

Suivant la manière dont l'eau est amenée sur le terrain puis y est distribuée, on distingue habituellement trois grands modes d'arrosage :

- Irrigation **gravitaire** où l'on fait couler l'eau, par gravité sur la parcelle dans laquelle elle s'infiltré, ou bien l'on amène l'eau dans des bassins submergés où se font les cultures (rizières)
- Irrigation **par aspersion** dans laquelle l'eau est envoyée sur la parcelle par des Asperseurs sous forme d'une pluie artificielle.
- Irrigation **localisée ou micro irrigation** encore appelée irrigation goutte à goutte où l'eau est distribuée par de nombreux goutteurs ayant chacun un débit très faible mais fonctionnant longtemps. La zone humectée reste ainsi localisée

V.1.1 Mode d'arrosage

• **Gravitaire** rassemble l'ensemble des pratiques traditionnelles d'ailleurs largement modernisables. Elle est assez gourmande en eau, les consommations allant, de 3500 m³/ha/an dans le meilleur des cas à souvent plus de 10 000 à 12 000 et même 30 000 m³/ha/an dans certains cas (sensiblement plus dans le cas des rizières). Sauf cas très particuliers, l'eau n'est pas transportée sous pression mais par canaux. La consommation d'énergie extérieure est donc faible (ou nulle) et cette méthode ne nécessite pas, en général, au niveau des parcelles, d'infrastructures ni de matériels trop coûteux. La mise en oeuvre du gravitaire demande un personnel nombreux mais qui n'a besoin que des connaissances pratiques pouvant aisément s'acquérir sur le terrain.

• **Aspersion** Est une méthode née aux USA dans l'immédiat après-guerre. Elle est beaucoup plus économe en eau et ne demande que 1700 à 2300 m³/ha/an sous nos climats. En revanche il faut une alimentation d'eau sous pression ce qui entraîne une consommation d'énergie extérieure. Le matériel nécessaire peut se révéler coûteux dans les pays qui n'ont pas l'infrastructure industrielle et commerciale adéquate. Les équipements modernes permettent une importante économie de main d'oeuvre. Toutefois le personnel doit être bien formé. La conduite des opérations est entièrement automatisable. L'aspersion est applicable à tous les types de culture. Les sols ne sont pas saturés ce qui limite les pertes et évite les phénomènes d'asphyxie. L'eau arrive naturellement, comme avec la pluie. Le système peut aussi servir à la lutte anti-gel (figure V.1).

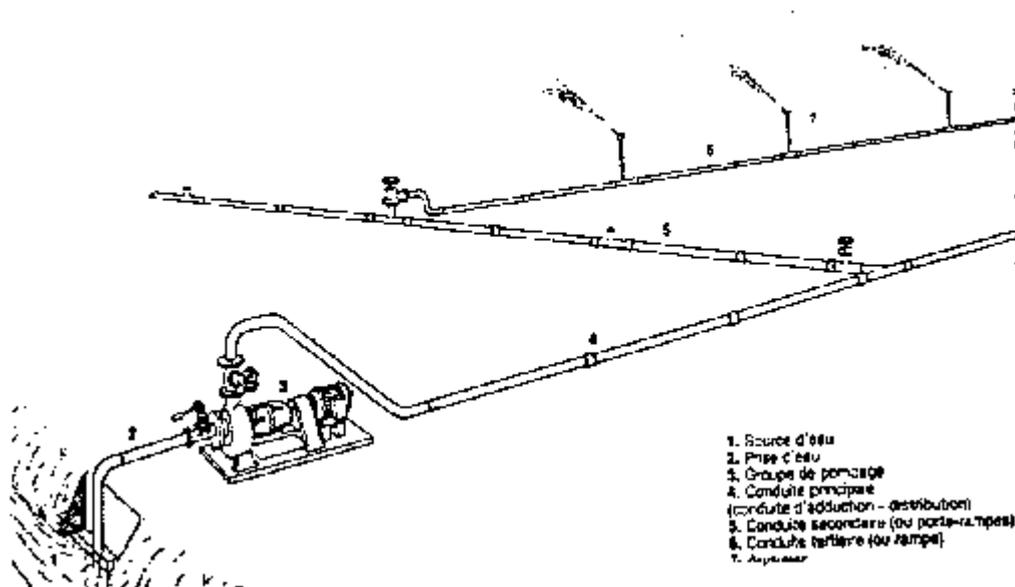


Figure V.1 Partie essentielle d'une installation en aspersion

• **Irrigation localisée** a été pratiquée pendant longtemps dans les jardins sous la forme de rampes perforées. Elle a commencé à être développée en agriculture, en Israël, au début des années 60. Comme on se contente d'humecter la motte entourant chaque groupe de racines, cette méthode peut permettre de réduire la consommation d'eau de 20% (en moyenne) à 40% (au mieux) par rapport à l'aspersion. Le réseau très dense de tuyaux doit être alimenté en eau sous pression, d'où la nécessité de disposer d'une source d'énergie extérieure pas trop onéreuse. Les sols sont bien respectés. Comme l'eau n'atteint pas les feuilles, on peut y

dissoudre des engrais solubles. La méthode s'adapte bien à l'arboriculture fruitière, à l'arrosage des plantes dont les pieds sont bien individualisés et suffisamment écartés, à la petite et moyenne horticulture, aux cultures sous serre. Elle est, en général, inutilisable en grande culture du fait de la densité de distribution nécessaire et de la gêne aux opérations culturales. (figure V.2)

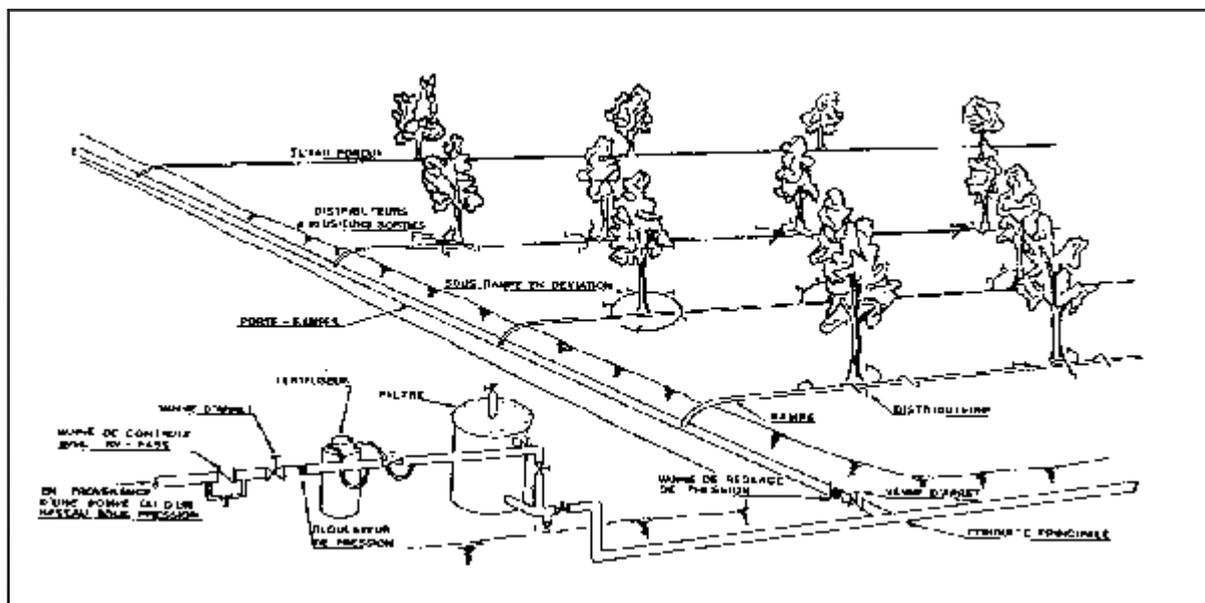


Figure V.2 : Irrigation goutte à goutte

V.2 Contraintes intervenant dans le choix de la technique d'irrigation

Le choix de la technique d'irrigation parmi celles citées précédemment se fait sur la base de l'analyse des différents modes d'irrigation et leur adaptation à certaines contraintes naturelles, agronomiques, techniques et socio-économiques.

Le choix de la technique d'arrosage dépend notamment des caractéristiques du terrain à équiper (topographie , pédologie , géologie), des critères d'efficacité (tant en termes agronomiques que du point de vue de la gestion de la ressource en eau) et de critères socio-économiques (cout de main-d'œuvre , investissements initiaux , frais d'exploitation et d'entretien , degré de technicité , confort d'utilisation , risques d'extension de maladies hydrique, etc.)

- **topographie** : Alors que les systèmes d'irrigation sous pression (aspersion et irrigation localisée) s'accommodent de pratiquement tous les terrains , quelle que soit leur topographie ou leur conductivité hydraulique , une topographie mouvementée constitue un inconvénient majeur pour une irrigation gravitaire en

raison des aménagements importants qui sont alors nécessaires , tant au niveau des parcelles que pour la réalisation du réseau d'amenée.

