

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**ETUDE D'UN PERIMETRE IRRIGUE A PARTIR
D'UNE RETENUE COLLINAIRE D'OUED KHERBA
COMMUNE REBAIA W.MEDEA**

Présenté par :

M^r MERABET YOUNES

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

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

Juillet -2012

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail a :

Mes très chers parents

Mon frère et mes sœurs

Ma promotrice M^{me} : AZIEZ.O

Tous mes amis

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

YOUNES

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

J'adresse mes remerciements à :

Tous les enseignants de l'E.N.S.H

Ma promotrice M^{me}: AZIEZ.O

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail, je les remercie vivement.

YOUNES

ملخص

إنّ الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن إطار دراسة و متابعة استغلال المساحات المسقية لمنطقة الربعية، ولاية المدية والذي يسعى إلى تحقيق مردودا معتبرا من ناحية الاستثمار، وهذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها، نذكر على سبيل المثال: السقي بالتقطير الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي. و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة من مآسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه. تهدف الدراسة إلى تحديد المساحات الزراعية لمنطقة الربعية ولاية المدية وتزويدها بالمياه وهذا ينطوي على تقدير الاحتياجات المائية لمختلف المحاصيل الزراعية وتصميم مختلف هياكل التوزيع. وتهدف الدراسة أيضا إلى تصميم شبكات توزيع المياه داخل المحيط الزراعي لهذه المنطقة، مع العلم أن المورد الوحيد المتاح هو السد الصغير لمنطقة الربعية.

RÉSUMÉ

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

Notre objectif consiste à réaliser un réseau de distribution dans le périmètre agricole de cette zone, sachant que la seule source disponible et le petit barrage de Rebaia.

ABSTRACT

The aim of our dissertation is included in the actual policy of the irrigated areas management in a way that achieves a high investment feed back in Rebaia w.Media showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources on the other part. However, this aim would can be achieved only by adoption of modern irrigation systems which proved their reliability the localized irrigation witch is the most developed system thanks to evolution of science and technology. These systems present many advantages like the importance saving water.

SOMMAIRE

	PAGE
INTRODUCTION	01
Chapitre I : Etude du milieu physique	
I.1.Situation géographique	02
I.2.Relie	02
I.3.Hydrographie	03
I.4.Climat	03
I.4-1.Caractéristiques des stations météorologiques.....	03
I.4-2.Pluviométrie.....	04
I.4-3.Température.....	04
I.4-4.Humidité relative.....	05
I.4-5.Nébulosité.....	05
I.4-6.Les vents.....	05
I.4-7.Les phénomènes climatiques accidentels.....	07
I.4-7.1.Les orages.....	07
I.4-7.2.La neige	08
I.4-7.3.La grêle	08
I.4-7.4.La gelée blanche.....	08
I.4-7.5.Le sirocco.....	09
I.4-7.6.Le brouillard	09
I.4-8.Organigramme de Gaussen	09
I.4-9.Quotient pluviométrique de Steward (zone d'étude)	10
I.5.Classification du climat	10
Conclusion	11
Chapitre II : Ressources en sols et en eau	
1) Ressources en sols	12
Introduction.....	12
II.1-1.Les sols.....	12
II.1-1-1.Les sols peu évolués d'origine non climatique d'érosion	12
II.1-1-2.1.Vertique	12
II.1-1-2.2.Les sols Modaux	13
II.1-1-3.Les sols peu évolués d'origine non climatique d'apport colluvial.....	13
II.1-2.Aptitudes culturales.....	13
II.1-2-1.Les cultures céréalières et fourragères	14
II.1-2-2.Les cultures maraichères.....	14
II.1-2-3.Les cultures arboricoles.....	14

II.1-3-1.Choix des cultures.....	14
II.1-3-2.Carte d'aptitude culturale	15
2) Ressources en eau	16
II.1-4. Situation géographique.....	16
II.1-5. Destination des eaux de la retenue.....	16
II.1-6. Condition hydrologiques	16
II.1-7. Qualité des eaux d'irrigation.....	17
II.1-7-1. Risque d'obstruction	17
II.1-7-2. Risque de salinisation	18
II.1-7-3. Conductivité électrique de l'eau	18
II.1-7-4. Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium).....	18
II.1-7-5.Calcul de la dose de lessivage.....	19
3) Hydrologie	21
II.2-1. But de l'étude	21
II.2-2. Présentation de la station.....	21
II.2-3-Hydrologie.....	21
II.2-4. L'homogénéité de la série pluviométrique.....	23
II.2-5. Etude de l'échantillon et le choix du type de loi.....	25
II.2-5-1. Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal.....	25
II.2-5-1.1 Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss.....	28
II.2-5-2. Loi du log normal ou loi de Galton	29
II.2-5-2.1. Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton.....	32
II.2-6. Calcule des précipitations moyennes mensuelles	33
Conclusion	34

Chapitre III : Besoins en eau

Introduction	35
III.1. Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées.....	35
III.2-1.Calcul de l'évapotranspiration.....	35
III.2-2. Données culturales.....	38
III.2-3 Estimation de la réserve en eau utile	38
III.3.Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau des parcelles	39
III.4.Efficience de l'irrigation.....	39
III.5. Les besoins en eau des assolements.....	43
III.6. Les besoins en eaux de lessivage	43


III. 6.Comparaison entre les besoin du périmètre et la capacité de la retenu	43
III. 7.Calcul de débit spécifique.....	43
Conclusion.....	44

Chapitre IV : Projection et dimensionnement de réseau d'irrigation

Introduction	45
IV.1.Modalité de distribution	45
IV.1-1.L'irrigation à la demande	45
IV.1-2.L'irrigation au tour d'eau.....	45
IV.1-2.1.Tour d'arrosage à la borne.....	45
IV.1-2.2.Tour d'arrosage à l'antenne	45
IV.2. Adduction.....	46
IV.2-1.Choix de tracé	46
IV.3.La méthodologie de dimensionnement	46
IV.4. Calcul des débits des tronçons.....	47
IV.4-1.La méthode.....	47
IV.4-2.Découpage des îlots	47
a) Taille des îlots d'irrigation.....	48
b) Débit fictif continu.....	48
c) Débit d'équipement	48
d) Taille de l'îlot.....	48
e) Découpage des îlots.....	49
f) L'emplacement des bornes d'irrigation dans les' îlots	49
IV.5.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution.....	50
IV.5-1.Calcul Des Diamètres.....	50
IV.5-2.La vitesse admissible	50
IV.5-3.Calcul des pertes de charges.....	51
a) Pertes de charge linéaires.....	51
b) Pertes de charge singulières	51
c) Pertes de charge totales (ΔH_t).....	51
IV.6.Matériaux de construction des canalisations	52
IV.6-1. Choix du matériau des conduites	52
IV.6-1.1.Les matériaux.....	52
a) Conduites en fonte	52
b) Conduites en acier	52

c) Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)	52
d) Avantage des canalisations en PEHD	52
IV.6-2.Diamètre.....	53
IV.6-2.1.La desserte gravitaire.....	53
IV.6-3.Vérification de l'écoulement.....	53
IV.7.Equipements hydromécaniques	58
a) La borne d'irrigation.....	58
b) Venteuses ou soupapes d'échappement	58
c) Vidanges.....	58
d) Vanne de sectionnement.....	58
Conclusion	60

Chapitre V : Choix de technique et projection de système

 Choix de technique d'arrosage	61
Introduction	61
V.1. Techniques d'arrosages	61
V.1-1.Avantages.....	61
I. Agronomiques	61
II. Cultureux	61
III. Economiques	61
V.1-2.Inconvénients	62
V.2.Dispositions générale	62
V.3.Schéma type d'un réseau d'irrigation localisée	62
V.4 Quelques systèmes d'irrigation localisée	64
V.4-1.Système de goutte à goutte.....	64
V.4-2.Système Bas-Rhône	64
V.4-3.Système d'irrigation par Mini-Diffuseurs	65
V.4-4.Système d'irrigation par Gorgees	65
V.5.Domaine d'utilisation.....	65
V.5-1.Qualité de l'eau	65
V.5-2.Nature du sol.....	65
IV.5-3. Pente.....	65
V.6.Choix de système d'irrigation localisée.....	65

a) Climat	66
1) Température.....	66
2) Le vent	66
3) Pluviosité.....	66
b) Sol.....	66
c) Topographie.....	66
d) Transport solide des eaux.....	67
1) Eau chargée.....	67
2) Eau non chargée	67
e) Qualité chimique des eaux	67
1) Eau salée.....	67
2) Eau non salée	67
f) Selon les contraintes techniques et socio-économiques.....	67
1) Contraintes techniques	67
2) Contrainte socio-économique.....	67
✚ Projection de système	68
V.7. Calcul les paramètres du réseau d'irrigation (goutte a goutte).....	68
1) Besoins en eau de la parcelle.....	68
2) Calcul du K_r	68
3) Calcul des besoins bruts.....	68
4) Pourcentage du sol humidifié.....	68
5) Fréquence des arrosages.....	69
6) La dose nette	69
7) La durée d'arrosage.....	69
8) Nombre de postes	69
9) Surface de parcelle	69
10) Nombre de gouteurs par position	69
11) Nombre de rampe	70
12) Débit moyen par rampe.....	70
13) Débit de la porte rampe.....	70
14) Calcul hydraulique	70
Conclusion	71

Chapitre VI : Organisation de chantier et estimation de projet

Introduction.....	72
VI.1. Définitions des travaux à entreprendre.....	72
VI.1-1. Travaux concernant l'adduction	72

1) Exécution des tranchées.....	72
2) Pose du lit de sable.....	73
3) Bardage des conduites	73
4) Essais d'étanchéités.....	73
5) Remblayage des tranchées.....	73
6) Nivellement et compactage.....	73
VI.1-2.Travaux concernant l'implantation du réseau d'irrigation	73
VI.2.Calcul des volumes des travaux du projet.....	73
VI.2-1.Calcul des volumes des travaux de l'adduction.....	73
1) Déblais d'excavation.....	73
2) Lit de sable.....	75
3) Remblais compacté.....	75
VI.2-2. Calcul des volumes des travaux du réseau d'irrigation.....	75
1) Déblais d'excavation.....	75
2) Lit de sable.....	75
3) Remblais compacté.....	75
VI.3. Calcul des coûts des travaux	76
VI.3-1.Calcul des coûts des travaux de réseau	77
VI.3-2.Calcul des coûts des travaux de système goute à goute	77
a) Les tubes.....	77
b) Les bouchons	77
c) Les prises de jonction.....	77
d) Les gouteurs	77
e) Les vannes	77
f) Les raccords d'adaptation	77
g) Les filtres à tamis	77
VI.4.Engins utilisés	78
VI.4.1-Pelle hydraulique équipée en retro	78
VI.4-2.La niveleuse.....	78
Conclusion	79
CONCLUSION.....	80

LISTE DES TABLEAUX

	PAGES
Tableau I.01 : Localisation des stations météorologiques.....	03
Tableau I.02 : Pluviométrie moyenne de chaque mois (Mongorno 1971-2011).....	04
Tableau I.03 : Température de l'air en °C (station de Berrouaghia)....	04
Tableau I.04 : Humidité de l'air en pourcentage (station de Médéa)....	05
Tableau I.05 : Moyennes mensuelles et annuelles de la nébulosité (Octa).....	05
Tableau I.06 : Fréquences des directions du vent au sol (Moyenne journalière du mois) station de Médéa.....	06
Tableau I.07 : Moyenne mensuelle et annuelle de la force du vent station de Médéa.....	07
Tableau I.08 : Nombre moyen de jours d'orage par mois.....	08
Tableau I.09 : Nombre moyen de jours de neige.....	08
Tableau I.10 : Nombre moyen de jours de grêle.....	08
Tableau I.11 : Nombre moyen de jours de gelée blanche.....	09
Tableau I.12 : Nombre moyen de jours de sirocco.....	09
Tableau I.13 : Nombre moyen de jours de brouillard.....	09
Tableau I.14 : Classification de climat.....	11
Tableau II.01 : Aptitudes culturale.....	15
Tableau II.02 : Les caractéristiques technique de la retenue.....	17
Tableau II.03 : Concentration de l'élément physico-chimique d'eau d'irrigation.....	18
Tableau II. 4 : Les caractéristiques de La station de Mongorno.....	21
Tableau II.5 : Pluies moyennes mensuelles observées à la station Mongorno (011404)	22
Tableau II.6 : Le procédé de test d'homogénéité pour la station de Mongorno.....	24
Tableau II.7 : Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale).....	26
Tableau II.8 : Table du χ^2	28
Tableau II.9 : Ajustement à une loi de Galton.....	30
Tableau II.10 : précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul.....	33
Tableau III.1 : Calcul de l'évapotranspiration.....	37
Tableau III.2 : Calcul des pluies efficace.....	38

Tableau III.3: Représentation de l'assolement choisi.....	41
Tableaux III.4: Tableau récapitulatifs des calculs des réserves facilement utiles.....	41
Tableaux III.5: Tableau récapitulatifs des calculs des besoins nets et brute	42
Tableau IV.1 : Les différentes Parcelles du périmètre	47
Tableau IV.2 : Débits normalisés des prises.....	49
Tableau IV.3 : Calcul hydraulique de premier tronçon.....	54
Tableau IV.4 : Calcul hydraulique de deuxième tronçon.....	54
Tableau IV.5 : Calcul hydraulique de troisième tronçon.....	54
Tableau IV.6 : Calcul des débits et des pressions de la borne.....	55
Tableau IV.7 : Les linéaires des conduites de distribution.....	59
Tableau VI.8 : Les pièces spéciales.....	59
Tableau. V.1 : Caractéristiques des rampes	71
Tableau. V.2 : Caractéristiques des portes rampes.....	71
Tableau VI.1 : Tableau récapitulatif de calcul des opérations précédentes.....	76
Tableau VI.2 : Les prix totaux des conduites en PVC.....	76
Tableau VI.3 : Le coût des travaux de pose des canalisations	77
Tableau VI.4 : Estimations des prix d'un système goutte à goutte pour 1 ha.....	77

LISTE DES FIGURES

	PAGE
Figure I.1 : La zone d'étude.....	02
Figure I.2 : Rose des vents.....	07
Figure I.3 : Climogramme pluviothermique de GAUSSEN	10
Figure II.1 : Vue aérienne de la retenue de Rebaia.....	16
Figure II.2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	19
Figure II.3 : Ajustement à une loi de Gauss.....	26
Figure II.4 : Ajustement à une loi de Galton.....	31
Figure II.5 : Graphique de comparaison.....	32
Figure IV.01 : Résultat de simulation qui interprète l'état de réseau (valeurs des bornes).....	56
Figure IV.02 : Résultat de simulation qui interprète l'état de réseau (valeurs des conduites)	57
Figure V.1 : Schéma explicative de réseau goutte à goutte	63
Figure V.2 : Schéma explicative d'un gouteur.....	64
Figure VI.1 : Coupe en travers d'une pose de canalisation.....	74
Figure VI.2 : Pelle hydraulique	78
Figure VI.3 : La niveleuse.....	79

INTRODUCTION GENERALE

L'irrigation est un élément vital pour l'intensification de l'agriculture bien que 16 % seulement des terres cultivables du monde soient irriguées, ces terres donnent 36 % des récoltes mondiales. Dans les pays en développement, l'irrigation augmente les rendements de la plupart des cultures de 10% à 40%. ET pourtant, certains fermiers les plus pauvres au monde sont encore dans l'incapacité d'arroser leurs terres de façon efficace.

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays ; Les interférences du secteur de l'hydraulique avec les autres secteurs économiques ont fait de lui un élément préalable pour la concrétisation des objectifs prioritaires pour le développement de l'agriculture.

L'Algérie est un des pays où le climat est à dominance semi-aride et aride, elle se trouve dans beaucoup de cas confrontée à une rareté et /ou à une distribution irrégulière des pluies dans l'espace et dans le temps.

Pour mettre en pratique ces idées nous avons, voulu analyser et étudier cet aspect en l'appliquant sur le périmètre ainsi pour voir de près les problèmes du périmètre nous avons réalisé un travail de collecte des données (observation, mesure sur terrain et calcul d'optimisation des réseaux existants).

Les besoin quantitatifs en eau d'irrigation par la production végétale doivent être prévus avec précision L'aménagement hydro agricole du périmètre de REBAIA , (W. Médéa) se base sur les facteurs et paramètres qui conditionnent la mise en valeur en irrigué tels que; les aptitudes culturales des sols , les conditions climatologiques , et les potentialités hydrauliques de la région , ainsi que les mesures d'accompagnement nécessaire à tout projet d'intensification agricole, sans oublier l'étude économique de ce projet. C'est en cernant tous ces aspects que l'on peut apprécier la rentabilité d'un tel projet.

Pour cela, nous avons subdivisé notre travail en (04) parties :

- ✓ Premier partie : collectes des données.
- ✓ Deuxième partie : aménagement hydro-Agricole.
- ✓ Troisième partie : dimensionnement des réseaux.
- ✓ Quatrième partie : organisations et estimation des couts des travaux.

Chapitre I :

Etude du milieu physique

I.1.Situation géographique

Le périmètre d'irrigation de 150 ha de Rebaia se trouve dans l'Atlas Tellien(AT) à environ 40 km au Sud-est du chef lieu de la wilaya de Médéa et à huit (08) km au Sud-ouest du chef lieu de la commune de Rebaia (voir fig.II.1).

La zone d'étude se développe sur les rives droite et gauche de l'oued El Mellah, immédiatement à l'aval du petit barrage de l'oued kharba (khrouf) appelé aussi oued R'horb qui est un affluent.

I.2.Relief

Le périmètre est dominé par une multitude de collines dont on peut citer :

- A l'Est par Draa Djedida (986m), tout proche et plus loin par Draa L'Ahmar (1012m).
- A l'Ouest par Koudiat Berhal (1058m).
- Au Sud, entre le bassin de oued R'horb et de oued El Hammam, par Koudiat Bou Guern (1084m) et au-delà par Kef El Maska qui forme une barrière du Nord-Ouest au Sud-est avec une altitude variant de 1200 m à 1272 m. il représente la limite Sud de grand bassin des Isser

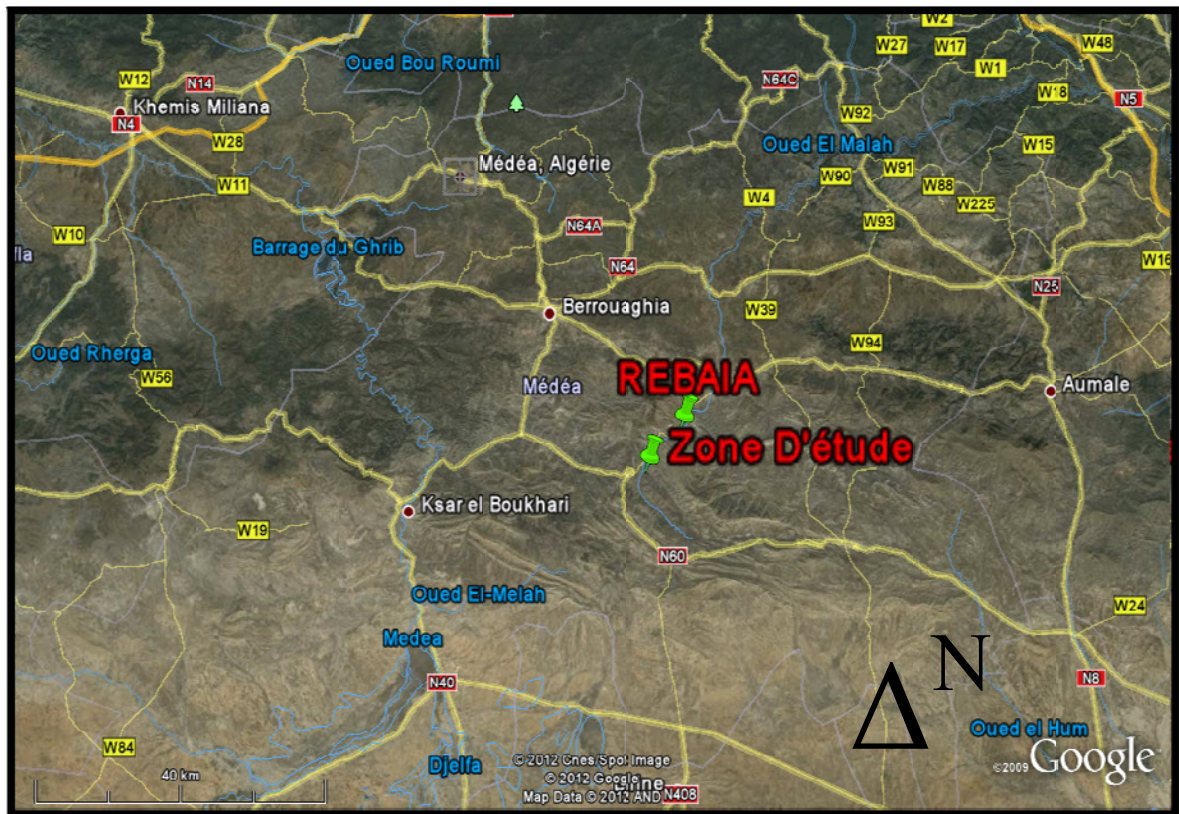


Figure I.1 : La zone d'étude

I.3.Hydrographie

Le périmètre est drainé par oued El Mélah qui se jette dans l'Oued Isser. C'est un confluent d'Oued El Hammam et Oued R'horb et tire son nom d'un affluent dénommé Chaabet El Berhal, situé sur sa rive gauche immédiatement à l'aval Cet affluent qui traverse des formations du Trias est mis en évidence par des remonté de sel, visible sur son lit.

I.4.Climat

I.4-1.Caractéristiques des stations météorologiques

Les facteurs climatiques nécessaires à l'élaboration de la présente étude sont donnés par les stations météorologiques de la région qui se trouve dans l'Atlas Tellien. Ils sont tirés de documents existants

Les facteurs sur lesquels portera l'étude sont :

- La pluviométrie
- Les températures
- L'humidité relative de l'air
- La nébulosité
- Les vents
- L'insolation
- Les phénomènes climatiques accidentels (orages, neige, grêle, gelée blanche, sirocco et brouillard)

L'étude de tous ces facteurs nous permet de définir avec d'autre paramètres (pédologie, topographie, ressources en eau ect..) les cultures à mettre en place, le schéma et le système d'irrigation à préconiser. La zone d'étude est dépourvue de station météorologique. Néanmoins, les stations de l'Atlas Tellien (AT) les plus proches et dont on dispose des données sont celles de : Berrouaghia, Médéa, et Mongorno. Leurs localisation dans l'espace par rapport à la zone d'étude, permet d'avoir une vision des éléments du climat de la région et pouvoir ainsi déterminer les paramètres les plus représentatifs.

Tableau I.01 : Localisation des stations météorologiques

Stations	Région	Longitude Greenwich	Latitude Nord	Altitude (m)	Pluviométrie Annuelle (mm)	bassin
Berrouaghia	AT	2°55'E	36°8'	928	593	Isser
Médéa	AT	2°45'E	36°16'	928 917	800	Cheliff
Mongorno	AT	2°51'E	36°7'	950	582 545,9	Cheliff

AT=Atlas Tellien

(ANRH de Blida)

Sur la base de l'analyse des principaux critères de comparaison à savoir les précipitations, l'altitude et l'éloignement, on retiendra pour l'élaboration de l'étude la station de Mongorno pour les précipitations. Et les températures (facteurs limitant importants), la station de Berouaghia et Medea pour les autres facteurs manquants.

I.4-2.Pluviométrie

Comme la pluviométrie est comprise entre 400 mm et 500 mm dans la zone d'étude, on retiendra une pluviométrie moyenne annuelle de 488,4 mm. C'est cette valeur qui a été utilisée pour l'étude du retenue projeté sur l'oued R'Horb ; la détermination a été réalisé par la méthode du gradient altimétrique. La répartition mensuelle de la pluie pour la zone d'étude sera établie par corrélation avec celle de la station de Mongorno.

Tableau I.02 : pluviométrie moyenne de chaque mois (Mongorno 1971-2011)

Stations	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P_{moy} (mm/mois)	23,8	45,0	64,0	71,0	75,4	49,9	52,7	37,4	40,5	15,4	5,1	9,6	488,4

I.4-3.Température

Les températures de l'aire sont donnée par la station de Berrouaghia dont :

La température moyenne annuelle est de 15,85°C.

La moyenne des maxima du mois le plus chaud (juillet) est de M= 39°C.

La moyenne des minima du mois le plus froid (Décembre) est de m=-4,30°C.

Tableau I.03 : Température de l'air en °C (station de Berrouaghia)

Mois	m	$(M+m)/2$ T_{moy}	M
Septembre	7,40	21,35	35,30
Octobre	3,20	16	28,80
Novembre	-0,30	10,9	22,10
Décembre	-4,30	5,8	15,90
Janvier	-3,90	11,7	15,60
Février	-3,30	14,1	17,40
Mars	-1,90	10,2	22,30
Avril	-0,40	12,75	25,90
Mai	3,20	17,1	31,00
Juin	7,00	21,2	35,40
Juillet	10,10	24,55	39,00
Aout	10,50	24,55	38,60
Année	2,28	15,85	27,28

(ONM de Médéa)

I.4-4.Humidité relative

La moyenne de l'humidité de l'air est indiquée dans le tableau suivant de la station de Médéa. Elle est faible en été, surtout l'après-midi, ou elle est inférieure à 50% pour le mois de juillet et août.

Tableau I.04 : Humidité de l'air en pourcentage (station de Médéa)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
H%	55	64	71	78	78	74	68	62	57	52	43	43	62

(ONM de Médéa)

I.4-5.Nébulosité

La nébulosité, c'est la fraction du ciel couverte par des nuages. Un ciel entièrement couvert est représenté par 10 et un ciel clair par 0.

La moyenne annuelle de la nébulosité de station de Médéa est 4,1 dont :

Tableau I.05 : Moyennes mensuelles et annuelles de la nébulosité (Octa)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Médéa	5,2	5,6	5,9	4,7	4,1	2,9	1,6	2,0	3,4	3,8	4,9	5,1	4,1
Ciel couvert=10	Ciel clair=0			En deuxièmes la fraction couverte par des nuages									

ONM de Médéa

I.4-6.Les vents

Pour faire ressortir les directions des vents dominants, on a utilisé les fréquences des directions des vents au sol de la station de Médéa. Les fréquences moyennes mensuelles des différentes directions sont indiquées sur le **Tableau I.07** et leur répartition saisonnière sur la **Figure I.1**.

Il ressort du **Tableau I.07** et de la **Figure I.1**, les vents dominants sont ceux des directions Nord-Ouest pour la saison froide et Nord pour la saison chaude.

Tableau I.06 : Fréquences des directions du vent au sol (Moyenne journalière du mois) station de Médéa.

Mois	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Janvier	8,67	7	8	10,3	3,33	17,3	16,3	29
Février	9	9	6,33	9,33	5,33	15,7	16,7	28,7
Mars	10,7	7	4,67	9,67	7	20	18,3	22,7
Avril	10,3	7,33	7,67	11,3	5,67	18,7	20	18,3
Mai	13,7	12,3	7	9	5,33	16	17	19,7
Juin	17,3	15	8,67	6	5,33	12	15,7	19,3
Juillet	22,7	14,7	11	7,67	5,67	10,7	13,7	14
Aout	22	16,3	10,3	7,33	6	9,67	12,7	12,3
Septembre	20,3	16,7	10,7	9	6,33	11,7	12	13,3
Octobre	12,3	14,3	9,33	8,67	5,33	17,3	14,7	18
Novembre	9	9	6	9,33	5,33	21,7	19,3	20
Décembre	6	8,33	4,33	11,7	4	25	14,3	26,3
Année	13,5	11,4	7,83	9,11	5,39	16,3	15,9	20,1
MOYENNE SAISONNIERE : HIVER								
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Décembre	6	8,33	4,33	11,7	4	25	14,3	26,3
Janvier	8,67	7	8	10,3	3,33	17,3	16,3	29
Février	9	9	6,33	9,33	5,33	15,7	16,7	28,7
Moyenne	7,89	8,11	6,22	10,4	4,22	19,3	15,8	28
MOYENNE SAISONNIERE : PRINTEMPS								
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Mars	10,7	7	4,67	9,67	7	20	18,3	22,7
Avril	10,3	7,33	7,67	11,3	5,67	18,7	20	18,3
Mai	13,7	12,3	7	9	5,33	16	17	19,7
Moyenne	11,6	8,89	6,44	10	6	18,2	18,4	20,2
MOYENNE SAISONNIERE : ETE								
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Juin	17,3	15	8,67	6	5,33	12	15,7	19,3
Juillet	22,7	14,7	11	7,67	5,67	10,7	13,7	14
Aout	22	16,3	10,3	7,33	6	9,67	12,7	12,3
Moyenne	20,7	15,3	10	7	5,67	10,8	14	15,2
MOYENNE SAISONNIERE : AUTOMNE								
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Septembre	20,3	16,7	10,7	9	6,33	11,7	12	13,3
Octobre	12,3	14,3	9,33	8,67	5,33	17,3	14,7	18
Novembre	9	9	6	9,33	5,33	21,7	19,3	20
Moyenne	13,9	13,3	8,67	9	5,67	16,9	15,3	17,1

(ONM de Médéa)

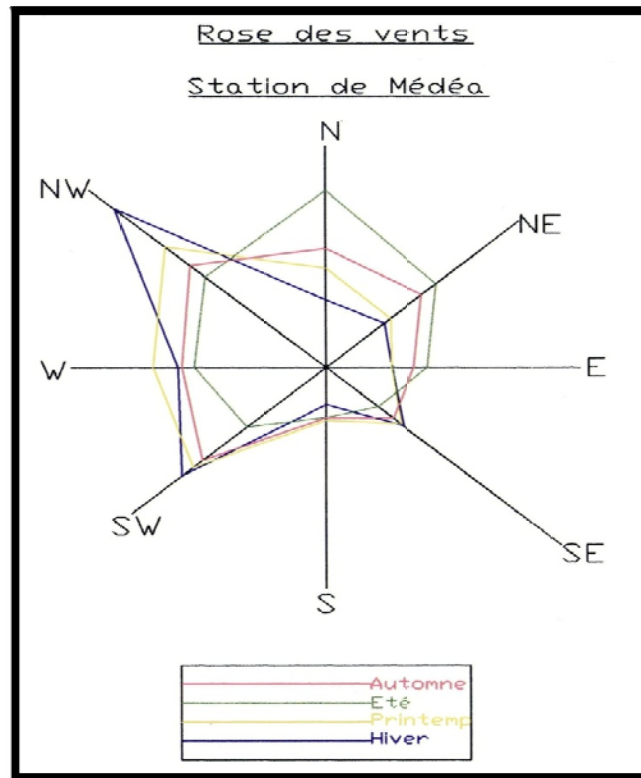


Figure I.2 : rose des vents.