- **efficience** : Définie par le rapport des volumes d'eau effectivement utilisés par les plantes aux volumes d'eau délivrés en tête de réseau d'irrigation exprime la qualité de la gestion de la ressource hydrique .des pertes en eau peuvent en effet se produire tant au niveau de la distribution à la parcelle que dans le réseau d'amenée .
- Les systèmes gravitaires sont les moins performants, puisque des pertes ; par fois importantes peuvent survenir tant par infiltration à travers le fond et les berges des canaux, que par excès de ruissellement superficiel et par percolation profonde lors de l'arrosage, ou par évacuation des débits en excédent par les ouvrages de décharge.
- L'efficience est autant plus faible que les sols perméables avec des valeurs indicatives se situant généralement entre 40% (sols sableux) et de 60% à 70%(sols à granulométrie étalée). Pratiquement, l'efficience réelle des réseaux gravitaires est fréquemment bien en-dessous de ces valeurs.
- Lorsque le transport de l'eau s'effectue par des conduites en charge, les pertes se limitent à de possibles fuites ou ruptures de canalisations et à leur vidange. En aspersion, des pertes par évaporation directe sont inévitables, mais la distribution de l'eau s'effectue de manière plus efficace qu'en irrigation gravitaires, si bien que l'efficience atteint généralement des valeurs comprises 65% à 85 %.
- En irrigation localisée, les pertes par évaporation directe sont réduites et les pertes par ruissellement superficiel ou percolation profonde négligeables des valeurs comprises entre 85% et 95 %
- **stress hydraulique** : L'irrigation localisée présente de maintenir l'humidité du sol à une valeur optimale (contrairement aux techniques traditionnelles qui voient la teneur en eau diminuer notablement ente chaque arrosage) , si bien que les plantes ne subissent aucun stress hydraulique et peuvent consacrer toutes leurs ressources à leur croissance.
- **aspects économiques** : L'irrigation gravitaires, qui implique la réalisation de travaux importants, s'avère très favorable lorsque le cout de la main d'œuvre est modéré selon le mode de fonctionnement retenu (distribution à la demande ou

par rotation) , la régulation des débits peut faire appel à des équipements automatiques sophistiqués et coûteux ou , au contraire , être assurée par un personnel nombreux .

- Dans le cas des systèmes d'aspersion ou d'irrigation localisée, le coût des installations est important. Les frais d'exploitation peuvent être élevés lorsque la mise en pression s'effectue par pompage ; en irrigation localisée les pressions de service (fréquemment entre 100 et 300 KPa) sont toutefois souvent notablement plus faibles qu'en aspersion de (100 à 800 KPa) ou lorsque des équipements mobiles , nécessitant beaucoup de main-d'œuvre . Sont utilisés.

D'autres éléments, plus spécifiques, peuvent également jouer un rôle important :

- en irrigation gravitaire, l'emprise du réseau lui-même et des infrastructures associées (colatures, etc.)
- dans le cas de l'aspersion, la possibilité de lutte contre le gel , une forte sensibilité au vent, des dommages possibles aux plantes à feuillage délicat , le développement éventuel de maladies sur certaines cultures .
- en irrigation localisée, le risque d'obstruction des équipements de distribution caractérisés par de très faibles diamètres (d'où la nécessité d'une filtration préalable de l'eau), la possibilité d'adjonction de fertilisants ou de produits phytosanitaires à l'eau d'arrosage et une sensibilité réduite à l'utilisation d'eau salée(le taux d'humidité constamment élevé occasionne des concentrations plus faibles et les sels sont entraînés vers périphérie des zones humectées).

En outre, comme seule la fraction du sol située au voisinage immédiat de la plante est arrosée , les zones situées entre les rangs des cultures espacées restent sèches , ce qui limite le développement des mauvaises herbes et permet l'accès aux champs même en période d'irrigation .

V.3 Comparaison sur le choix du mode d'irrigation

Après l'analyse multicritère des différents modes d'irrigation, il ressort que :

V.3.1 l'irrigation par aspersion :

Présente **des avantages** à savoir :

- Adaptation aux cultures prévues (céréales et fourrages).
- Economie d'eau importante. (pas de perte par ruissellement).
- Elle met à la disposition des agriculteurs des conditions d'arrosage très souples.

- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation de l'eau.

Mais cette méthode présente **des inconvénients** à savoir :

- Coûts des investissements très élevés.
- Favorise le développement des mauvaises herbes.
- Nécessite d'équipement supplémentaire.
- Mauvaise adaptation pour les eaux salées.

V.3.2 l'irrigation par goutte à goutte :

Elle présente **des avantages** à savoir :

- Economie d'eau très importante.
- Economie de mains d'œuvres (système fixe).
- La non sensibilité aux vents forts.
- Elle permet un dosage régulier en engrais.
- L'humidité au voisinage des racines reste élevée.

Mais cette méthode présente aussi **des inconvénients** :

- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Risque de salinisation.
- Nécessite une main d'œuvre qualifiée.
- Coût élevé.

V.4 Evolution de l'efficacité des différentes techniques d'arrosage par rapport aux conditions du périmètre

Le tableau V.1 présente les résultats de comparaison entre l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée par rapport aux conditions du périmètre

Technique d'arrosage Efficacité par rapport	Aspersion	localisée	Observations
Pente moyenne de 3%.	++	++	++
Sol à texture moyenne fine à lourde.	++	++	++
Uniformité d'arrosage	++	++	++
Economie d'eau.	++	++	++
Sensibilité au vent.	-	++	++
Perte d'eau pendant l'arrosage.	+	++	++
Lessivage.	-	-	-
Eaux salées.	-	+	++
Grandes mains d'eau.	-	-	+
Possibilité d'automatisation.	+	++	++
Frais d'investissement	-	-	-
Total ++	04	07	08
Total +	02	01	01
Total -	05	03	02

(++) : Bien adapté aux paramètres donnés.

(+) : Adapté en améliorant quelques paramètres.

(-) : Non adapté aux paramètres donnés.

Conclusion :

L'irrigation par aspersion peut être utilisée au niveau de notre périmètre surtout pour les cultures céréalières en effet la qualité médiocre de l'eau d'irrigation pourrait causer des dégâts sur d'autres cultures, quant à l'irrigation localisée le problème de qualité d'eau ne se pose pas donc cette technique peut être appliquée à toutes les cultures en ligne maraîchères ou arboricultures.

Introduction :

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et d'appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole; dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès

VI.1. Classification des réseaux d'irrigation :**VI.1.1-Selon la construction :****• Réseau classique :**

Dans ce type de réseau, le transport de l'eau est assuré gravitairement dans des canaux à ciel ouvert.

• Réseau fermé :

Dans ce réseau, l'eau est transportée dans des conduites en charge.

• Réseau mixte :

Dans ce réseau l'eau est transportée dans des canaux à ciel ouvert jusqu'aux parcelles alors que la distribution de cette eau se fait par des conduites sous pression.

VI.1.2-Selon la réalisation :

- Réseau permanent : à longue durée
- Réseau temporaire : comme les réseaux à ciel ouvert en terre.
- Réseau stationnaire.
- Réseau mobile : le matériel est déplaçable d'une exploitation à une autre.
- Réseau semi-mobile : une partie du matériel est déplaçable.
- Soit par gravité (gravitaire).
- Soit par élévation mécanique (aspersion).

VI.1.4-Selon le fonctionnement durant la période d'irrigation :

- Réseau à service continu.
- Réseau à service discontinu.

VI.2. Choix du type de réseau d'irrigation :

Le choix du type de réseau d'irrigation est conditionné par le relief et la technique d'arrosage adoptée. C'est pour cette raison que notre choix c'est porté sur le réseau fermé. Celui-ci présente les avantages suivants :

- Les pertes d'eau (par évaporation et infiltration) sont négligeables.
- Une utilisation rationnelle et économique de l'eau d'irrigation.
- Il peut être adopté pour n'importe quel relief.
- Possibilité d'automatisation.
- Son inconvénient principal est le coût élevé.

VI.3. Choix du type de matériau des conduites :

Les conduites peuvent être réalisées par différents matériaux fonte, acier, amiante de ciment, béton armé, galvanisé et en pvc.

Le choix de l'un de ces matériaux est conditionne par :

- Le diamètre
- La pression de service
- Le critère économique
- Les conditions de pose des conduites
- La disponibilité dans le marché
- La technique d'arrosage

En fin notre choix se portera sur :

PEHD la conduite principale et les conduites secondaires.

PEBD: pour les rampes et les portes rampes.

VI.4. Réseau d'irrigation localise :

VI.4.1. Composition De l'installation

VI.4.1.1. Point de fourniture d'eau :

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre.

VI.4.1.2. Unité de tête :

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

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie. Une fraction du débit est dérivée de la conduite principale, envoyée dans le réservoir, s'y enrichit en engrais puis est réinjectée dans la conduite principale. Avoir un bon filtre principal est une chose primordiale dans toutes les unités de tête. Le filtre à sable (ou à gravier), avec vannes permettant un nettoyage par contre courant, est le meilleur, mais, avec de l'eau claire, un simple filtre à tamis peut suffire. Quand l'eau contient beaucoup de sable, on doit installer des filtres spéciaux, appelés dessableurs, qui fonctionnent suivant le principe au vortex.