La moyenne mensuelle de la force du vent représenté dans le tableau suivant pour la station de Médéa est exprimée en m/s. Elles sont prises de la station de météo qu'elle a des valeurs plus précises.

Tableau I.07 : Moyenne mensuelle et annuelle des vitesses du vent station de Médéa

Ech	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
m/s	3,53	4,24	4,71	4,24	4,24	3,30	3,53	3,77	3,53	3,06	4,00	3,53	3,81

(ONM de Médéa)

La vitesse moyenne mensuelle du vent observée dans la station de Médéa oscille entre 3,30 et 4,71 m/s avec une moyenne annuelle de 3,81 m/s (ce qui correspond à des vents modérés).

I.4-7. Les phénomènes climatiques accidentels

I.4-7.1. Les orages

Ils s'étalent en valeurs maximales du mois de mai jusqu'au mois de septembre pour les stations de Berrouaghia et Mongorno. Ils peuvent être violents et provoquer des dégâts sur les cultures, surtout les céréales en période de moisson-battage.

Tableau I.08 : Nombre moyen de jours d'orage par mois

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Berrouaghia	0,3	0,6	0,5	1,1	2,8	2,5	1,8	1,7	2,9	1,0	0,4	0,7	16,3
Mongorno	0,7	0,5	1,1	1,0	3,5	3,8	2,2	2,8	2,6	1,1	0,6	0,9	20,8

(ONM de Médéa)

I.4-7.2.La neige

Le tableau suivant indique que les trois stations se caractérisent par un nombre très estimable des jours d'enneigement. Ce qui va favoriser l'alimentation des nappes souterraines

Tableau I.09 : Nombre moyen de jours de neige

Station	Altitude(m)	Nb moyen de jours ou il a neigé	Nb moyen de jours d'enneigement
Berrouaghia(B)	928	-	10,2
Médéa (L)	928/917	14,1	18,1
Mongorno (Q)	950	11,4	15,5

(ONM de Médéa)

I.4-7.3.La grêle

La grêle qui provoque en général des dégâts sur la production végétale est très peu répandue dans la zone d'études. On remarque que le maximum se situe dans les mois de décembre à mars pour la station de Berrouaghia et Mongorno.

Tableau I.10 : Nombre moyen de jours de grêle

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Berrouaghia	0,7	0,9	0,9	0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	5,3
Mongorno	1,5	1,4	2,5	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	0,2	10,6

(ONM de Médéa)

I.4-7.4.La gelée blanche

La gelée s'observe à partir du mois de novembre jusqu'à la fin de mois d'avril avec un maximum de 5 jours au mois de décembre de février de Médéa et 9 jours au mois de janvier pour Mongorno.

Tableau I.11 : Nombre moyen de jours de gelée blanche

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Médéa	3,8	4,5	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	3,1	13,4
Mongorno	9,0	7,0	3,0	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,1	7,1	31,3

(ONM de Médéa)

I.4-7.5.Le sirocco

Le maximum de fréquence a lieu généralement pendant le mois de juillet. Son effet principal est l'augmentation du phénomène d'évaporation.

Tableau I.12 : Nombre moyen de jours de sirocco

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Médéa	0,1	0,2	1,1	1,1	1,2	2,9	5,1	2,3	0,8	0,7	0,7	0,3	16,5
Mongorno	0,0	0,0	0,9	1,5	3,3	4,9	9,2	7,4	4,1	1,6	0,0	0,0	32,9

(ONM de Médéa)

I.4-7.6.Le brouillard

Le brouillard est très ré pondu dans l'année (Mongorno). Il est néfaste pour les cultures, en favorisant les maladies cryptogamiques.

Tableau I.13 : Nombre moyen de jours de brouillard

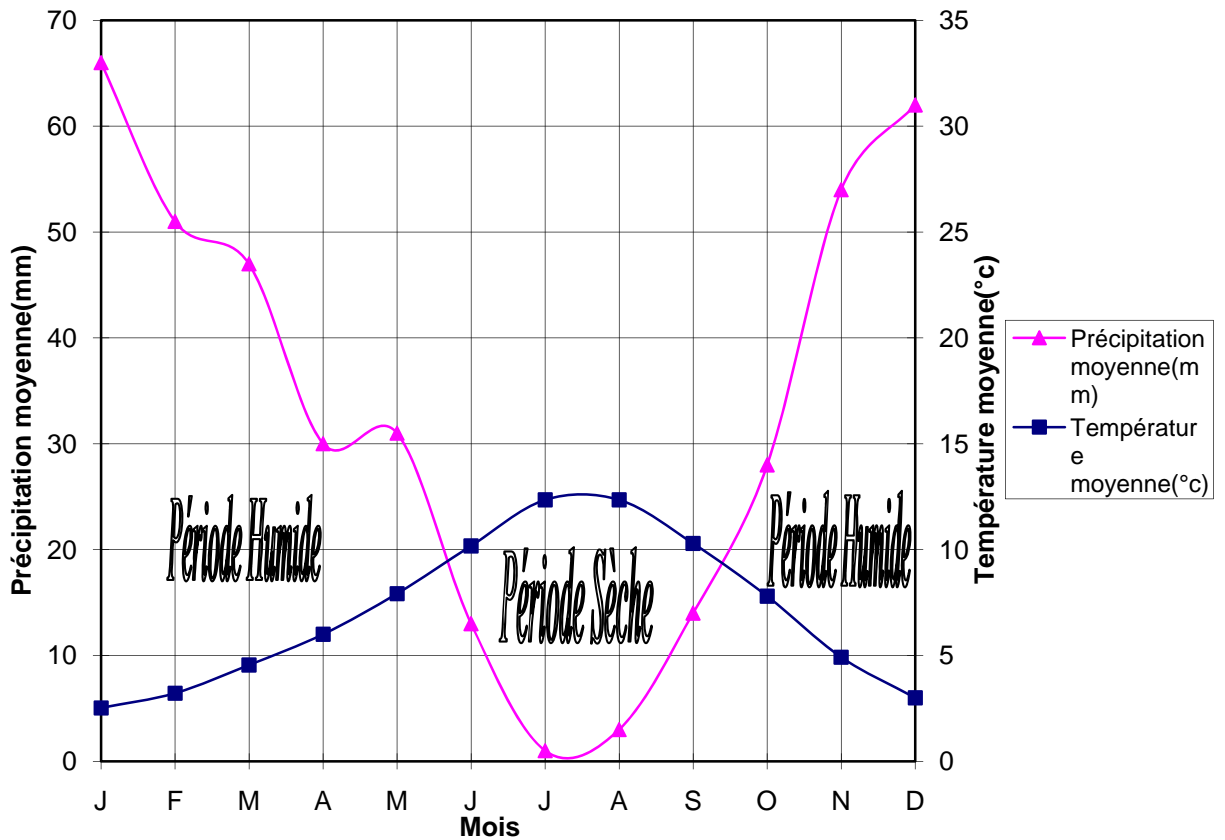
Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Mongorno	9,4	6,3	7,4	4,4	5,0	5,4	0,9	0,4	1,4	5,2	9,2	8,4	63,4

(ONM de Médéa)

I.4-8.Climogramme de Gaussen

La représentation schématique du climat facilite la comparaison d'une région à une autre suivant les variations des précipitations et les températures mensuelles. Une telle figuration est donnée par le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.

En examinant la **figure I.3**, on remarque que pour la zone d'étude, il y a une période écologiquement sèche d'environ quatre (04) mois s'étalant de la fin de mois de mai au début de mois de septembre. Durant cette période l'irrigation est indispensable.

Figure I.3: Climogramme pluviothermique de GAUSSEN

I.4-9. Quotient pluviométrique de Steward (zone d'étude)

$$Q_3 = 3,43 \times P / (M - m)$$

Q_3 (quotient pluviométrique de Steward) = 40,83

P : précipitation moyenne annuelle en mm = 400 mm

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud = 34,2°C

m : moyenne des minima du mois le plus froid = 0,6°C

Donc avec $Q_3 = 40,83$ et $m = 0,6^\circ\text{C}$, la zone d'étude suivant le climogramme pluviométrique d'Emberger se trouve dans l'étage bioclimatique « Semi-aride » à hiver frais.

I.5. Classification du climat

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

$$I_A = P / (T + 10)$$

Dont : P = précipitation annuelle en mm.

T = température moyenne en °C.

AN : $I_A = 488,4 / (15,85 + 10) = 16,53$

D'après le tableau de référence on a :

Tableau I.14 : classification de climat.

Valeur I_A	Type de climat	Irrigation
< 05	Désertique	Indispensable
Entre [5 ; 10]	Très sec	Indispensable
Entre [10 ; 20]	Sec	Souvent indispensable
Entre [20 ; 30]	Relativement humide	Parfois utile
≥ 30	Humide	Utile

Donc notre climat est sec alors l'irrigation est souvent indispensable.

Conclusion

Sur la base de l'étude du climat nous pouvons conclure que la zone d'étude se caractérise par :

- Une faible pluviométrie (488,4 mm).
- Un climat semi-aride à hiver frais.
- Une période sèche s'étalant du mois de mai au mois de septembre.
- La durée pendant laquelle souffle le sirocco est Juillet – Aout.
- Une évaporation intense.

Le climat représente par conséquent une contrainte réelle au développement de l'agriculture dans la zone d'études et confirme la nécessité l'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des cultures.

Chapitre II :

Resources: en sol et en eau

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 valeur en irrigation ainsi les caractéristiques hydrodynamiques, physico-chimiques et morphologiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage.

Ainsi, Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des ressources en eau (retenues, forrages,...) et de connaître les pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que :

- Le calcul des besoins des cultures a cultivées dans le périmètre.
- Le dimensionnement de réseau d'irrigation.

Notre périmètre de Rebaia a comme ressources en eau en plus de la pluviométrie, la retenue collinaire de oued R'horb.

II.1-1.Les sols

Une seule classe pédologique a été distinguée dans ce périmètre. C'est l'unité des sols peu évolués. Dans le classement de ces sols, nous avons tenu compte surtout de leur degré d'évolution pédologique.

II.1-1-1.Les sols peu évolués d'origine non climatique d'érosion

Ils occupent presque une petite partie de périmètre. Ils sont en pente forte. Ils appartiennent au sous groupe Régosolique.

Vu qu'ils sont constamment érodés nous avons jugé de les classer non irrigables et par conséquent ne pas les décrire et les échantillonner.

II.1-1-2.Les sols peu évolués d'origine non climatique d'apport alluvial

II.1-1-2.1.Vertique

Les sols de cette unité présentent un profil profond, calcaire et riche en éléments sableux surtout en surface. Ils sont affectés par une certaine salure et possèdent la caractéristique de vertolisation. Les analyses physico-chimiques nous permettent d'affirmer que ces sols sont moyennement pourvus en matière organique. Néanmoins, vu que le taux d'argile est élevé dans le sol, celui de la matière organique reste toujours faible. Le complexe absorbant est saturé en calcium et en magnésium.

La capacité d'échange cationique reste assez élevée (relativement aux autres sols du périmètre).

Le PH est légèrement alcalin. La salure est généralement faible à légère. Du point de vue réserves minérales ces sols sont moyennement pourvus en éléments fertilisants (N, P, K) ce qui n'empêche pas de leur recommander des apports de N P K pour leur utilisation agricole.

II.1-1-2.2.Les sols Modaux

Ils sont caractérisés par la présence d'un fort taux de calcaire total. Ce taux croit de la surface vers la profondeur et va de 30% à 36%. Le taux de calcaire actif est stable. Il oscille entre 7 et 9%. Le PH est légèrement alcalin. Il oscille entre 7,3 et 7,9.

Les sols de cette unité sont pauvres en matière organique. Le taux varie entre 0,5% en surface et chute en profondeur vers 0,2%. Les amendements organiques restent par conséquent très recommandés. La capacité d'échange cationique (T) est faible dans tout le profil elle va de 10 à 22 meq / 100 g de sol. La texture de ces sols est fine à moyenne. Le rapport C/N va de 11 à 14 les teneurs en azote sont faibles.

Une salinité importante s'est installée dans certaines parcelles, elle est apparente surtout en profondeur (19,40 mmhos/cm).

II.1-1-3.Les sols peu évolués d'origine non climatique d'apport colluvial

Ils sont relativement chargés en surface. Leur texture est moyenne à grossière. Ils sont pauvres en matière organique.

Le complexe absorbant est saturé en calcium.

Leur capacité d'échange cationique est assez élevée.

Le PH est légèrement alcalin, (7,8 à 8).

La salinité est faible à légère ; voir **ANNEXI**.

II.1-2.Aptitudes culturales

La carte des aptitudes culturales en irrigué a été dressée en tenant compte de certaines caractéristiques du milieu physique (climat, sol) ces facteurs influencent l'introduction des cultures.

Les principaux critères pris en compte sont :

- La texture du sol
- Le taux de calcaire
- Le taux de la salinité
- Le climat

Nous avons pris en considération les cultures céréalières et fourragères, les cultures maraichères, et les cultures arboricoles.

II.1-2-1.Les cultures céréalières et fourragères

Ce sont les dominantes qui présentent le plus d'intérêt dans le périmètre étudié. Actuellement elles sont les plus pratiquées. Même la spécificité de la région du point de vue agricole permet d'axer le travail de ce périmètre sur les cultures céréalières. Deux aptitudes culturales ont été mise en évidence.

- Aptitude moyenne pour la luzerne et bonne pour les autres cultures.
- Aptitude moyenne pour toutes les cultures.

II.1-2-2.Les cultures maraichères

La gamme des cultures maraichères susceptibles d'être installées dans le périmètre est relativement étroite. Les caractéristiques pédologiques des sols du périmètre et les fortes exigences de ces cultures en sol (profondeur favorable, bonne texture) provoquent l'exclusion d'une bonne partie de ces cultures.

Deux aptitudes culturales ont été mises en évidence :

- Aptitude bonne pour toutes les cultures.
- Aptitude bonne pour artichaut, oignon, navet, choux fleur, choux pommé, épinard, laitue, fraisier. Ainsi aptitude moyenne pour tomate, ail, aubergine, pastèque, melon, piment poivron, haricot, concombre, pois.

II.1-2-3.Les cultures arboricoles

Les cultures arboricoles sont exigeantes principalement en profondeur de sol et en qualité. Vu le taux élevé du calcaire (total et actif) dans les sols en question, l'aptitude de ces derniers à ces cultures est médiocre.

II.1-3-1.Choix des cultures

A cause des basses températures en hiver où au début de printemps accompagnées de gelée ainsi que les températures élevées en été produit du siroco, sont des facteurs qui influencent l'introduction des cultures exigeantes, notamment celle des arbres fruitiers. La topographie de la région est caractérisé par un relief moyennement régulier sauf dans quelque parties du périmètre où il y a des dépressions et des parcelles légèrement accidenté avec des pentes peut élever tous ça oriente le choix dans ces parcelles vers l'arboriculture. La profondeur du sol détermine l'espace utilisable par les racines des plantes, les principaux niveaux observés dans le périmètre sont :

Les croutes et les encroutements calcaires ; observés à des profondeurs diverses. La première forme constitue un niveau qui limite cette profondeur (dalle calcaire ou débris de croute calcaire) ; quant à la seconde forme, elle est caractérisée par une accumulation élevée de calcaire et par sa pauvreté organique, à cause de ces deux obstacles plusieurs cultures à enracinement profond devront être éliminées.

II.1-3-2. Carte d'aptitude culturale

La carte d'aptitude des sols aux différentes cultures ont été dressées suivants :

- Le climat de la région.
- La topographie de la région.
- Les caractéristiques des profils pédologiques.

On peut choisir trois catégories des cultures dans notre zone d'étude :

- Pour les sols veritiques d'apport alluvial : C11M11B33.
- Pour les sols modaux d'apport alluvial : C11M15B33.
- Pour les sols modaux d'apport colluvial : C21M11B41.

Tableau II.01 : aptitudes culturale

Spéculation	Symbole	Aptitude culturale
Cultures céréalières et fourragères	C11 C21	Moyenne pour la luzerne, bonne pour les cultures céréalières Moyenne pour toutes les cultures
Cultures maraîchères	M11 M15	Bonne pour toutes les cultures, à exclure haricot et pois des sols modaux d'apport alluvial, convienne moyennement pour épinard, ail et concombre Bonne pour artichaut, oignon, navet, choux et laitue. Moyenne pour tomate, épinard, ail aubergine, pastèque, melon, piment, poivron, et concombre.
Cultures arboricoles	B33 B41	Moyenne pour pêcher, prunier, abricotier, olivier, et figuier. Moyenne pour pêcher, amandier, abricotier, olivier et figuier.

(DHW. Médéa)

2) Ressources en eau

II.1-4. Situation géographique

Les terres de périmètre de Rebaia seront irriguées à partir de futur petit barrage d'oued Kherba (oued R'horb), La retenue de oued R'horb situé dans la commune de Rebaia daïra de Berrouaghia wilaya de Médéa.

Les coordonnées Lambert du site sont :

X=536,10km

Y=297,60km

Z=860,00m

II.1-5. Destination des eaux de la retenue

La destination de la retenue des eaux d'Oued R'horb c'est l'irrigation pendant la période sèche de l'année dont le but est l'avancement du nouveau projet agronomique de la région de la ville de Rebaia.



Figure II.1 : vue aérienne de la retenue de Rebaia

II.1-6. Condition hydrologiques

Les caractéristiques hydrologiques sont tirées du rapport hydrologique indiqué ci-après :

Tableau II.02 : Les caractéristiques techniques de la retenue.

Caractéristiques	Valeurs	Unité
Bassin versant	75,70	km ²
Apport liquide moyen annuel	1250000	m ³
Volume mort	182670	m ³
Volume utile	259621	m ³
Volume régularisable	483000	m ³
Volume totale de la retenue pour NNR	442291	m ³
Volume d'irrigation	396746	m ³
Hauteur de la digue	13,20	m
Longueur en crête	171,00	m
Largeur en crête	7,00	m
Cote minimale	854,00	m
Cote du niveau mort NVM	864,00	m
Cote du niveau normal de la retenue NNR	867,10	m
Cote du niveau des plus hautes eaux NPHE	869,10	m
Evacuateur de crue latéral à seuil libre, largeur seuil B	10,00	m
Surface irrigable	79,00	ha
Vidange de fond acier DN	400	mm

II.1-7. Qualité des eaux d'irrigation

Dans le cadre de l'étude de la future retenue, deux échantillons d'eau ont été prélevés, l'un en étiage (octobre) et l'autre en hautes eaux (avril).

Les résultats d'analyse ont montré que les eaux de la retenue sur oued R'horb sont à très forte salinité, elles sont donc utilisables sur des sols bien drainés pour faire un lessivage en augmentant la dose d'arrosage.

II.1-7-1. Risque d'obstruction

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

II.1-7-2. Risque de salinisation

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

II.1-7-3. Conductivité électrique de l'eau

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

Quatre classes de risque salin ont été définies :

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

II.1-7-4. Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium)

Selon la concentration et le type d'ions présent dans l'eau pour apprécier les risques liées à une teneur relative excessive en sodium (risque alcalin) on compare celle en ions Na^+ et celle en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} qui eux sont des agents de floculation au moyens du paramètres suivant :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\left(\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}\right)^{0,5}}$$

On a définit deux risques alcalin.

$S.A.R < 6 \Rightarrow$ l'eau n'est pas alcalin.

$6 < S.A.R < 9 \Rightarrow$ l'eau est alcalin et peut avoir un effet.

Important sur la structure du sol (réduction importante de l'infiltration), et ce phénomène est d'autant plus important si le sol est argileux.

Tableau II.03 : Concentration de l'élément physico-chimique d'eau d'irrigation

N°	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	PH	CE (µs/cm)
Echant	155	122	95	7,55	1305

Analyse :

CE = 1305 (250 < CE < 750).

Eau a forte salinité et qui nécessite une dose de lessivage.

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\left(\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}\right)^{0,5}} \Rightarrow S.A.R = \frac{95}{\left(\frac{155 + 122}{2}\right)^{0,5}} = 0,68$$

$0,68 < 6 \Rightarrow$ donc risque faible et une eau propre à l'irrigation.

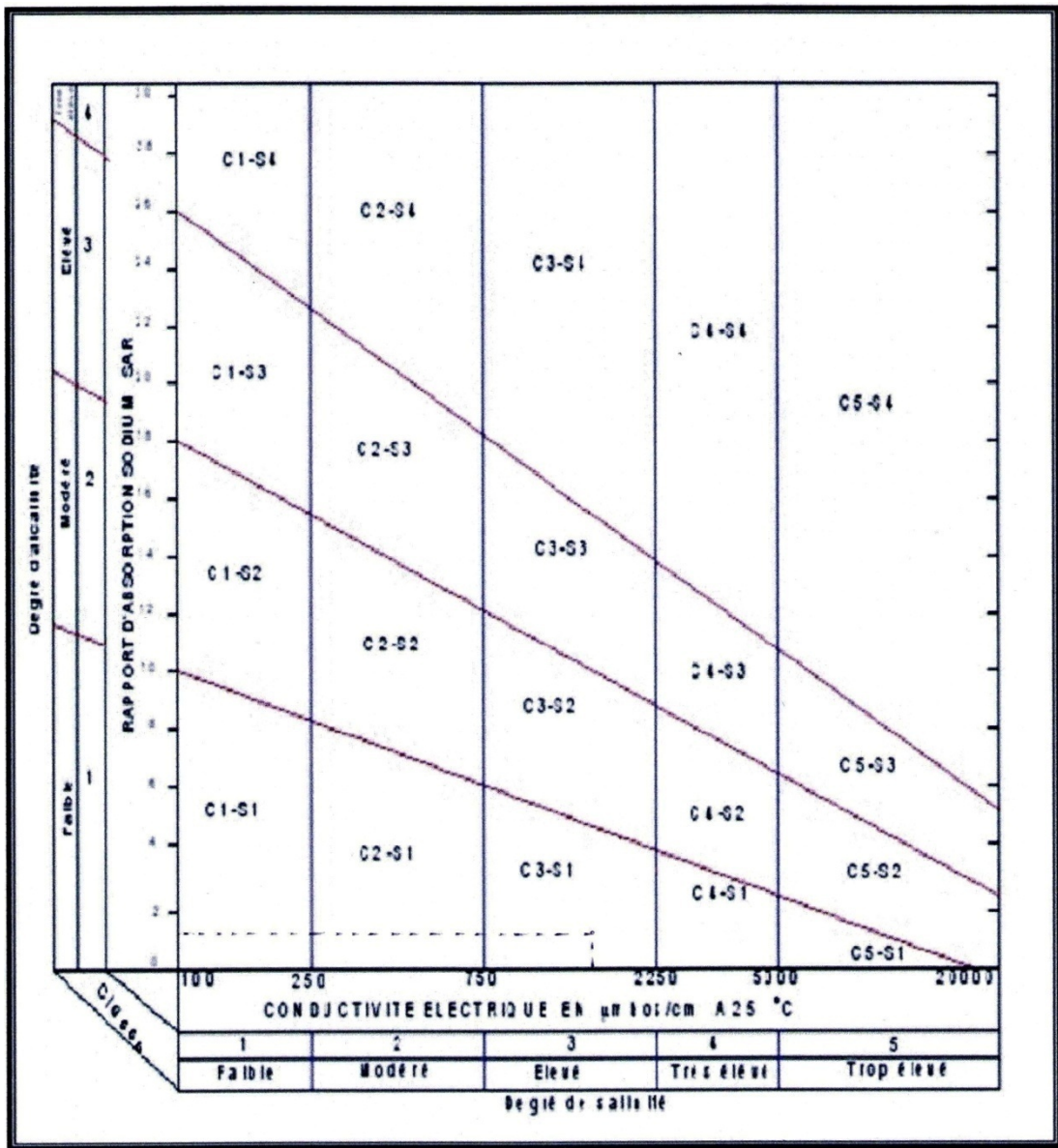


Figure II.2 : diagramme de classification des eaux d'irrigation.

La classe de notre eau d'irrigation est de C3-S1.

II.1-7-5. Calcul de la dose de lessivage

Le lessivage c'est une technique qui consiste à dissoudre les sels accumulés dans le sol par des apports d'eau important et à les entrainer en dessous de la zone racinaire par le mouvement descendant de l'eau. Dans notre cas on a pas un problème de salinité du sol (la conductivité électrique dans toute la zone d'étude ne dépasse pas 4mmho/cm) mais, il y aura avec la qualité d'eau de la retenue et si on va irriguer sans conception qui nous aide à protéger notre périmètre contre l'accumulation des sels.

Bilan de salinité du sol :

Apports – pertes = ΔMs (variation de la masse de sel dans le sol)

Apports :

- Apports par précipitations : $Pe C_p$.
- Apports par irrigation : $Ir C_i$.
- Apports par remontées capillaires : $G C_g$.
- Apports par dissolution : M_d .
- Apports par l'agriculture : Ma .

Pertes :

- Pertes par percolation : $D C_d$.
- Prélèvements par les végétaux : M_v .
- Adsorption ou précipitation : MP .

$$\Delta M_s = (Pe C_p + Ir C_i + G C_g + M_d + Ma) - (D C_d + M_v + MP)$$

Hypothèses fréquentes :

$$C_p=0 ; M_d=0 ; Ma=0 ; M_v=0 ; MP=0.$$

$$D'où : \Delta M_s = Ir C_i + G C_g - D C_d$$

Pour le cas d'une nappe profond

$$\Delta M_s = Ir C_i - D C_d \quad Ir C_i = D C_d \text{ (pour prévenir une accumulation de sel, on doit avoir } \Delta M_s = 0)$$

Donc LR (la dose de lessivage) sera :

$$LR = \frac{\text{drainage sous la zone racinaire}}{\text{apport par irri (besoins des cultures + lessivage)}}$$

$$S.A.R = \frac{D}{Ir} = \frac{C_i}{C_s} = \frac{CE_i}{CE_s}$$

(CE_s : conductivité électrique de l'extrait de la patte saturée égale 2,5 mmho/cm)

Résultats prélevées de DHW de Médéa.

$$D'où \quad LR = \frac{1,305}{2,5} = 0,52 = 52 \%$$

52% est une grande valeur par rapport à la disponibilité de l'eau et la salinité faible du sol c'est pour cela on va calculer **LR** avec la formule de **RHOODS** qui minimise le volume de drainage.

Formule de **RHOODS** :

$$LR = \frac{CE_i}{5CE_s - CE_i} = \frac{1,305}{5 \times 2,5 - 1,305} = 0,12 = 12 \% \quad ETM .$$

3) Hydrologie

II.2-1. But de l'étude

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

II.2-2. Présentation de la station

La station de Mongorno est prise comme station de référence, les caractéristiques de cette dernière sont résumées dans le **Tableau II.4**.

Tableau II. 4 : Les caractéristiques de La station de Mongorno.

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X(Km)	Y(Km)			
Mongorno	011404	513.5	312.6	932	1971-2010	24

(ANRH Blida)

II.2-3-Hydrologie

L'étude hydrologique dans notre cas a pour but de déterminer les précipitations mensuelles de fréquence au non dépassement de 80%.

Notre choix se pose sur la station pluviométrique de Mongorno Cela, étant lié à une série de facteurs tel que :

- Localisation géographique, celle-ci étant très proche au périmètre.
- Les relevés de la station s'étalent sur une période d'observation acceptable (40ans d'observations).
- L'altitude de la station pluviométrique à une valeur proche de l'altitude moyenne de la zone a étudié.

La série d'observation des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique Mongorno est donnée dans le tableau ci-après.

Tableau II.5: Pluies moyennes mensuelles observées à la station Mongorno (011404).