VI.4.1.3. Conduite principale :

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les conduites secondaires. Elle peut être, en PEHD.

VI.4.1.4. Conduite secondaire :

C'est la conduite qui relie à la conduite principale et porte rampe. Elle peut être, en PEHD.

VI.4.1.5. Porte rampes :

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

VI.4.1.6. Rampes :

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

VI.4.1.7. Distributeurs :

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique (figure VI.1), en débits faibles et réguliers. Ils peuvent être des goutteurs à très faible débit (quelques l/h), dont il existe de très nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h).

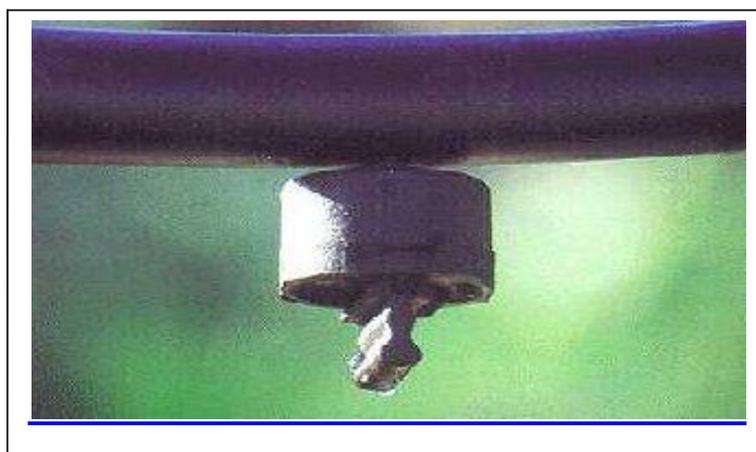


Figure VI.1 Distributeur d'eau

VI.4.1.8. Choix d'un distributeur

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

- La qualité de l'eau:

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

- **les eaux de mauvaise qualité:** Sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

Dans ce cas, on utilisera essentiellement des goutteurs en ligne à cheminement long non uniforme, ayant un débit de 4 l/h.

De même, si l'on doit utiliser des goutteurs autorégulant, on choisira préférentiellement ceux qui sont à chicanes avec la longueur de cheminement la plus grande possible.

En effet, après un certain temps de fonctionnement, il se produit un effet d'empreinte de la membrane au contact au relief de cheminement entraînant une diminution de la section de passage.

- ***les eaux de bonne qualité:** sont généralement des eaux de nappe ni ferrugineuses (rouillée), ni en tartrantes.

Dans ce cas, tous les goutteurs peuvent être utilisés à condition d'adapter la finesse de filtration à chacun d'eux.

- La nature du sol:

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

Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans

Certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4 l/h conviennent, d'autant que les investissements nécessaires sont dans ce cas plus faibles.

- La nature des cultures:

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

Par contre, dans le cas des cultures annuelles ou les rampes doivent être enroulées ou déroulées lors de la mise en place de la culture et pour la récolte, on évitera les goutteurs en dérivation faisant saillie sur la rampe, au bénéfice des goutteurs en ligne, des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples.

VI.4.1.1.2. Différents types de distributeurs :

- **Goutteurs**: les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.
- **Gaines**: destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.
- **Tubes poreux** : la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.
- **Mini diffuseurs** : ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.
- **Ajustages calibrés (procédé Bas-Rhône)** : les systèmes d'arrosage par ajustage calibrés sont constitués par une canalisation en PE, sur laquelle sont fixés en
- Dérivation des orifices calibrés en laiton; sont placés sur la rampe à des écartements réguliers.

VI.4.2. Entretien du réseau des installations :

L'entretien du réseau comprend un ensemble d'opérations périodiques qui doivent être effectuées par l'exploitant pour assurer la pérennité de son installation ; surveillance du fonctionnement et du nettoyage des filtres, lutte contre les risques de colmatage, purge régulière du réseau et contrôle des distributeurs curage du bassin de stockage.

VI.4.2. 1.Lutte contre le colmatage organique

Le développement des algues et des dépôts créés par les bactéries, cause de bouchages importants, Il peut être contrôlé de façon peu coûteuse en maintenant une concentration de chlore tel que :

- Pour les algues une concentration de chlore de 1 à 5 mg / l de façon continue ou de 10 à 20 mg / l pendant 20 minutes à la fin de chaque irrigation
- Pour les bactéries ferrugineuses 1 ppm de Cl au-dessus du nombre de ppm de fer présent (ceci peut varier en fonction de la quantité de bactéries).

L'efficacité de l'injection de Cl dépend de la valeur du PH de l'eau, il est nécessaire d'utiliser plus de Cl pour des valeurs élevées de PH.

La quantité de Cl à injecter par heure est déterminée par la formule suivante :

$$P_{Cl} = \frac{C \cdot Q}{1000} \quad \text{en g}$$

Avec : Q : Débit de l'installation à traiter ; (l / h)

C : la concentration désirée dans le réseau ; (mg / l)

VI.4.2. 2.Lutte contre le colmatage chimique

Les principaux risques de colmatage chimique ont pour origine des dépôts de calcaire dans ou à la sortie du distributeur. L'injection dans le réseau d'une solution d'acide du commerce (36° baumé, densité 1,33) à une concentration de 2 à 5 % en volume (2 à 5 litres d'acide par m³ d'eau) permet généralement une lutte efficace.

VI.4.2. 3-Purge des canalisations

Les purges des canalisations sont un élément important dans la maintenance des réseaux. Elles sont effectuées de l'amont vers l'aval en commençant par la canalisation principale puis les canalisations secondaires et les rampes. IL est nécessaire de purger:

- Lors de la première mise en eau et après chaque réparation;
- En début et en fin de campagne;
- En cours de campagne;

VI.4.3. Contrôle de l'installation

On doit calculer l'uniformité des débits d'une installation lors :

- De la réception de l'installation pour s'assurer de sa conformité aux spécifications minimales imposées;
- Des campagnes d'irrigation successives pour suivre l'évolution du colmatage des distributeurs

VI.5. Calculs hydrauliques :

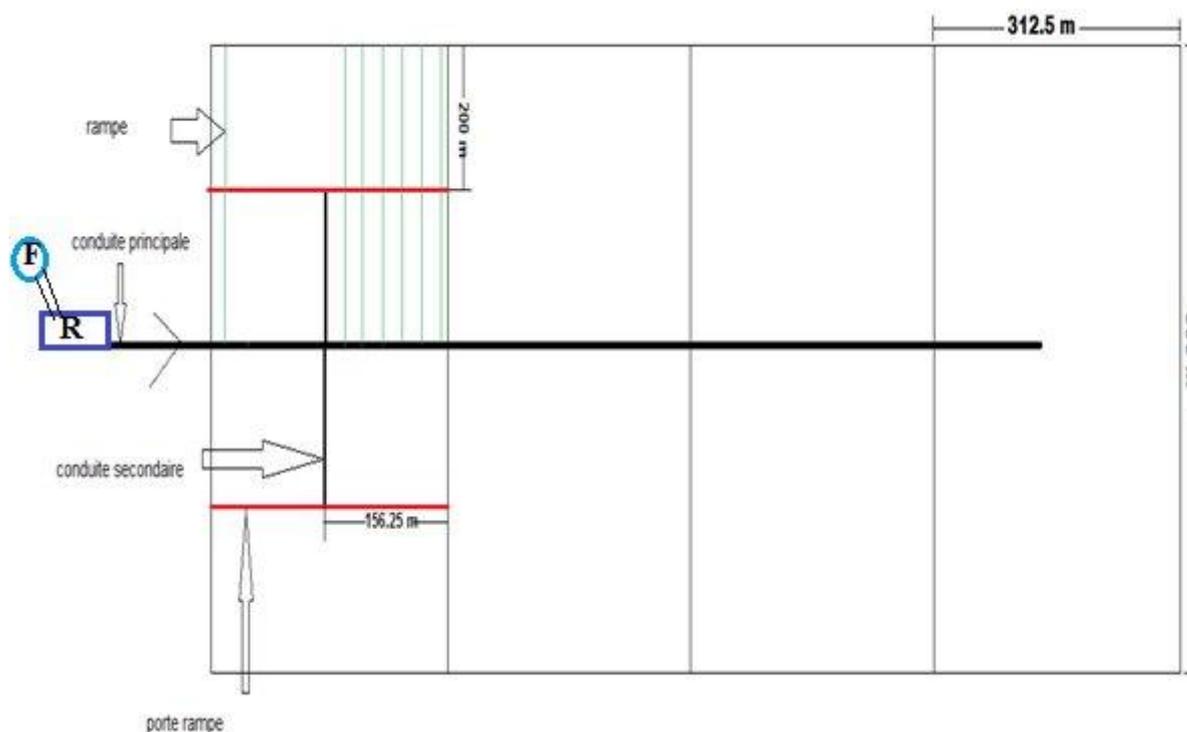
Les calculs hydrauliques consistent à déterminer les paramètres suivants :