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuel
71/72	18.3	98.3	70.1	88.3	60.6	59.3	94.9	13.2	94.9	0	0.5	0	598.4
72/73	25.3	18.5	69.2	62.9	105.1	66	109.5	25.4	18	25	0	2	526.9
73/74	42.1	89.7	94.5	101	96.5	127.8	27	12	8	16	0	2.5	617.1
74/75	4.1	3.5	78	52.7	32.8	24	35.2	55.5	58.5	11.2	0	0	355.5
75/76	9.5	22.5	30	186	11.2	47.5	39	86.5	16	21.5	3	53	525.7
76/77	65	19.5	32.8	32	118.2	0	40	104.5	82.3	14	24	0	532.3
77/78	11	36.5	36	79.5	47.5	92.5	61	51.3	41	6	0	13	475.3
78/79	0	113.5	19	8.5	71	5.5	35	104.5	72	27	30	0	486
79/80	0	26	43.3	28	14	29	21	49.5	35.5	0	0	3	249.3
80/81	35.2	19	38	40.5	41	28.5	2	15	9	0	0	0	228.2
81/82	80	91	14	32	120.5	0	64.5	10.5	8.1	20	0	13	453.6
82/83	12.5	42.6	27.5	31.5	79.5	167.5	45.2	76.7	56	20	12	38	609
83/84	16	24.7	6.1	52	65.7	28.1	2.5	96.5	22	3.5	0	42	359.1
84/85	56	42.5	117.6	61.6	21.3	49	13.1	45.5	74.1	69.1	0	8	575.8
85/86	18	21	51.5	42.5	79	45	66.2	4	14	0	0	7	348.2
86/87	36	26.5	64.5	167.3	11.5	1	7	21	11	0	0	0	345.8
87/88	17	66	80.1	50	184.1	43	5.7	44.7	28	0	0	11	529.6
88/89	66	17	18.5	42.5	42.5	16	32.5	27.1	0	0	0	49	311.1
89/90	17	22.5	116	101.5	116.5	199.7	10.5	45.5	20.5	0	10.5	5.5	665.7
90/91	0	57	117.5	214	47	53.5	46.5	60.9	100	6	0	16	718.4
91/92	3	24.5	53	20	20	86.5	20.5	2.8	2.1	3	0.5	2.5	238.4
92/93	10.5	67.5	150.5	80.5	123.5	61.5	13.5	16.6	64	0	0	0	588.1
93/94	14.5	4	21.1	65.2	15.3	86.7	221.5	111.4	14.2	2.9	14.5	14.4	585.7
94/95	39.2	49.1	98.3	21.4	33.5	17.2	36.7	0	57.7	10.3	9	0	372.4
95/96	0	100.4	64.7	19.3	66.3	78.6	124.4	19.2	68.2	0	6	0	471
96/97	26.7	82.1	72.5	41.4	0.5	107.2	35.7	21	98	54.4	0	0	539.5
97/98	21.7	8.3	174.2	34.8	274.4	63.4	76.7	3.2	46.1	48.2	39.2	0	790.2
98/99	5.7	56.7	82.9	128.4	5.2	4.6	41.9	41.8	23.7	75.3	2.4	7.3	475.9
99/00	5.3	64.2	138.7	164.7	137.3	3.2	24.5	17	16.4	3.2	0	6.8	581.3
00/01	17.6	50	12.6	95.8	10.7	0	1.7	1.3	44.8	28.7	0	0	263.2
01/02	15.6	154.1	7	47	145.1	83.8	102.4	46.4	86.2	0.6	5.1	24.8	718.1
02/03	13.5	0	70.8	52.5	34.2	0	0	0	54.6	29.5	0	0	255.1
03/04	36.3	57.1	27.2	29.7	145	66.5	148.9	31.8	47.1	13.4	0	4.2	607.2
04/05	4.9	10.3	33.3	24.7	49.8	67	86.9	15.3	26.4	29.1	0	9.7	357.4
05/06	0	21.9	61.9	76.9	0	5.8	59.6	41	6.8	48.1	0	0	322
06/07	45.4	86.9	119.3	46.4	3.2	41.2	69.2	92.8	35.6	5.3	15.8	0	561.1
07/08	27.1	23.4	62.8	224.2	404.4	72.4	102.2	0	38.2	3.8	0	0	958.5
08/09	6.3	38.3	29.8	35.9	37	18.1	34.4	21.4	58.2	11.1	21.9	25.2	337.6
09/2010	43.2	32.1	58	48.5	67.8	21.9	49.3	18.3	10	11.4	1.8	0.3	362.6
2010/11	88.2	10.7	96.9	108.4	78.7	26.7	97.8	44.3	53.5	0	9.5	24	638.7
Moy	23.8	45.0	64.0	71.0	75.4	49.9	52.7	37.4	40.5	15.4	5.1	9.6	488.4

(ANRH Alger de : 1971-2011)

La répartition des pluies est caractérisée par deux saisons bien marquées : une période humide allant de Novembre à Avril qui correspond à 80% du total annuel et une saison sèche allant de Mai à Octobre avec des minima en juillet et août durant lesquels les précipitations sont faibles.

II.2-4. L'homogénéité de la série pluviométrique

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision consécutive. Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous.

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

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

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

Wilcoxon montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

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

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

W_y : Somme des rangs de sous séries.

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

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

Tableau II.6 : Le procédé de test d'homogénéité pour la station de Mongorno.

Rang	P(mm)	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI(mm)	XUY
1	598.4	598.4	585.7	958.5	y
2	526.9	526.9	372.4	790.2	y
3	617.1	617.1	471	718.4	x
4	355.5	355.5	539.5	718.1	y
5	525.7	525.7	790.2	665.7	x
6	532.3	532.3	475.9	638.7	y
7	475.3	475.3	581.3	617.1	x
8	486	486	263.2	609	x
9	249.3	249.3	718.1	607.2	y
10	228.2	228.2	255.1	598.4	x
11	453.6	453.6	607.2	588.1	y
12	609	609	357.4	585.7	y
13	359.1	359.1	322	581.3	y
14	575.8	575.8	561.1	575.8	x
15	348.2	348.2	958.5	561.1	y
16	345.8	345.8	337.6	539.5	y
17	529.6	529.6	362.6	532.3	x
18	311.1	311.1	638.7	529.6	x
19	665.7	665.7		526.9	x
20	718.4	718.4		525.7	x
21	238.4	238.4		486	x
22	588.1	588.1		475.9	y
23	585.7			475.3	x
24	372.4			471	y
25	471			453.6	x
26	539.5			372.4	y
27	790.2			362.6	y
28	475.9			359.1	x
29	581.3			357.4	y
30	263.2			355.5	x
31	718.1			348.2	x
32	255.1			345.8	x
33	607.2			337.6	y
34	357.4			322	y
35	322			311.1	x
36	561.1			263.2	y
37	958.5			255.1	y
38	337.6			249.3	x
39	362.6			238.4	x
40	638.7			228.2	x

Alors après les calculs on a : $W_y = 357$.

$$W_{\min} = 276,41.$$

$$W_{\max} = 461,59.$$

Dont : $N_1=18$; $N_2=22$; $u_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$.

Alors notre série est homogène.

II.2-5. Etude de l'échantillon et le choix du type de loi

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

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

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

II.2-5-1. Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal

Le procédé de calcul consiste à:

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

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

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

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

$U_{p\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

Pour les calculs on a utilisée le logiciel **Hyfran**. Les résultats obtenus figurent au **Tableau II.7** et au **Figure II.5**.

Tableau II.7 : Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale).

Nombre d'observations: 40					
Paramètres					
mu	488,375				
sigma	166,117				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/(1-q)					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000	0.9999	1110	74.7	1190	2270
2000	0.9995	1040	67.2	1070	1900
1000	0.999	1000	63.8	1010	1750
200	0.995	916	55.1	885	1420
100	0.99	875	51	828	1280
50	0.98	830	46.7	769	1140
20	0.95	762	40.6	686	968
10	0.9	701	35.7	618	835
5	0.8	628	30.7	541	701
3	0.6667	560	27.5	475	598
2	0.5	488	26.3	409	511
1.4286	0.3	401	28.1	337	427
1.25	0.2	349	30.7	297	385
1.1111	0.1	275	35.7	248	335
1.0526	0.05	215	40.6	213	300
1.0204	0.02	147	46.7	178	265
1.0101	0.01	102	51	158	244
1.005	0.005	60.4	55.1	141	227
1.001	0.001	-25	63.8	112	194
1.0005	0.0005	-58.3	67.2	102	183
1.0001	0.0001	-129	74.7	84	161

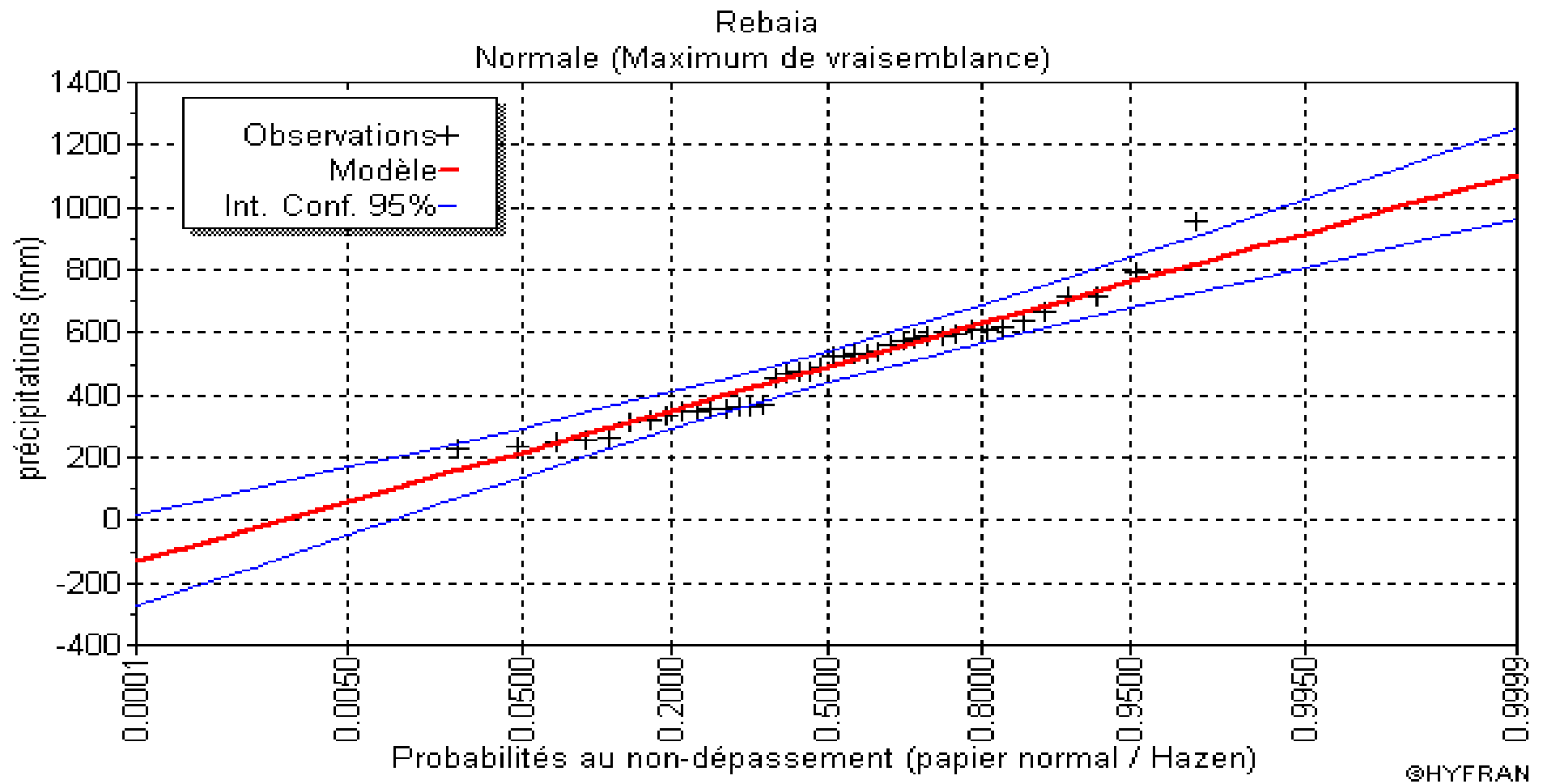


Figure II.3 : Ajustement à une loi de Gauss

II.2-5-1.1 Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss

➤ **Test de Khi carrée**

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

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

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

Tableau II.8 : Table du χ^2 .

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 10,40 \quad \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11,07$$

$\chi^2_{\text{calculé}} = 10,40 < \chi^2_{\text{théorique}} = 11,07$; alors l'ajustement est à considérer.

II.2-5-2. Loi du log normal ou loi de Galton

Cette méthode est comme suit : Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

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

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

Avec:

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

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

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

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

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

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

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel Hyfran Les résultats obtenus figurent au **Tableau II.9** et au **figure II.3**.

Tableau II.9: Ajustement à une loi de Galton

Nombre d'observations: 40					
Paramètres					
mu	6,1318				
sigma	0,3559				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/(1-q)					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000	0.9999	1730	277	1190	2270
2000	0.9995	1490	214	1070	1900
1000	0.999	1380	189	1010	1750
200	0.995	1150	136	885	1420
100	0.99	1050	115	828	1280
50	0.98	956	95.7	769	1140
20	0.95	827	71.9	686	968
10	0.9	726	55.5	618	835
5	0.8	621	40.8	541	701
3	0.6667	536	31.6	475	598
2	0.5	460	25.9	409	511
1.4286	0.3	382	23	337	427
1.25	0.2	341	22.4	297	385
1.1111	0.1	292	22.3	248	335
1.0526	0.05	256	22.3	213	300
1.0204	0.02	222	22.2	178	265
1.0101	0.01	201	22	158	244
1.005	0.005	184	21.7	141	227
1.001	0.001	153	20.9	112	194
1.0005	0.0005	143	20.6	102	183
1.0001	0.0001	122	19.6	84	161

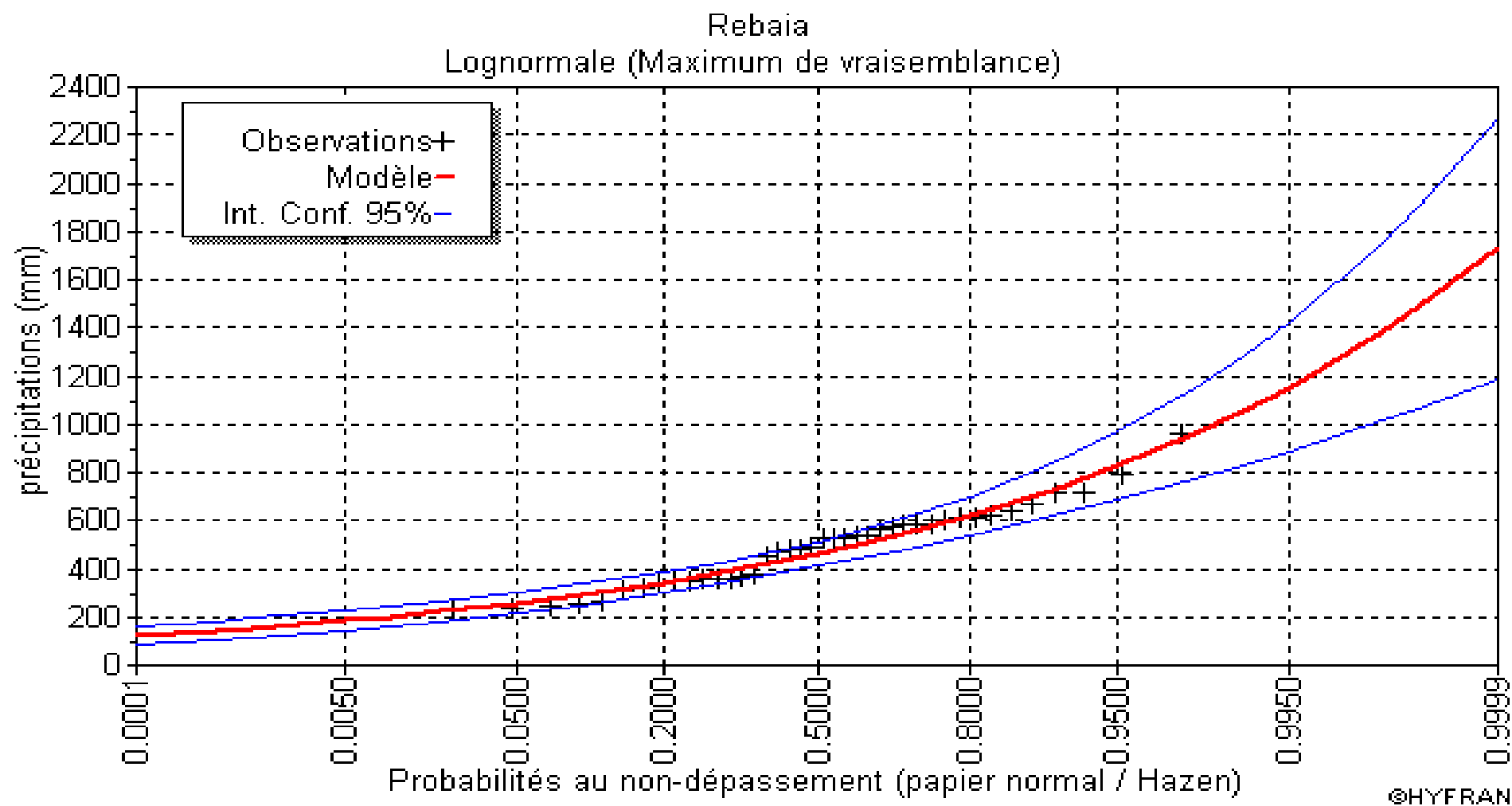


Figure II.4 : Ajustement à une loi de Galton.

II.2-5-2.1. Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton

➤ **Test de Khi carrée :**

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

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

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

D'après le logiciel **Hyfran** on obtenu les résultats suivant:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6,13 \quad \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11,070$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6,13 < \chi^2_{\text{théorique}} = 11,070.$$

Donc l'ajustement est à considérer.

D'après les résultats obtenus on remarque que la loi Log-normale qui donne des bons résultats et on démontre ça aussi avec les graphes de comparaisons de l'**Hyfran**.

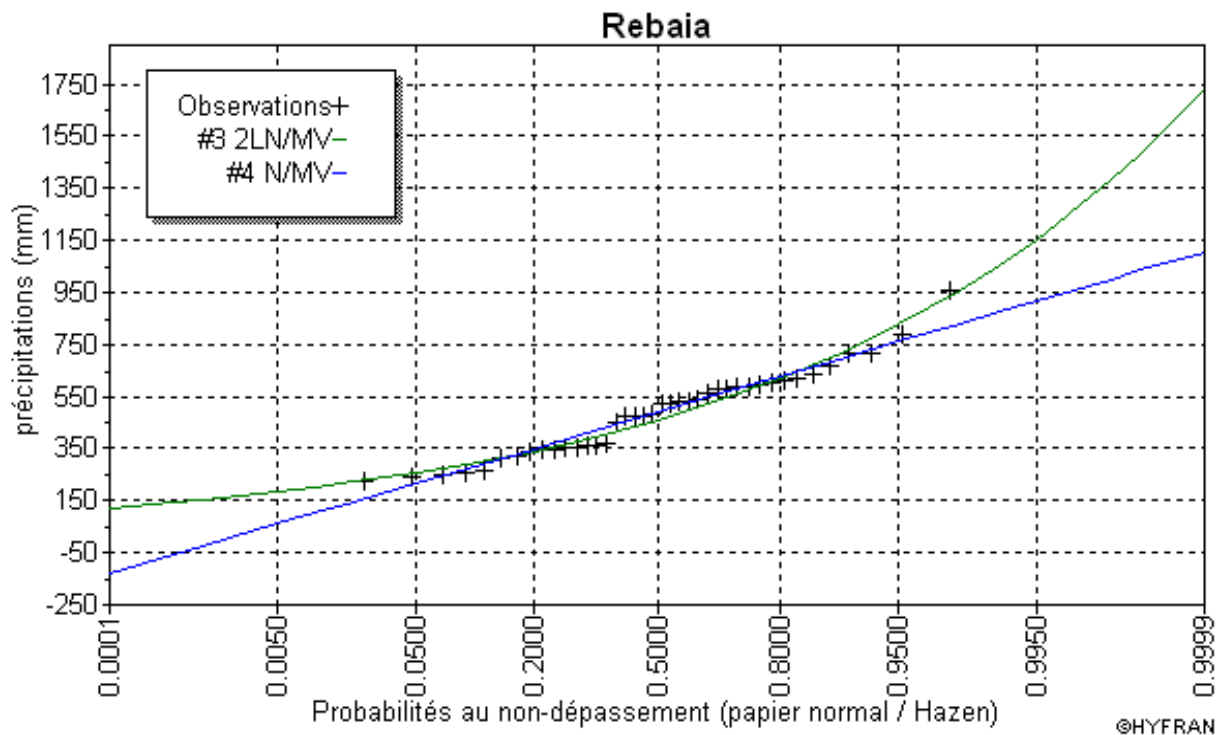


Figure II.5 : graphique de comparaison.

II.2-6. Calcul des précipitations moyennes mensuelles

On va prendre les résultats de la loi de Galton pour nos estimations de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région, nous opterons donc pour l'année de calcul avec une probabilité de 80% et les précipitations totale correspond $P_{20\%} = 349 \text{ mm}$, et moyenne $P_{50\%} = 488 \text{ mm}$.

Par l'application de formule :

$$P_{i, 20\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (20\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}}$$

Avec : i : mois

$$\text{Donc : } \frac{P_{\text{théorique (20\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}} = \mathbf{0,72}$$

Tableau II.10 : précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P_{moy} (mm/mois)	23.8	45.0	64.0	71.0	75.4	49.9	52.7	37.4	40.5	15.4	5.1	9.6	488.4
$P_{\text{moy}20\%}$ (mm/mois)	17,02	32,18	45,76	50,77	53,91	35,68	37,68	26,74	28,96	11,01	3,65	6,86	350,21

Conclusion

Les sols de périmètre sont relativement pauvres en matière organique et riche en calcaire (total et actif). Ils appartiennent à la classe des sols peu évolués. Ils ont le plus souvent une texture fine. Leur capacité d'échange cationique est généralement moyenne à forte. Le PH est légèrement alcalin à alcalin. Les contraintes à la mise en valeur sont d'ordre climatique (température, gelée, et vent) et édaphique (texture, taux de calcaire, salinité, pauvreté des sols en éléments fertilisants) avec des conditions climatiques sévères et des potentialités édaphiques peu importantes, l'agriculture au niveau de périmètre ne peut être développée qu'avec l'irrigation. Les amendements organiques (apports de fumier entre autre) et la fertilisation minérale, ainsi que le lessivage-drainage sont les opérations nécessaires pour l'utilisation agricole en intensif du périmètre étudié.

Ainsi on veut dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet. Quant à l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement à considérer avec les deux lois (loi de Log-Normale et la loi de Gauss). Concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, on constate que la loi de Gauss, adoptée dans notre projet. Les calculs manuels des expressions statistiques nécessitent plus temps, mais avec l'outil informatique, on parvient aisément aux résultats escomptés. et l'utilisation des logiciels tel que HYFRAN nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

Chapitre III :

Besoins en eau

Introduction

La mise en place d'un système d'irrigation ne s'improvise pas. Une série d'éléments sont à prendre en considération, depuis la conception du projet jusqu'au processus de gestion à long terme des installations. L'objet de ce chapitre a pour but de baliser de manière succincte les différentes démarches à entreprendre. Il s'agira principalement de rappeler quelques notions de base.

Lors de la mise en place d'un système d'irrigation, l'ordre logique des démarches à suivre est le suivant:

- évaluation des besoins en eau des plantes cultivées;
- détermination des doses et de la fréquence des arrosages;

Tous ça pour choisir le dimensionnement et budgétisation du système d'irrigation.

Dans ce travail on utilise un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation a été mis au point par la FAO. Ce logiciel permet le calcul des besoins en eau et des quantités d'eau d'irrigation nécessaires aux cultures. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales, d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficacité de différentes pratiques d'irrigation.

III.1. Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées

Dans un premier temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite la connaissance de divers paramètres concernant aussi bien la plante elle-même que les données climatiques ou pédologiques de la région.

- Les données climatiques donneront les indications nécessaires concernant les besoins en eau de la culture ;
- Les paramètres pédologiques permettront d'estimer la réserve en eau utile du sol;
- Les données culturales préciseront la réserve en eau facilement utilisable par la plante.

A l'aide des différents paramètres ci-dessus, on pourra déterminer par la suite les quantités d'eau d'irrigation nécessaires au bon développement de la plante. Celles-ci seront calculées au moyen du logiciel CROPWAT.

III.2-1.Calcul de l'évapotranspiration

Le déficit hydrique, qui peut également s'exprimer sous le terme de besoins en eau (B), se définit comme la différence entre l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture considérée et les précipitations efficaces (Peff).

L'évapotranspiration réelle s'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural. Les données climatiques (moyennes mensuelles) à fournir pour déterminer l'Evapotranspiration sont reprises ci-dessous:

La pluie efficace, P_{eff} , représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde. Le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures. Le logiciel CROPWAT en propose 4.

$$ETR = ETo * Kc$$

- **ETo** : représente l'évapotranspiration définie par **Penman** comme étant la quantité d'eau transpirée par unité de temps par une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement le sol, de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau. Elle se calcule à partir de la formule de Penman-Monteith et des données climatiques de la région.
- **Kc** : correspond au coefficient cultural, fonction du type de culture et de son état végétatif.

ETo dépend de :

- T_m : températures moyenne, exprimées en °C.
- HR_m : humidités de l'air moyen, exprimées en %.
- V_m : vitesses du vent moyen, exprimées en m/s.
- P : précipitations exprimées en mm.
- N : nombre de jours de précipitation par mois
- $Insol.$: Durée d'insolation, exprimée en heure.
- Eto : évapotranspiration de référence calculée par la méthode de

Penmann-Montheih, exprimée en mm/jour.

Tableau III.1: calcul de l'évapotranspiration.

Pays		Algerie		Station		REBAIA	
Altitude		950 m.		Latitude		36.70 °N	
				Longitude		2.51 °E	
Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	-3.9	15.6	78	259	9.8	13.0	1.71
Février	-3.3	17.4	74	363	11.0	17.0	2.64
Mars	-1.9	22.3	68	406	11.6	21.5	4.23
Avril	-0.4	25.9	62	363	10.9	23.8	5.39
Mai	3.2	31.0	57	363	13.8	29.7	7.27
Juin	7.0	35.4	52	285	14.5	31.3	8.10
Juillet	10.1	39.0	43	302	14.4	30.7	9.22
Août	10.5	38.6	43	320	13.7	28.2	8.91
Septembre	7.4	35.3	55	302	12.6	23.8	6.92
Octobre	3.2	28.8	64	259	11.5	18.6	4.41
Novembre	-0.3	22.1	71	346	10.5	14.2	3.04
Décembre	-4.3	15.9	78	302	9.5	11.8	1.79
Moyenne	2.3	27.3	62	323	12.0	21.9	5.30

- La première formule propose un pourcentage fixe :

$$Pe_{ff} = A * P_{moy}$$

Dans laquelle A est une fraction donnée. En général, A est compris entre 0.7 et 0.9.

- La deuxième formule a été développée à partir de données provenant de zones arides et semi-arides :

$$Pe_{ff} = 0.6 * P_{moy} - 10 \quad \text{pour } P_{moy} < 70 \text{ mm/mois}$$

$$Pe_{ff} = 0.8 * P_{moy} - 25 \quad \text{pour } P_{moy} > 70 \text{ mm/mois}$$

- La troisième est une formule empirique développée localement. Les coefficients utilisés sont déterminés à partir d'une analyse des données climatiques locales:

$$Pe_{ff} = A * P_{moy} + B \quad \text{pour } P_{moy} < x \text{ mm/mois}$$

$$Pe_{ff} = C * P_{moy} + D \quad \text{pour } P_{moy} > x \text{ mm/mois}$$

- La quatrième formule a été mise au point par le département américain de l'agriculture (USDA) :

$$Pe_{ff} = P_{moy} * (1 - 0.2 * P_{moy} / 125) \quad \text{pour } P_{moy} < 250 \text{ mm/mois}$$

$$Pe_{ff} = 125 + 0.1 * P_{moy} \quad \text{pour } P_{moy} > 250 \text{ mm/mois}$$

Tableau III.2: calcul des pluies efficace.

Station <input type="text" value="Mongomo"/>		Méthode Précipitations eff. <input type="text" value="Pourcentage fixé"/>	
	Pluie	Pluie eff.	
	mm	mm	
Janvier	53.9	43.1	
Février	35.7	28.5	
Mars	37.7	30.1	
Avril	26.7	21.4	
Mai	29.0	23.2	
Juin	11.0	8.8	
Juillet	3.6	2.9	
Août	6.9	5.5	
Septembre	17.0	13.6	
Octobre	32.2	25.7	
Novembre	45.8	36.6	
Décembre	50.8	40.6	
Total	350.2	280.2	

Les besoins en eau (B) seront calculés pour chaque culture au moyen du logiciel CROPWAT en y introduisant les paramètres climatiques et culturaux. Les besoins en eau s'expriment en m³/ha.