- Les débits au niveau de chaque tronçon et à la tête du réseau.
- Les diamètres des conduites.
- Les vitesses d'écoulement de l'eau dans les conduites.
- Les pertes de charges totales

VI.5.1.détermination des débits :

Pour une meilleure gestion du système et une bonne économie on va Découper le périmètre en 4 parcelles et chacune en 8 postes de dimensions 3.125ha (L=200m, l=156.25m) (Fig.VI.2)

Fig.VI.2 : Schéma répartition du périmètre



VI.5.1.B. Pour l'olivier (c'est le même pour Amandier) :

1 / Données générales pour l'olivier:

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 238.122 mm
- Débit nominal : 4l/h

- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement du goutteur : 1 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

2 / Besoins nets en eau journaliers max :

$$B_{max} = 238.122 \text{ mm/mois.}$$

$$B_{net} = B_{max} * K_r \dots\dots\dots(VI.1)$$

$$B_{net} = B_{max} * K_r$$

Bmax : besoin maximal de mois de pointe

Bnet : besoin nette

Le paramètre Kr est exprimé pas la formule de Decroix (CTGREF)

$$K_r + 0.1 = \dots\dots\dots (VI.2)$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égal à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$$K_r = 0.70$$

$$B_{net} = 238.122 * 0.70 = 166.68 \text{ mm/mois}$$

Donc les besoins journaliers net correspond a **B_{net} = 5.55 mm / jour.**

$$D_{brut} = \dots\dots\dots(VI.3)$$

$$D'ou\grave{a} : D_{brut} = \frac{5.55}{0.9} = 6.16 \text{ mm/j}$$

2/ Dose nette pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gouteàgoute ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h :

La dose pratique(nette) qui correspond à la RFU étant calculée comme suit :

$$D_p = (HCC- HPF) Y.Z.P \% \dots\dots\dots(VI.4)$$

Tel que :

- HCC : humidité à la capacité au champ.
- Z : profondeur d'enracinement.
- Y : degré d'extraction de l'eau du sol (1/3).
- P % : Pourcentage du sol humidifié.

D'après la texture du sol, on a : un sol sableux-limons.

On a les caractéristiques hydriques pour une telle texture sont:

- HCC – HPF = 0.08 (voir l'Annexe n° 3)
- Y = 1/3
- Z = 1200 mm (voir l'Annexe n° 5)
- En prend : P = 20 % (voir l'Annexe n° 4)

AN : Dnette = (0.08) x 0,33 x 1200 x 0,2 = 6.4 mm.

$$D_{nette} = 6.4 \text{ mm}$$

4/ La dose d'irrigation brute

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

$$D_{brut} = \frac{D_{nette}}{E} \dots\dots\dots(VI.5)$$

Avec :

- E : efficacité de l'arrosage E=0.9

donc :

$$D_{brut} = \frac{6.4}{0.9} = 7.11 \text{ mm}$$

5/ Fréquence des arrosages

La fréquence d'arrosage est exprimée par la relation suivante:

$$Fr = \frac{D_{brut}}{D_{nette}} \dots\dots\dots(VI.6)$$

D'où Fr = $\frac{7.11}{6.4} = 1.11$

Donc on prend un intervalle de **1 jour**.

6/ la durée d'arrosage

La durée d'arrosage est définie par la formule suivante :

$$\theta = \frac{S_a \cdot S_r \cdot q_g}{n} \dots\dots\dots (VI.7)$$

$$\theta = \frac{6.16 \cdot 1 \cdot 4}{4 \cdot 2} = 1.54 \text{ jours}$$

Avec :

- Sa : L'espace des distributeurs sur le même arbre.
- Sr : L'écartement entre les rampes ;
- qg: Débit du distributeur en l/h.
- n : nbre de goutteurs sur même arbre

VI.5.1.B. Pour figuier

1 / Données générales pour figuier:

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 263.856 mm
- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement du goutteur : 1 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

2 / Besoins nets en eau journaliers max :

$$B_{max} = 263.856 \text{ mm/mois.}$$

$$B_{net} = B_{max} \cdot K_r$$

Le paramètre Kr est exprimé par la formule de Decroix (CTGREF)

$$+ 0.1 = 0.7$$

0.7

Pour notre cas on considère un taux de couverture égal à 60% (pour les arbres adultes) donc:

$$K_r = 0.70$$

$$B_{net} = 263.856 \cdot 0.70 = 184.7 \text{ mm/mois}$$

Donc les besoins journaliers net correspond a $B_{netJ} = 6.15 \text{ mm / jour}$.

$$b_{brut} = \frac{2000 \times 0.1}{0.1} = D_{brut} = \frac{0.02}{0.0029} = 6.83 \text{ mm/j}$$

3 / Fréquence des arrosages

La valeur de la fréquence d'arrosage est exprimée par la relation suivante:

$$Fr = \frac{0.02 \times 1}{0.0029} = \frac{0.02}{0.0029} = 1.04 \text{ jours}^{-1}$$

Donc on prend un intervalle de **1 jour**.

4 / la durée d'arrosage

$$\theta = \frac{0.02 * 0.0029 * 0.1}{0.0029 * 0.0029} = \frac{6.83 * 1 * 4}{4 * 2} = 3.41 \text{ h/jour}$$

Avec :

- Sa : L'espacement des distributeurs sur le même arbre.
- Sr : L'écartement entre les rampes ;
- qg: Débit du distributeur en l/h.
- n : nbre de goutteurs sur même arbre

VI.5.1.C : Pour pêcher

1 / Données générales pour pêcher:

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 272.676 mm
- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement du goutteur : 1 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

2 / Besoins nets en eau journaliers max :

$$B_{max} = 272.676 \text{ mm/mois.}$$

$$B_{net} = B_{max} * Kr$$

Le paramètre Kr est exprimé pas la formule de Decroix (CTGREF)

$$+ 0.1 = 0.3$$

0.3

Pour notre cas on considère un taux de couverture égal à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$K_r = 0.70$

$$B_{net} = 272.676 * 0.70 = 190.87 \text{ mm/mois}$$

Donc les besoins journaliers net correspond a $B_{net} = 6.36 \text{ mm / jour}$.

$$b_{brut} = \frac{B_{net}}{0.8} = D_{brut} = \frac{6.36}{0.8} = 7.95 \text{ mm/j}$$

3/ Fréquence des arrosages

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$$Fr = \frac{D_{brut}}{B_{net}} = \frac{7.95}{6.36} = 1.25 \text{ jours}$$

4/ la durée d'arrosage

$$\theta = \frac{D_{brut} * Sa * Sr}{n * qg} = \frac{7.95 * 1 * 4}{4 * 2} = 3.98 \text{ h/jour}$$

Avec :

- Sa : L'espacement des distributeurs sur le même arbre ;
- Sr : L'écartement entre les rampes.
- qg: Débit du distributeur en l/h.
- n : nbre de goutteurs sur même arbre.

VI.5.2.Calcul des diamètres des portes rampes, rampes :

Le calcul hydraulique du diamètre des rampes et portes rampe est identique pour toutes les parcelles car elles ont les mêmes dimensions donc on a :

- **Surface de poste :**

$$Sp = 25 / 8 = 3.125 \text{ ha}$$

- **Nombre de rampes par poste :**

$$Nr = 31250 / 800 = 39 \text{ rampes}$$

- **Nombre d'arbres par rampe :**

$$Na = 200 / 4 = 50 \text{ arbres}$$

- **Nombre des goutteurs par rampe :**

$$Ng = Na * 2 = 100 \text{ goutteurs}$$

- **Débit de la rampe :**

$$Qr = qg * Ng = 4 * 100 = 400 \text{ l/h}$$

• **Débit de la porte rampe :**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r * 2 = 400 * 39 * 2 = 31\ 200\ l/h$$

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

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

$$\varnothing_{pr(cal)} = \sqrt[3]{\frac{P_{dc}(r) * L(r) * 10^6}{Q(r)^2}} \dots\dots\dots (VI.8)$$

$$\varnothing_{r(cal)} = \sqrt[3]{\frac{P_{dc}(r) * L(r) * 10^6}{Q(r)^2}} \dots\dots\dots (VI.9)$$

Avec :

- P_{dc}(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
- Ø_{r(cal)} : le diamètre de rampes
- Ø_{pr(cal)} : le diamètre de porte rampe

VI.5. 2.1. Conditions hydrauliques :

- Variation maximale de débits entre goutteurs Δq / q = 10%

- Variation maximale de la pression q = K × H^x

- $\frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n} \dots\dots\dots (VI.10)$

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

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

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

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

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

- $h \text{ (linéaire)} = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mce}$
- La répartition de la perte de charge est:
- 1/3 sur le porte rampe $pdc(pr) = 0.6 \text{ mce}$
- 2/3 sur les rampes $pdc(r) = 1.2 \text{ mce}$

Diamètre de la conduite de la rampe

$$\phi_{(r)} = \phi \frac{Q_r \cdot L_r}{Q \cdot L} = 18.46 \text{ mm}$$

$\phi_{(r)} = \phi \frac{Q_r \cdot L_r}{Q \cdot L} \quad \phi_{20} = (\dots) \text{ mm}$

La perte de charge de la rampe

$$J = \left(\frac{8}{2.75} \cdot 10^{-4} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \right) \cdot L \dots \dots \dots \text{(VI.11)}$$

Telle que :

- J : Perte de charge totale (m)
- D : Diamètre de la rampe (m)
- Q : Débit de la rampe (m³/s)
- L : Longueur de la rampe. (m)

$J = 0,81 \text{ m}$

Diamètre de la conduite de la porte rampe

$$\phi_{(pr)} = \phi \frac{Q_{pr} \cdot L_{pr}}{Q \cdot L} = 100.04 \text{ mm}$$

$\phi_{(pr)} = \phi \frac{Q_{pr} \cdot L_{pr}}{Q \cdot L}$

$\phi_{110} = (\dots) \text{ mm}$

mm

la perte de charge de le porte rampe :

$$J = \left(\frac{8}{2.75} \cdot 10^{-4} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \right) \cdot L$$

Telle que :

○ Diamètre de la rampe (m) ○ Q :
Débit de la rampe (m³/s)

J

:

P
e
r
t
e

d
e

c
h
a
r
g
e

t
o
t
a
l
e

(
m
)

○

D

:

L : Longueur de la rampe. (m)

Donc $J = 0,39 \text{ m}$

Les tableaux VI.1 et VI.2 résument les caractéristiques des conduites de la rampe et porte rampe

Tableau VI.1 Caractéristique de la conduite de la rampe

culture	Surface ha	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	h cal (m)
Olivier	3.125	200	100	400	1.2	18.46	20	0.81

Tableau VI.2 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe

culture	Surface ha	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	h cal (m)
Olivier	3.125	156.25	78	31200	0.6	100.04	110	0.39

VI.5. 2.2.Calcul de diamètre de la conduite secondaire Cs :

A / Le débit

Le débit à l'intérieur de la conduite secondaire est exprimée par la relation suivante :

$$Q_{cs1} = Q_{pr} \times N_{pr} \dots \dots \dots (VI.12)$$

Avec :

- Q_{cs1} : Débit de la conduite d'approche.
- Q_{pr} : Débit de la porte rampe.
- N_{pr} Nombre des portes-rampes.

$$Q_{cs1} = 31200 \times 2 = 62400 \text{ l/h}$$

B / Le diamètre

Le diamètre de la conduite secondaire est exprimé par la formule suivante :

$$D_{cs1} (\text{cal}) = \sqrt{\frac{4 \times Q_{cs1}}{\pi \times v}} \dots \dots \dots (VI.13)$$

D'où :

- D : diamètre de la conduite d'approche.
- V : vitesse de l'eau dans la conduite d'approche on suppose $V = 1.25$ m/s.

$$D_{cs1} \text{ (cal)} = 133 \text{ mm}$$

$$D_{cs1} \text{ (norml)} = 160 \text{ mm}$$

C / La perte de charge

$$J = \left(\frac{8}{2.75} \cdot 10^{-4} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \right) \cdot L$$

Avec :

- J : la perte de charge.
- D : diamètre de la conduite d'approche.
- Q : débit d'eau dans la conduite d'approche.
- L : la longueur de la conduite d'approche.

$$h = 0.60 \text{ m}$$

VI.6. Calcul des dimensions du bassin :

Le volume du bassin est calculé par la relation suivante :

$$V_b = Q \cdot N_{pr} \cdot T \dots \dots \dots \text{(VI.14)}$$

- Q: debit d'une porte rampe.
- N_{pr} : nbre de porte rampe $N_{pr}=8$.
- T :durée d'arrosage $T = 4$ h

Donc : $V_b = 31200 \cdot 8 \cdot 4 = 499200 \text{ L}$

$$V_b = 998.4 \text{ m}^3$$

Donc les dimensions du bassin (m) : $(17 \cdot 17 \cdot 3,5)$

VI.7. calcul hydraulique de la conduite principale :

On va irriguer deux parcelles d'une surface totale de 50 ha au même temps par un bassin de 998.4 m³ qui est alimenté à partir d'un forage du débit de 35 l/s pendant 10h

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

- le débit Q.
- La perte de charge.
- La vitesse V.

- Le diamètre D.

VI.7. 1.Calcul du diamètre de conduite principale :

Le débit de chaque poste des deux parcelles est de 15 600 l/h donc le débit dans les deux parcelles est de 249 600 l/h

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale)
.d'environ 1.25 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi.V}} \dots\dots\dots(VI.15)$$

$$D \text{ (cal)}= 266\text{mm}$$

$$D \text{ (normal)} = 315 \text{ mm}$$

VI.7. 2.Vérification de la vitesse :

La vitesse se calcul à partir de la formule de continuité d'où :

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

Avec

S : surface de la conduite en m².

Q : le débit dans la conduite en m³/s.

A, N

$$V = \frac{249.6 \times 4}{3.14 \times 0.315^2 \times 3600} = 0.89\text{m/s} \in (0.8-1.2) \text{ .acceptable.}$$

VI.7. 3 la vérification par logiciel EPANET

La vérification des pressions et des vitesses au niveau des nœuds s'est faite à l'aide du logiciel EPANET, les résultats sont affichés dans les tableaux VI.3 et VI.4.

- **vérification des pressions au niveau des nœuds :**

ID Noeud	Altitude m	Demande Base M3H	Charge m	Pression m
Noeud 1	98	249,6	110,61	12,61
Noeud 2	96,2	249,6	110,21	14,01
Noeud 3	94,3	249,6	110,02	15,72
Noeud 4	93	249,6	109,97	16,97
Réservoir 5	109	Sans Valeur	111,00	2,00

Tableau VI.3 les résultats de vérification des pressions

D'après les résultats Les pressions sont acceptables.

- **vérification des vitesses :**

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3H	Vitesse m/s
Tuyau 1	312,5	315	249,60	0,67
Tuyau 2	312,5	315	249,60	0,58
Tuyau 3	312,5	315	249,60	0,52
Tuyau 4	176,5	315	249,60	0,89

Tableau VI.4 les résultats de vérification des vitesses

D'après les résultats Les vitesses sont acceptables.

La figure VI .2 montre le schéma de la conduite principale.

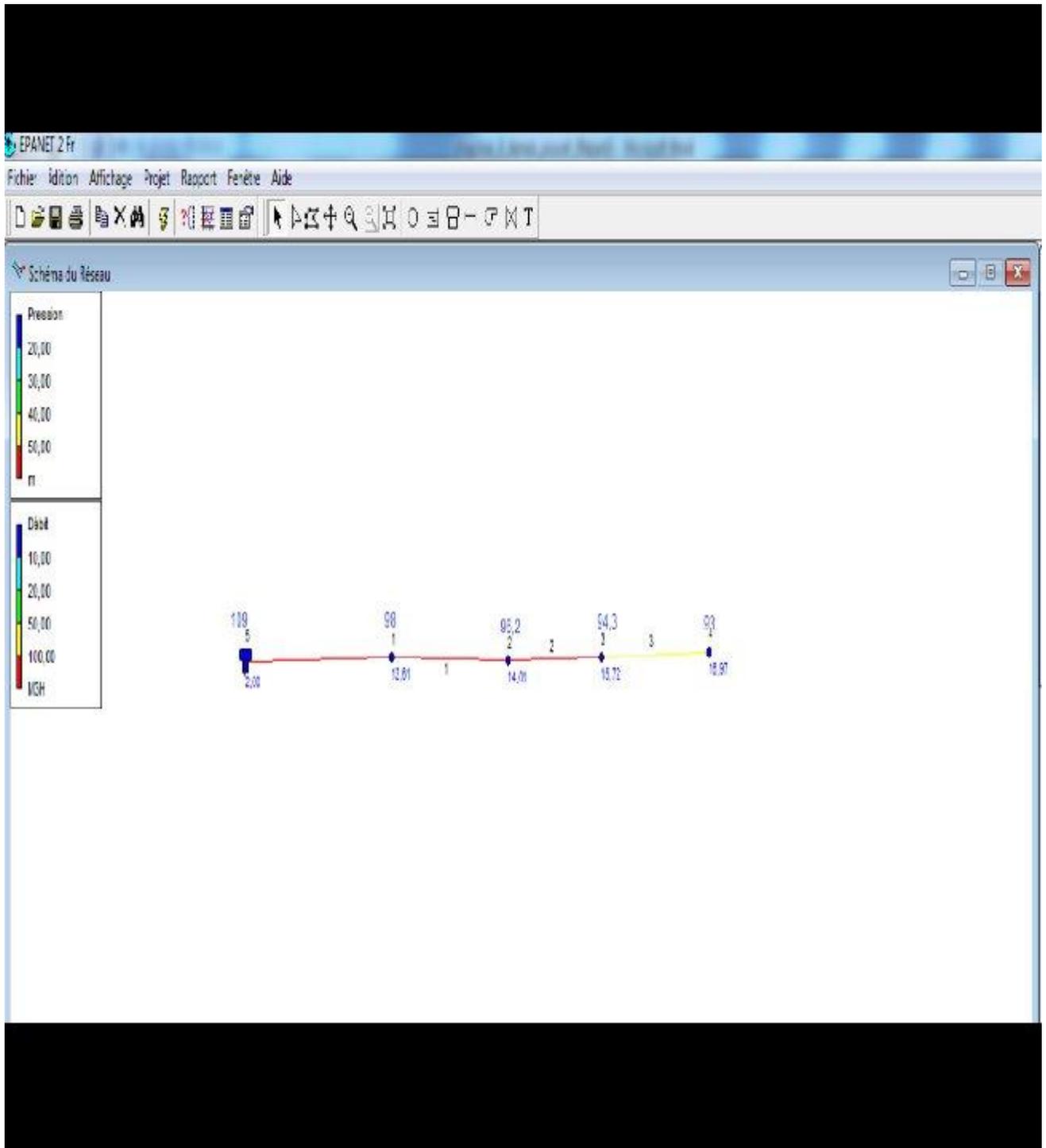


Figure VI.3 Schéma de la conduite principale

VI.8. Choix de la pompe

Le choix de la pompe est déterminé par deux paramètres essentiels

- la hauteur manométrique totale HMT exprimée en m ;
- le débit de la pompe Q pompe.

$$HMT = ht + Hg \dots \dots \dots (VI.15)$$

Avec :

ht: perte de charge totale en m.