III.2-2. Données culturales

Le logiciel **CROPWAT** contient un fichier reprenant les caractéristiques culturales d'un grand nombre de cultures. Ces données sont les suivantes :

- Le coefficient cultural, **Kc**, est utilisé pour calculer l'évapotranspiration réelle de la culture. Il est fonction de la plante et de son état végétatif ;
- Le tarissement admissible représente le niveau critique de l'humidité du sol à partir duquel le stress dû au manque d'eau se fait sentir, affectant l'évapotranspiration et la production de la culture. Les valeurs sont exprimées en fraction de l'humidité totale disponible du sol.

III.2-3 Estimation de la réserve en eau utile

$$EU = (\theta_{FC} - \theta_{WP})$$

$$RU = EU * Z_r = (\theta_{FC} - \theta_{WP}) * Z_r$$

$$RFU = RU * f$$

- EU est la teneur en eau utile du sol (mm/m). EU est la différence entre le contenu en eau à la capacité au champ (θ_{FC}) et la teneur en eau au point de flétrissement (θ_{WP}).

- Zr (m), la profondeur d'enracinement maximale, déterminée pour des cultures arrivées à maturité et cultivées sur sol profond.
- RU (mm) est l'eau accessible aux végétaux dans le volume de sol exploité par leurs racines.
- La réserve facilement utilisable (RFU) est la quantité d'eau qu'une plante peut extraire d'un sol sans que sa production ne soit affectée de façon notable. Elle est définie par l'introduction d'un coefficient empirique, f. Ce coefficient représente le risque potentiel de soumettre la plante à un stress hydrique et est fonction de la culture. Il est généralement admis de lui donner une valeur de 2/3.

III.3. Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau des parcelles

Lorsque les besoins en eau des cultures tout au long de leur phase de croissance sont connus, il reste à estimer les quantités d'eau d'irrigation à fournir au niveau de la parcelle. Pour ce faire, il est nécessaire d'en connaître les données pédologiques. Celles-ci permettront de déterminer la capacité de stockage de l'eau dans le sol et par-là même de déterminer la dose d'irrigation à appliquer selon une fréquence définie par l'agriculteur de façon à couvrir les besoins en eau des cultures.

Les paramètres nécessaires sont les suivants:

- le type de sol ;
- la teneur en eau utile (EU) ;
- la profondeur d'enracinement (Zr) ;
- la vitesse maximale d'infiltration de l'eau dans le sol (Ksat) ;
- le pourcentage de tarissement initial du sol (q initiale).

Qtés totale (m³) = B (m³/ha) * Surface de la parcelle irriguée (ha)

L'irrigation d'appoint se distingue de l'irrigation pérenne par le fait qu'elle consiste à apporter une petite quantité d'eau aux cultures pour palier à l'insuffisance des précipitations, dans le but de stabiliser les rendements. Elle ne pourrait à elle seule permettre aux cultures d'arriver à maturité, mais elle complète les précipitations et l'irrigation classique. L'effet de l'irrigation d'appoint est maximal lorsqu'elle est pratiquée à un stade critique du développement de la culture (floraison, maturation, etc.

III.4. Efficience de l'irrigation

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

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

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

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

Avec: E_t : Efficacité d'irrigation en (%)

E_e : Efficacité de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

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

On considère une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égalé à 0.75.

L'évaluation des besoins nets en eau des cultures se fait par le logiciel CROPWAT 8.0

Tableau III.3: Représentation de l'assolement choisi.

Culture		Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Céréales	Ble			←									
	Orge			←									
Cultures maraichères	Tomate							←					→
	Pomme de T	←			→		←					→	

Tableaux III.4: Tableau récapitulatifs des calculs des réserves facilement utiles.

cultures	S (ha)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Blés	36.207 K _C						0.7	1.05	1.05	0.65			
ETM(mm/j)							0	4.44	5.66	4.7255			
RFU(mm)							0	70	70	70			
Orge	7.3175 K _C						0.7	1.05	1.05	0.65			
ETM(mm/j)							0	4.44	5.66	4.7255			
RFU(mm)							0	70	70	70			
Tomate	10.162 K _C							0.4	0.7	1.05	1.05	0.6	0.91
ETM(mm/j)								1.69	3.773	7.6335	8.505	5.532	8.1081
RFU(mm)								54.6	42	42	29.4	42	29.4
P.tere S	8.4 K _C						0.5	0.75	1.05	0.9	0.75		
ETM(mm/j)							1.32	3.17	5.66	6.543	6.075		
RFU(mm)							19.5	15	15	15	15		
P.tere C	3.6 K _C	0.75	0.95	0.9	0.7								
ETM(mm/j)		5.02	4.329	2.6477	1.295								
RFU(mm)		0	15	19.5	19.5								

Tableaux III.5: Tableau récapitulatifs des calculs des besoins nets et bruts.

cultures	S (ha)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Tot	Bbrut (m ³)
Blés	36.21						0.7	1.05	1.05	0.65					
Bnett(mm)							0	37.49	78.39	53.29				169.16	
Bbrut(mm)							0	49.98	104.51	71.05				225.55	81665.03
Orge	7.32						0.7	1.05	1.05	0.65					
Bnett(mm)							0	37.49	78.39	53.29				169.16	
Bbrut(mm)							0	49.98	104.51	71.05				225.55	16509.53
Tomate	10.16							0.40	0.70	1.05	1.05	0.60	0.91		
Bnett(mm)								0.00	49.79	171.44	246.37	168.59	245.85	882.04	
Bbrut(mm)								0.00	66.39	228.58	328.47	224.79	327.80	1176.03	119484.65
P.tere S	8.40						0.50	0.75	1.05	0.90	0.75				
Bnett(mm)							0.00	53.15	133.39	164.63	173.45			524.62	
Bbrut(mm)							0.00	70.86	177.85	219.51	231.27			699.4	58757.16
P.tere C	3.60	0.75	0.95	0.90	0.70										
Bnett(mm)		142.10	89.07	25.98	0.00									257.15	
Bbrut(mm)		189.47	118.77	34.64	0.00									342.88	12343.68
Besoins totale net et brute															
Bnett(mm)		142.10	89.07	25.98	0.00	0	0	128.12	339.95	442.65	419.82	168.59	245.85	2002.13	
Bbrut(mm)		189.47	118.77	34.64	0.00	0	0	170.83	453.26	590.20	559.74	224.79	327.8	2669.5	288763.05

III.5. Les besoins en eau des assolements

On a obtenu les besoins annuelle finale (bruts) par les calculs des besoins annuels nets dont on prend en considération l'efficience d'irrigation qui est égal à 75% tel que les besoins nets égal à 75% des besoins bruts, les résultats sont repérés au **Tableau III.10**

III.6. Les besoins en eaux de lessivage

D'après les calculs de lessivage dans le chapitre précédent on à :

$$L_r = 12\% \text{ETM}$$

$$\text{Donc } L_r = 0,12 \times 16299,70 = 1955,96 \text{m}^3.$$

$$\text{Alors } B_{(\text{brut})} (\text{tot}) = 288763,05 + 1955,96 = 290719 \text{m}^3.$$

$$\text{Donc : } \mathbf{B_{(\text{brut})} (\text{tot}) = 290719 \text{m}^3.}$$

III. 6.Comparaison entre les besoin du périmètre et la capacité de la retenu

La surface totale du périmètre étudier est 80 ha et celle apte a l'irrigation d'après l'étude pédologique est seulement 69 ha, la capacité totale destinée a l'irrigation de la retenu est 316746 m³, et nous besoins sont 290719 m³.

Sur la base de ces données et les besoins totaux des cultures calculées, l'exploitation agricole du périmètre va être gérée de telle manière à satisfaire les besoins sans le risque de l'abaissement brusque du niveau normale de la retenu.

III. 7.Calcul de débit spécifique

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

$$qs = \frac{B_m}{T * t * 3,6 * K} \text{ en}(l / s / \text{ha}).$$

Tels que :

B_m : Besoins mensuels maximum net en m³/Ha ;

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

t : Durée d'irrigation en jours =30jours ;

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

D'ou:

- Le mois de pointe est mai ;
- Les besoins de pointe sont de 590,20mm ;
- Le débit spécifique q_s de l'assolement est trop important 2,73 l/s/ha, on choisira le débit spécifique de la culture la plus exigeante.

La culture la plus exigeante est la Tomate donc :

$$q_s = \frac{228,58 * 10^4}{20 * 30 * 3600} = 1,05 \text{ l/s/ha}$$

D'après les limites de débit spécifique qui sont :

$$0,6 \text{ l/s/ha} < q_s < 1,5 \text{ l/s/ha}$$

Donc notre débit est valable alors $q_s = 1,05 \text{ l/s/ha}$

Conclusion

L'évaluation quantitative des besoins en eau d'irrigation, nécessite de prendre en compte l'information météorologique pédologique et culturale. L'étude des besoins en eau permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoins en eau.

Cette étude à pour but principal de déterminer les besoins des cultures ainsi le volume nécessaire pour le mois de pointe apporter pour les différentes cultures à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0, et l'on comparer avec la capacité de la retenue dont les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocke au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre.

Chapitre IV :

Schéma d'aménagement et équipement du périmètre

Introduction

Le réseau collectif de distribution d'eau est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages. Le développement de ces réseaux de distribution par les conduites sous pression est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes.

C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée sur l'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression.

IV.1.Modalité de distribution

IV.1-1.L'irrigation à la demande

Cette technique (choisie de notre périmètre) laissant le choix à l'agriculteur d'utiliser sa propre borne (prise) d'irrigation en temps opportun. C'est le mode le plus couramment retenu, néanmoins, très complexe, car les appels de débits sont totalement aléatoires.

La Modalités de distribution retenue est l'irrigation à la demande.

IV.1-2.L'irrigation au tour d'eau

C'est un mode de desserte spécifique et très rigide, il en existe deux types :

- Avec un tour d'arrosage, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la surface irriguée.
- Avec un tour d'arrosage à module variable sur tout le réseau : dont les conduites de desserte sont calculées de manière à obtenir un fonctionnement continu au cours du tour d'eau et en fonction de la surface irriguée.
 - L'inconvénient de ce mode, est le respect de tour d'arrosage, qui nous mène à concevoir un organisme de contrôle. Pour apporter une solution adéquate à ce problème, nous devons prévoir deux modalités :

IV.1-2.1.Tour d'arrosage à la borne

Chacune des bornes du réseau reçoit un débit correspondant au débit fictif continu des superficies irriguées qu'elles desservent. Ce débit constitue alors, le module qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne et pendant des durées proportionnelles aux superficies desservies. Chaque borne est équipée d'un limiteur de débit commun aux différentes prises.

IV.1-2.2.Tour d'arrosage à l'antenne

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles lors de l'application des modalités précédentes, pourront être trop faibles, d'où l'option de regrouper plusieurs bornes sur une seule antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux

superficiés irriguées, desservies par cette antenne, constituera le module d'irrigation, successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

Dans le cadre de notre projet, on adopte une distribution d'eau d'irrigation à la demande, caractérisée par une souplesse, en laissant l'irrigant utiliser selon sa convenance sa prise d'irrigation.

IV.2. Adduction

La conduite d'adduction permet d'alimenter les terres agricoles du périmètre de **Rebaia** en eaux d'irrigation. L'analyse du relief de la zone d'étude, ou plus précisément, du parcours entre le site de la source d'eau (retenue collinaire de Rebaia) et l'entête du périmètre à irriguer nous instruit au préalable sur la configuration du système d'adduction qui servira à véhiculer l'eau entre les deux bouts.

Le site de production (chambre des vannes) se trouvant à une cote de 890m.

IV.2-1.Choix de tracé

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction (CH V – N1) il sera tenu compte de certains impératifs que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- Eviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression.
- Eviter les forêts, bois et zones marécageuses.
- Eviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

IV.3.La méthodologie de dimensionnement

Pour l'objectif la détermination des diamètres des conduites des dessert, ce traitement a été basé sur les éléments et les hypothèses suivants :

- Le tracé du réseau (la longueur de chaque tronçon) ;
- Le débit à transiter sur chaque tronçon ;
- La surface des îlots desservis par le tronçon ;
- Les pertes de charges totales dans le tronçon ;
- Les conditions limites aval ; la charge minimum à assurer aux bornes ;
- Les conditions limites amont ; la cote charge disponible à l'entrée du réseau ;
- Les côtes de terrain naturel des bornes.

IV.4. Calcul des débits des tronçons

IV.4-1.La méthode

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

IV.4-2.Découpage des îlots

Le terme « Ilot d'irrigation » décrit l'unité Hydro – agricole alimentée par une seule prise d'irrigation.

La prise (ou borne) d'irrigation représente le point limite du système de distribution ou l'administration du réseau d'irrigation intervenant dans la gestion de l'eau.

Donc le découpage des îlots sera basé sur le parcellaire existant, tel qu'il a été établi par l'étude foncière qui est comme suite :

- La délimitation du périmètre de 69 ha a se trouve sur le territoire de la commune de Rebaia. L'altitude du périmètre varie de 850 m à 900 m
- La structure foncière du périmètre est représentée par le secteur privé et comprend plusieurs Propriétaires identifiés.

Tableau IV.1 : Les différentes Parcelles du périmètre.

N° parcelle	propriétaire	surfaces (ha)
1	privé	2,42
2	privé	6,07
3	privé	3,92
4	privé	3,30
5	privé	3,62
6	privé	7,23
7	privé	7,32
8	privé	4,82
9	privé	4,82
10	privé	3,86
11	privé	8,4
12	privé	4,82
13	privé	5,34
14	privé	3,6
	Totale	69,54

Nous considérons d'abord les différents facteurs concernant le dimensionnement et le découpage des îlots et examinons par la suite la situation foncière de la zone d'étude, avec un découpage provisoire des îlots selon les principes indiquée ci- dessous :

a) Taille des îlots d'irrigation

Comme il vient d'être indiqué ci-dessus la taille des îlots d'irrigation variera selon les possibilités pratiques de découpage des îlots en fonction de la situation foncière existante .en outre ; la taille de l'îlot doit -être déterminée en fonction des facteurs suivants :

- Le débit fictif continu en relation avec le débit d'équipement de la prise ;
- Le nombre d'exploitations qui partagent une seule prise.

b) Débit fictif continu

Le débit fictif continu à la parcelle, est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante.

c) Débit d'équipement

Le débit fourni par la prise doit correspondre à une main d'eau compatible avec le système d'irrigation adopté au niveau de l'exploitation. Plusieurs facteurs peuvent faire varier la valeur à choisir pour le module ; le premier de ces facteurs, est la méthode d'arrosage, plus elle est perfectionnée, plus le module pourra être réduit ; si les surfaces à mettre en eau sont petites on peut judicieusement donner de petites quantités d'eau.