Hg : hauteur de dénivellation en m.

$$ht = hs + hl$$

$$hs = 10\% hl.$$

$$ht = 1.1hl$$

$$hl = \frac{0.001052 * L * Q^2}{D^{4.772}}$$

Avec :

L : longueur de la conduite du forage.

D : diamètre de la conduite $D = \sqrt[4]{Q}$.

Q : le débit dans la conduite.

Tableau VII .3 : Résultats de calcul

N° forage	D(m)	L(m)	Q(m3/s)	hl(m)	hs(m)	ht(m)	Hg(m)	HMT(m)
F1	0.20	212	0.035	0.59	0.052	0.65	170.33	170.98

Donc on utilise la pompe immergée des caractéristiques suivant : utilisant logiciel Caprari

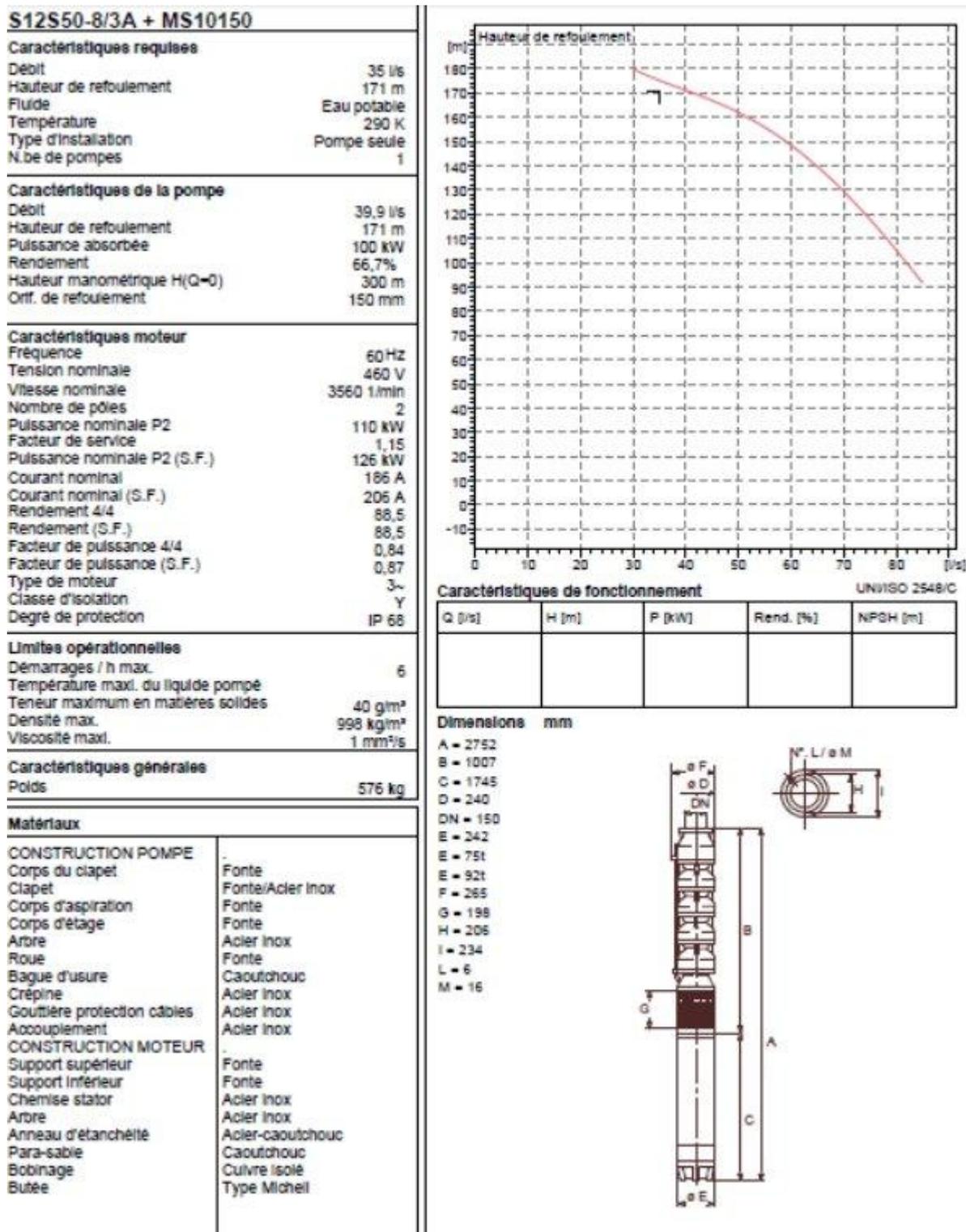


Figure VI.3 : caractéristiques de la pompe utilisée

Conclusion

La présente partie du travail a été consacrée au dimensionnement à la parcelle, du système étudié qu'est le goutte à goutte. Pour se faire, il a fallu prendre en considération des facteurs agronomiques et hydrauliques .

Le mode d'irrigation goutte à goutte est un système économiseur d'eau, vu son efficacité (90%), mais son installation dans les périmètres du sud algérien nécessite un entretien périodique et régulier, les goutteurs s'entartent rapidement vu la qualité de l'eau chargée et entartrant. De même pour le bassin de stockage qui demande un nettoyage fréquent pour éviter les dépôts du tartre.

Enfin, on doit noter que le pilotage d'irrigation est nécessaire pour une bonne gestion du réseau d'irrigation et une utilisation rationnelle de l'eau.

Introduction :

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

VII.1. Devis de réseau d'irrigation localisée.

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau VII -1 : Factures pro forma des pièces du réseau d'irrigation localisée

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix (DA)	Montant (DA)
Tube Ø315 PEHD	m/l	1378.75m	3 048,10	4 202 567.87
Tube Ø160 PEHD	m/l	1600m	812.53	1 300 048.00
Tube Ø110 PEBD	m/l	2500	852.70	2 131 750.00
Tube Ø20PEBD	m/l	249600	26.89	6 711 744
Filtre	un	4	14508	58 032.00
Vanne Ø160	un	8	15000	120 000.00
Vanne Ø110	un	16	12000	192 000.00
Goutteur réglable	un	124800	6,13	765 024.00
Bassins d'irrigation	DA/m ³	1020m ³	350	357 000.00
Pompe S12S50-8/3A	un	2	296 456,30	592 912.60
Fertilité	un	1	23731,2	23 731,2

totale	16 454 809.67 DA
--------	------------------

VII .2. Dépenses des travaux

* Le prix de terrassement est égal à :

- Pour le déblai : $F_{deb} = V_{deb} * K_{deb}$

K_{deb} : prix de 1 m³ de déblai = 300 DA.

V_{deb} : volume total de déblai.

- Pour le remblai : $F_{rem} = V_{rem} * K_{rem}$

K_{rem} : prix de 1 m³ de remblai = 100 DA.

V_{rem} : volume total de remblai.

- Calcul du volume de déblai et remblai

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

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

D : diamètre de la conduite (m)

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

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

Déblai = L.H.B

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right).L$$

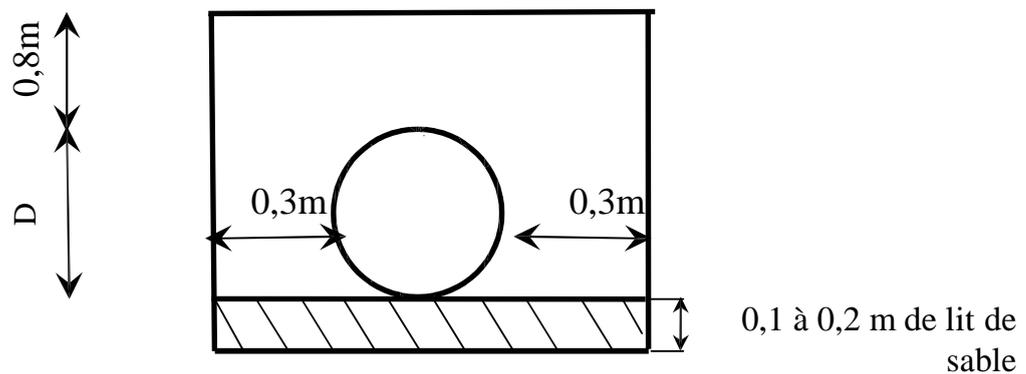


Tableau VII.2 : Calcul de terrassement

Paramètres	\varnothing (mm)	B (m)	H (m)	L (m)	Déblai (m^3)	Remblai (m^3)
Conduite Principale	315	0.915	1.115	1378.75	1406.63	1299.33

VII.3. Calcul les prix de déblai et remblai :

Donc pour :

- Déblai :
 - $F_{deb} = 1406.64 \times 300 = 421\,992$ DA
- Remblai :
 - $F_{rem} = 1299.33 \times 100 = 129\,933$ DA
- Les autres frais 10 000 DA
- le total de terrassement est de 561 925 DA

VII.4. Totale de projet :

➔ Le totale de projet est de : **17 016 734.67 DA**

Remarque

On a pris les prix des conduites en se basant sur les prix actuellement pratiqués au marché (STM Chiali .Voir annexe (6))

Conclusion

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

Introduction

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

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

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

VIII.1 Les différents travaux sur le chantier :

VIII.1.1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

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

VIII.1.2 Nivellement de la plate-forme de pose :

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

VIII.1.3 Excavation des tranchées

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

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

- Protéger la canalisation contre le gel.

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

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

* La profondeur de la tranchée (H) ;

* La largeur de la tranchée (B) ;

Les sections des tranchées sont de forme trapézoïdale dont l'aire est :

$$S = i * \varphi$$

VIII.1.3.1 La profondeur (H)

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

$$H = D + h + h_q$$

H : profondeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

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

h₁ : épaisseur du lit de pose h₁ = 0,1 m ;

VIII.1.3-2- Largeur de la tranchée

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

VIII.2 Choix des engins de terrassement

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

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

VIII.2.1 Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation

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

VIII.2.2 Pelle équipée en rétro

Les aptitudes de la pelle en rétro sont :

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



FigureVIII. 1: Pelle équipée en rétro

VIII.2.3 Pelle équipée en butée

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

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

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

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

Tableau VIII. 1: Capacité du godet en fonction du volume de terrassement

Volume du terrassement par une pelle (m ³)	≤10000	≥10000	>20000	>100000
Capacité du godet (m ³)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

VIII.2.4 Calcul du rendement d'exploitation de la pelle

Il est déterminé comme suit :

$$R = K_u \cdot K_r \cdot n \cdot G \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

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

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

On prend T=20secondes, alors :

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

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

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

K_f : coefficient de foisonnement $K_f = 1,2$

Pour le godet de capacité $G = 0,25\text{m}^3$, on a le rendement :

$$0,75 \cdot 0,65 \cdot 180 \cdot 0,25 = R = 18,28(\text{m}^3/\text{h})$$

VIII.2.5 Calcul du temps d'excavation

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

$$T_{\text{exc}} = \frac{V_r}{R}$$

Avec :

- T_{exc} : temps d'excavation (h) ;
- V_r : volume de remblai (m^3) ;
- R : rendement de l'excavateur (m^3/h) ;

VIII.2.6 Pose de la canalisation

La Pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

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

VIII.2.7 Lit de pose

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

VIII.2.8 Introduction de la canalisation

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

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

VIII.2.9 Epreuve de joint et de canalisation

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

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

VIII.2.10 Remblaiement des tranchées

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

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

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

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

VIII.2.11 Choix du bulldozer

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

Tableau VIII.2 : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet

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

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

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

VIII.3. Exploitation du système d'irrigation

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

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

- Objectif de l'exploitation

L'exploitation du système d'irrigation doit :

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

VIII.4 Planification de travaux du réseau

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

A : le piquetage (15jours) ;

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

C : construction de bassin 20 jours

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

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

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

G : Epreuve de joint et de canalisation 15jours ;

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

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

J : travaux de finition 8jours ;

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

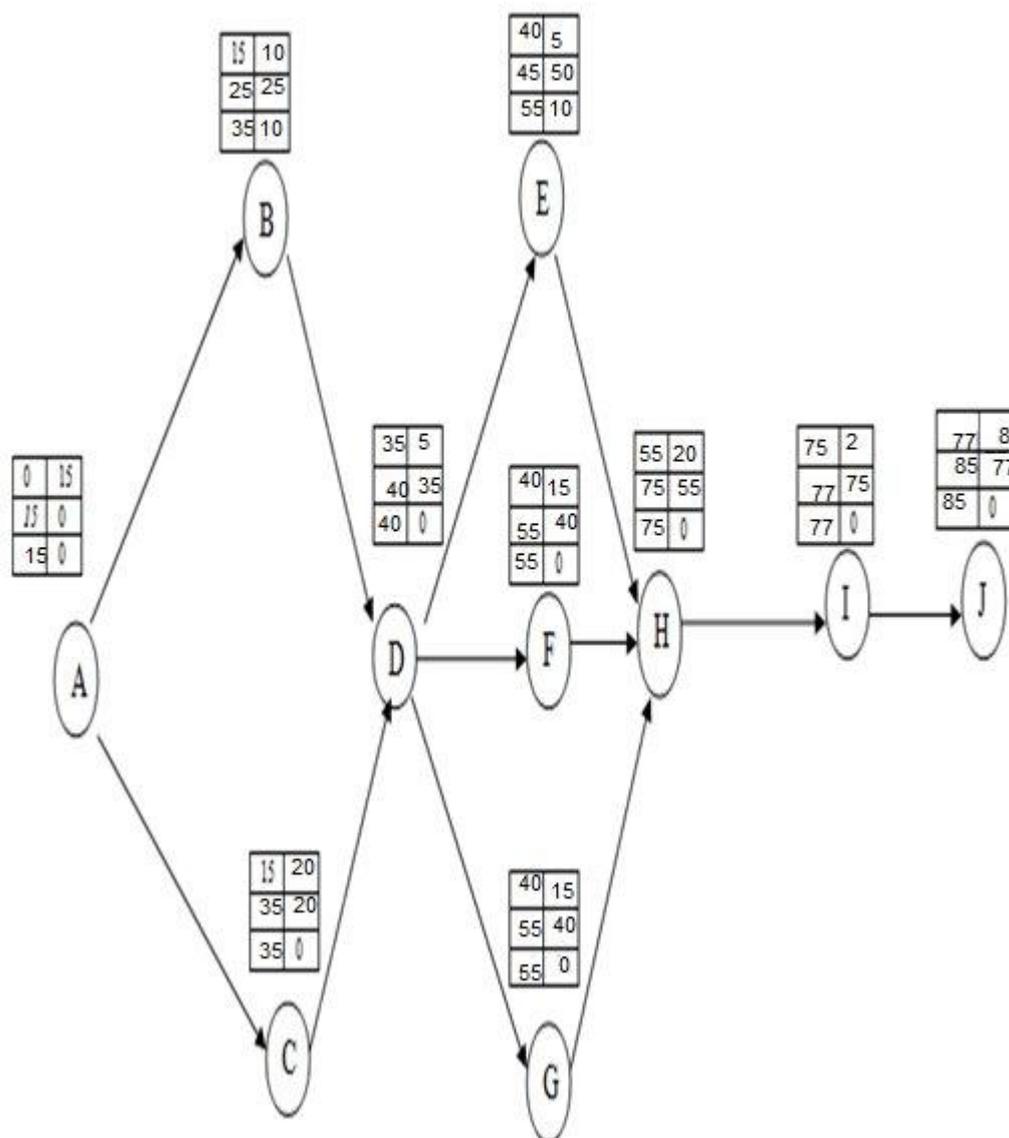


Figure VIII.2 Réseau à nœud

- A partir de la figure on a trouvé que la dure totale des travaux est de 85jours.
- Le chemine critique : A-C-D-F-H-I-J.

Conclusion

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

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

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

CONCLUSION GENERALE

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

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

A la lumière des données collectées, et à l'aide des différents acteurs on a collecté les données de la zone d'étude, la détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de **Penman et Motheit 1990**.

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

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

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

À la fin de ce travail on a arrivé à :

- Irriguer 4 cultures : Olivier, Amandier, Pêcher et Figuier .
- Projeter une conduite principale gravitaire de diamètre **DN315** sur une longueur de **1378.75 m** transportant un débit de **0.07m³/s**.
- Dimensionner un bassin d'irrigation de volume **1011.5 m³**.
- Estimer le cout total de projet : **17 016 734.67 DA**

CONCLUSION GENERALE

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

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

A la lumière des données collectées, et à l'aide des différents acteurs on a collecté les données de la zone d'étude, la détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de **Penman et Motheit 1990**.

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

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

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

À la fin de ce travail on a arrivé à :

- Irriguer 4 cultures : Olivier, Amandier, Pêcher et Figuier .
- Projeter une conduite principale gravitaire de diamètre **DN315** sur une longueur de **1378.75 m** transportant un débit de **0.07m³/s**.
- Dimensionner un bassin d'irrigation de volume **1011.5 m³**.
- Estimer le cout total de projet : **17 016 734.67 DA**

Références bibliographiques

René Clément et Alain Galand : 1979, L'irrigation par aspersion et réseaux collectif de distribution sous pression, édition, Eyrolles, Paris.

L.Rieul: 1992, Guide pratique d'irrigation, édition, CEMAGRF Paris.

Charles Ollier et Maurice Poirée : 1981, Irrigation les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages, édition Eyrolles Paris.

Dubost d. 1992- aridité, agriculture et développement : le cas des oasis algériennes in sècheresse no 2. Vol. 3.

FAO 1975. Food alimentation organisation les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24.

Hillel, D. 1988. L'eau et le sol : Principes et processus physiques. Ed Academia, 288 pages.

Perrier A (1975) Étude physique de l'évapotranspiration dans les conditions naturelles. III. Evapotranspiration réelle et potentielle des couverts végétaux. In Annales agronomiques.

Ollier ch.et Poirée m. (1983). Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. paris.455p.

Tiercelin. 2006. Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.

ANNEXES

ANNEXE 1

la série pluviométrique 1980-2014

Année	Sen	Oct	Nov	Dec	Jan	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Total
1980-1981	0,0	0,0	10,6	5,0	0,0	0,2	4,9	0,0	0,0	1,2	2,1	1	25,0
1981-1982	0,0	0,0	2,5	11,1	5,7	0,0	6,8	6,5	0,0	0,0	0,0	0	32,6
1982-1983	0,0	0,0	7,6	4,8	0,0	6,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	20,0
1983-1984	0,0	0,4	10,3	2,0	3,8	0,0	9,5	2,2	0,0	0,0	0,6	0	28,8
1984-1985	5,2	17,9	5,3	1,5	0,7	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	35,5
1985-1986	8,7	9,5	3,7	3,5	6,4	5,4	9,6	2,8	0,6	0,2	0,0	0	50,4
1986-1987	5,7	0,0	0,0	0,7	0,0	2,0	0,0	8,0	0,2	0,0	0,0	0	16,6
1987-1988	17,5	10,1	0,0	8,8	0,0	0,8	2,9	1,8	0,0	2,8	0,0	0	44,7
1988-1989	5,4	6,3	2,7	5,3	10,8	1,7	0,0	2,7	0,0	1,5	0,0	0	36,4
1989-1990	1,0	1,3	21,0	6,4	0,0	0,0	3,2	0,0	18,2	0,0	0,0	0,5	51,6
1990-1991	0,0	0,0	10,6	5,0	0,0	0,2	4,9	0,0	0,0	1,0	3,0	0	24,7
1991-1992	0,0	0,0	2,5	25,1	7,7	0,0	7,8	7,0	0,0	0,0	0,0	0	50,1
1992-1993	0,0	0,0	13,6	22,4	0,0	6,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	43,6
1993-1994	0,0	0,4	13,3	2,0	3,8	0,0	9,5	2,2	0,0	0,0	0,6	0	31,8
1994-1995	21,6	14,9	7,3	2,5	0,9	0,0	17,4	0,0	1,0	0,0	0,7	0,6	66,9
1995-1996	13,7	16,5	3,7	4,5	27,5	5,4	9,6	2,8	0,6	0,2	0,0	0	84,5
1996-1997	5,7	0,0	0,0	0,7	0,0	2,0	0,0	8,0	0,2	0,0	0,0	0	16,6
1997-1998	17,5	10,1	0,0	10,8	0,0	0,8	2,9	1,8	0,0	2,8	0,0	0	46,7
1998-1999	6,4	6,3	2,1	1,6	19,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	36,6
1999-2000	1,0	1,3	21,0	6,4	0,0	0,0	3,2	0,0	18,2	0,0	0,0	0	51,1
2000-2001	5,2	30,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0	36,2
2001-2002	3,5	1,4	1,6	4,5	0,1	0,9	0,0	1,8	0,0	0,0	0,7	1,5	16,0
2002-2003	0,1	6,4	2,5	0,0	12,5	5,5	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	37,3
2003-2004	3,9	3,8	1,0	0,6	13,6	0,0	0,6	5,4	0,0	1,2	0,0	8,2	38,3
2004-2005	0,0	15,7	36,5	10,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	63,3
2005-2006	9,2	3,2	16,5	1,9	9,9	0,5	0,8	4,7	0,0	0,0	0,0	2,5	49,2
2006-2007	5,4	10,6	0,0	1,9	0,1	0,5	0,1	3,7	1,2	0,0	0,0	1,6	25,1
2007-2008	0,0	0,8	0,0	3,6	7,6	2,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0	14,5
2008-2009	14,4	26,8	0,0	0,0	52,1	1,1	12,0	0,8	0,0	1,5	0,0	0	108,7
2009-2010	5,3	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,2	0,0	0,5	0,0	5,0	0,2	17,9
2010-2011	6,4	8,8	0,0	3,0	6,4	1,1	3,7	1,8	0,0	0,5	1,0	0,2	32,9
2011-2012	5,3	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,2	0,0	1,3	0,0	8,0	1,2	21,7
2012-2013	4,3	7,1	0,0	1,7	5,6	0,7	2,3	0,0	1,3	1,0	7,5	1,7	33,2
2013-2014	10,7	12,0	3,4	1,7	13,1	0,9	3,8	1,2	0,0	0,0	0,6	0,7	48,1
Total	183. 1	222. 3	199,3	155,9	220,5	46	130,5	65,5	43,3	13.	30,5	21,9	1336,6

ANNEXE 2

Coefficient culturel Kc de chaque culture

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR
LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS (Hemisphere Nord)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.88	0.70	0.71	0.72	0.72	0.78	0.88	0.57	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec coudriers	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.85	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.70	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.80	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.86	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20

ANNEXE 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPP	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

ANNEXE 4

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

GUIDE D'ESTIMATION DE P

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

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

ANNEXE 5

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses culture

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

TUBE PEHD PN06

Référence	Désignation	Diamètre en MM	Epaisseur en MM	Qualité Produit	Pression Service	Prix TTC le M/L
11 002 0201	Tube PEHD	20	2.0	PE80	6 Bars	40,58
11 002 0251	Tube PEHD	25	2.0	PE80	6 Bars	51,77
11 002 0321	Tube PEHD	32	2.0	PE80	6 Bars	67,52
11 002 0401	Tube PEHD	40	2.0	PE80	6 Bars	87,46
11 002 0501	Tube PEHD	50	2.4	PE80	6 Bars	129,44
11 002 0631	Tube PEHD	63	3.0	PE80	6 Bars	202,90
11 002 0751	Tube PEHD	75	3.6	PE80	6 Bars	286,86
11 006 0901	Tube PEHD	90	3.5	PE100	6 Bars	331,27
11 006 1101	Tube PEHD	110	4.2	PE100	6 Bars	478,81
11 006 1251	Tube PEHD	125	4.8	PE100	6 Bars	622,39
11 006 1601	Tube PEHD	160	6.2	PE100	6 Bars	812,53
11 006 2001	Tube PEHD	200	7.7	PE100	6 Bars	1 586,10
11 006 2501	Tube PEHD	250	9.6	PE100	6 Bars	2 476,19
11 006 3151	Tube PEHD	315	12.1	PE100	6 Bars	3 048,10
11 006 4001	Tube PEHD	400	15.3	PE100	6 Bars	6 290,86
11 006 5001	Tube PEHD	500	19.1	PE100	6 Bars	9 358,71

11 006 6301	Tube PEHD	630	33.10	PE100	6 Bars	14 852,57
--------------------	-----------	-----	-------	-------	--------	------------------

TUBE PEBD

Référence	Désignation	Diamètre en MM	Epaisseur en MM	Prix HT le M/L	Prix TTC le M/L
12 001 0161	Tube PEBD PN 2.5	16	1,20	17,12	20,03
12 001 0201	Tube PEBD PN 2.5	20	1,30	22,98	26,89
12 002 0161	Tube PEBD PN 04	16	1,40	19,07	22,31
12 002 0201	Tube PEBD PN 04	20	1,50	25,79	30,17
12 002 0251	Tube PEBD PN 04	25	1,90	39,80	46,57
12 002 0321	Tube PEBD PN 04	32	2,40	64,48	75,44
12 002 0401	Tube PEBD PN 04	40	3,00	100,91	118,06
12 002 0501	Tube PEBD PN 04	50	3,70	154,19	180,40
12 002 0631	Tube PEBD PN 04	63	4,70	243,88	285,34
12 002 0751	Tube PEBD PN 04	75	5,60	344,78	403,39
12 002 0901	Tube PEBD PN 04	90	6,90	496,16	580,51
12 002 1101	Tube PEBD PN 04	110	8,10	728,80	852,70

Désignation	Px Unitaire HT	Px Unitaire TTC
Goutteur Réglable de 0 à 40 L / H	5,24	6,13
Goutteur Réglable de 0 à 80 L / H	5,58	6,53