Le module est également à déterminer en fonction de l'état général du sol, et de sa pente. On peut choisir un petit module lorsque le sol est bien nivelé et la pente convenable.

La perméabilité du sol est le facteur prédominant, normalement, les mains d'eau plus grandes ne sont nécessaires que sur les grands bassins avec des sols relativement perméables.

En résumé, le problème est de choisir pour le module une valeur satisfaisante aux conditions cité ci – dessus.

On note que ces conditions, ont été déjà définies dans les paragraphes précédents. Le module, pour rester commode, pratique et économique on a opté pour une main d'eau qui doit se situer entre 10 et 20 l/s.

d) Taille de l'îlot

Les classes de taille de l'îlot ainsi que les débits d'équipements sont indiqués au tableau suivant :

Tableau IV.2 : Débits normalisés des prises.

Taille de l'îlot S (ha)	Débit d'équipement de la prise (l/s)
$S \leq 15$	15
$15 < S \leq 20$	20
$20 < S \leq 25$	25
$25 < S \leq 30$	30

En dehors de la période de pointe, le débit fictif continu exigé au niveau de l'îlot sera inférieur au débit équipé au niveau de la prise, ceci peut arriver aussi lors de la période de pointe dans les cas suivants :

- La superficie de l'îlot est inférieure à la superficie nominale correspondant au débit de la prise (cas sortant des plus petits îlots) ;
- Le plan de cultures est moins intensif que celui supposé pour le dimensionnement de la prise.

Dans ces conditions, le volume fourni à l'îlot doit être ajusté aux besoins soit par une diminution du débit fourni en continu, soit par l'introduction d'un tour d'eau au niveau des prises, ou bien encore par une combinaison des deux.

e) Découpage des îlots

Le découpage des îlots devrait être effectué en respectant les principes suivants :

- Les limites des îlots suivant les limites de parcelles telles qu'elles sont indiquées sur les plans parcellaires.
- Les tailles des îlots sont conformes aux classes de superficies définies dans les sections précédentes.
- Une limite d'un îlot ne doit pas diviser une exploitation ou propriété d'un seul tenant à moins que la taille de celle –ci dépasse la superficie maximum admise pour un îlot.
- Dans le cas où une grande exploitation privée doit – être divisée en deux îlots ou plus, ces îlots sont la mesure du possible de la même taille.

f) L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par conduites qui suivent les limites de ces îlots. Par conséquent, la prise serait toujours située sur la limite de l'îlot, sur le côté amont ; dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

La borne est placée sur le côté haut de l'îlot, dans une position aussi centrale que possible. Cependant, on tient compte aussi de la facilité d'accès à

la borne à partir d'une route ou piste existante. Ce critère, de même que la topographie, conduit parfois à placer la borne dans un coin de l'îlot. Dans certains cas, la disposition du réseau fait que le point haut de l'îlot est éloigné de la borne. Dans le cas d'une borne qui dessert plus d'une exploitation, la borne est positionnée, dans la mesure du possible, sur la limite entre les exploitations.

IV.5.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution

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

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

IV.5-1.Calcul Des Diamètres

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

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

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

Puis on corrige la vitesse.

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

IV.5-2.La vitesse admissible

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

- La recherche d'économisée le coût d'investissement.
- Les risqué de corrosion.
- En général dans le projet d'irrigation on prend la vitesse entre (0,5-2) m/s.

IV.5-3.Calcul des pertes de charges

a) Pertes de charge linéaires

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de:

- Diamètre D de la conduite en (m);
- Débit Q en (m³/s);
- La rugosité absolue ξ exprimée en mm;
- La longueur du tronçon L en (m).

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Formule de Darcy-Weisbakh})$$

- V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).
- ΔH_l : Pertes de charge linéaires en (m)
- I: gradient hydraulique en (m/m)
- Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:
- $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \text{Log}\left(\frac{\varepsilon}{3,7 * D} + \frac{2,51}{R_e * \sqrt{\lambda}}\right)$ (Formule Colebrook) .
- R_e : Nombre de Reynolds ;

$$R_e = \frac{V * D}{\nu}$$

- V : vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s) ;
- D : diamètre de la conduite (m) ;
- ν : viscosité cinématique de l'eau (10⁻⁶m²/s).
- ε : Rugosité absolue de la conduite
- ξ : Rugosité absolue ; 0,046 mm. (Conduite en acier).

b) Pertes de charge singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,.....) Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adduction ou conduite longue.

$$\Delta H_s = 0,1 * \Delta H_l$$

c) Pertes de charge totales (ΔH_t)

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$\begin{aligned} \Delta H_t &= \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,1 * \Delta H_l \\ \Rightarrow \Delta H_t &= 1,1 * \Delta H_l \end{aligned}$$

La pression minimale de service d'irrigation à la parcelle dans notre périmètre est basée à l'irrigation par aspersion ($P_{\min}=3\text{bars}$).

IV.6.Matériaux de construction des canalisations

IV.6-1. Choix du matériau des conduites

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

IV.6-1.1.Les matériaux

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint.

Nous utiliserons les conduites en PVC (polychlorure de vinyle non plastifié) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 500 mm et inférieur à 25 Bars.

a) Conduites en fonte

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides ;
- L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponible sur le marché.

b) Conduites en acier

- Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose ;
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement) ;
- Leur inconvénient est la corrosion.

c) Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)

- Bonne résistance à la corrosion ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile ;
- Leur inconvénient est le risque de rupture.

d) Avantages des canalisations en PEHD

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

IV.6-2.Diamètre

Les diamètres des conduites d'adduction et de desserte sont définis en tenant compte des conditions suivantes:

IV.6-2.1.La desserte gravitaire

Le choix du diamètre des conduites est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans les canalisations soit admissible et comprise entre : 0,2 à 2,00 m/s, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique : risque de coups de bélier violents lors des changements brusques du régime d'écoulement ou difficulté d'alimenter correctement les points à desservir.

Après avoir fixé les vitesses d'écoulement, le diamètre sera choisi de façon à ce que les pertes de charges dans le tronçon de desserte doivent avoir une valeur qui permettra d'assurer une pression suffisante pour le bon fonctionnement des équipements d'irrigation prévus.

IV.6-3.Vérification de l'écoulement

Par l'utilisation de logiciel **EPANET 2.0 (v. Française)** on fait la simulation pour vérifier les résultats calculés manuellement logiciel fonctionne par introduction des données suivant :

- Les coordonnées des bornes et des sources d'eau (X ; Y ; Z) ;
- On relie les bornes entre eux par des conduites qu'elles appellent des arcs
- Introduire les caractéristiques des arcs (rugosités, longueurs, diamètres...)
- Puis en introduire la courbe de modulation qui est le paramètre qui nous donne quand on a l'heur de pointe, pour retiré les vitesses, les pertes de charges, les pressions pendant l'heur de pointe.
- On analyse les résultats de simulation si les paramètres sont aux normes on les prendre si non on va modifier sur les diamètres ou les altitudes pour corrigé le régime d'écoulement.

Remarque : On résume les résultats des calculs aux tableaux récapitulatifs :

N° (3, 4, 5 et 6) ; et on représente une image sur la figure IV.1 et figure IV.2 qu'ils donnent les résultats de la simulation avec EPANET2.0

Tableau IV.3 : Calcul hydraulique de premier tronçon.

conduites	du nœud	au nœud	Longueur (m)	diamètre (mm)	débits (l/s)	vitesse (m/s)	gradient (m/Km)	pertes de charge totale (m)	matériaux
C-1	CH	N1	576	400	73.02	0.68	0.96	0,553	PVC
C-2	N1	B1	208.76	160	19.38	0.72	2.45	0,511	PVC
C-3	B1	B7	736.49	180	15.6	0.72	2.75	2,025	PVC
C-4	B7	B8	655.19	125	7.92	0.76	4.69	3,073	PVC

Tableau IV.4 : Calcul hydraulique de deuxième tronçon.

conduites	du nœud	au nœud	Longueur (m)	diamètre (mm)	débits (l/s)	vitesse (m/s)	gradient (m/Km)	pertes de charge totale (m)	matériaux
C-5	N1	B2	324.25	315	53.64	0.81	1.75	0,567	PVC
C-6	B2	N2	181.79	250	42.42	1.01	3.44	0,625	PVC
C-7	N2	B3	105.33	90	5.06	0.97	11.19	1,178	PVC
C-8	N2	N3	278.45	225	37.36	1.1	4.53	1,261	PVC

Tableau IV.5 : Calcul hydraulique de troisième tronçon.

conduites	du nœud	au nœud	Longueur (m)	diamètre (mm)	débits (l/s)	vitesse (m/s)	gradient (m/Km)	pertes de charge totale (m)	matériaux
C-9	N3	B4	86.88	110	8.27	1.02	9.32	0,810	PVC
C-10	N3	B5	183.51	160	9.11	0.54	1.88	0,345	PVC
C-11	N3	N4	564.37	200	19.98	0.75	2.59	1,462	PVC
C-12	N4	B6	134.31	110	7.6	0.94	8.01	1,076	PVC
C-13	N4	B9	472.4	140	12.38	0.94	6.07	2,867	PVC
C-14	B9	B10	105.75	110	6.37	0.79	5.98	0,632	PVC

Tableau IV.6 : Calcul des débits et des pressions de la borne.

bornes	surface (ha)	qs (l/s/ha)	débits (l/s)	X (m)	Y (m)	Altitudes (m)	Cote piézo (m)	pressions (Bar)
CH	/	/	73.02	-52.59	475.87	890	890	0
B1	3.60	1.05	3.78	677.429	299.68	844.91	888.94	4.40
B2	4.2	1.05	11.22	789.24	553.32	845.83	888.88	4.30
	5.34	1.05		789.24	553.32			
B3	4.82	1.05	5.06	1020.83	630.85	854.24	887.07	3.28
B4	4.82	1.05	8.27	1130.23	383.86	846.55	886.18	3.96
	3.05	1.05		1130.23	383.86			
B5	4.82	1.05	9.11	1202.11	613.29	855.1	886.65	3.16
	3.85	1.05		1202.11	613.29			
B6	7.23	1.05	7.6	1593.05	444.85	850.94	884.45	3.35
B7	7.31	1.05	7.68	1322.35	269.7	847.88	886.91	3.90
B8	3.92	1.05	7.92	1860.3	175.72	851	883.84	3.28
	3.62	1.05		1860.3	175.72			
B9	2.42	1.05	6.01	1996.2	446.06	851	882.66	3.16
	3.30	1.05		1996.2	446.06			
B10	6.06	1.05	6.37	2076.67	377.45	851.2	882.03	3.08
N1	/	/	0	522.26	439.33	841.41	889.45	4.80
N2	/	/	0	954.48	549.05	848.19	888.25	4.00
N3	/	/	0	1203.99	429.79	848.07	886.99	3.89
N4	/	/	0	1577.09	578.21	849	885.53	3.65

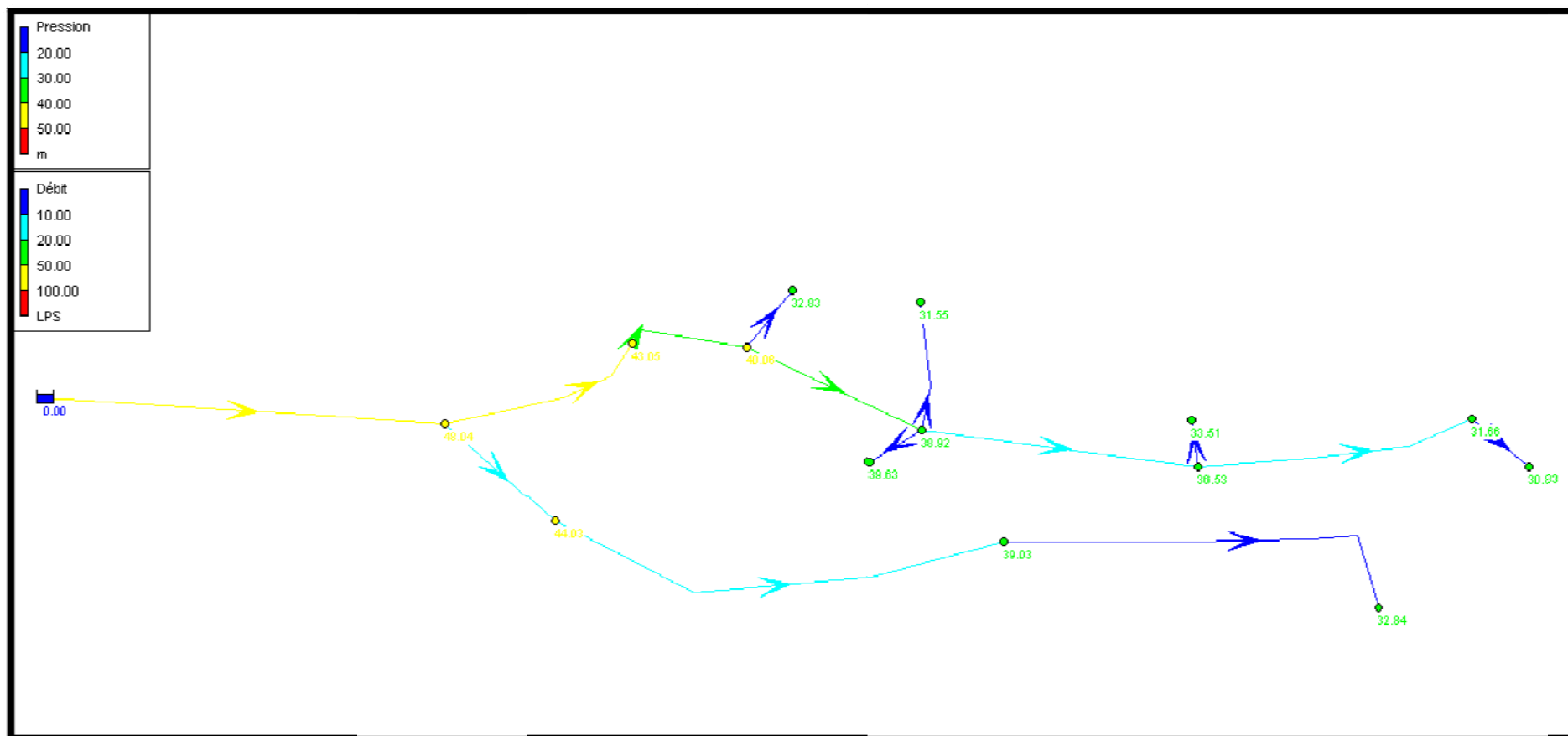


Figure IV.01 : Résultat de simulation qui interprète l'état de réseau (valeurs des bornes).

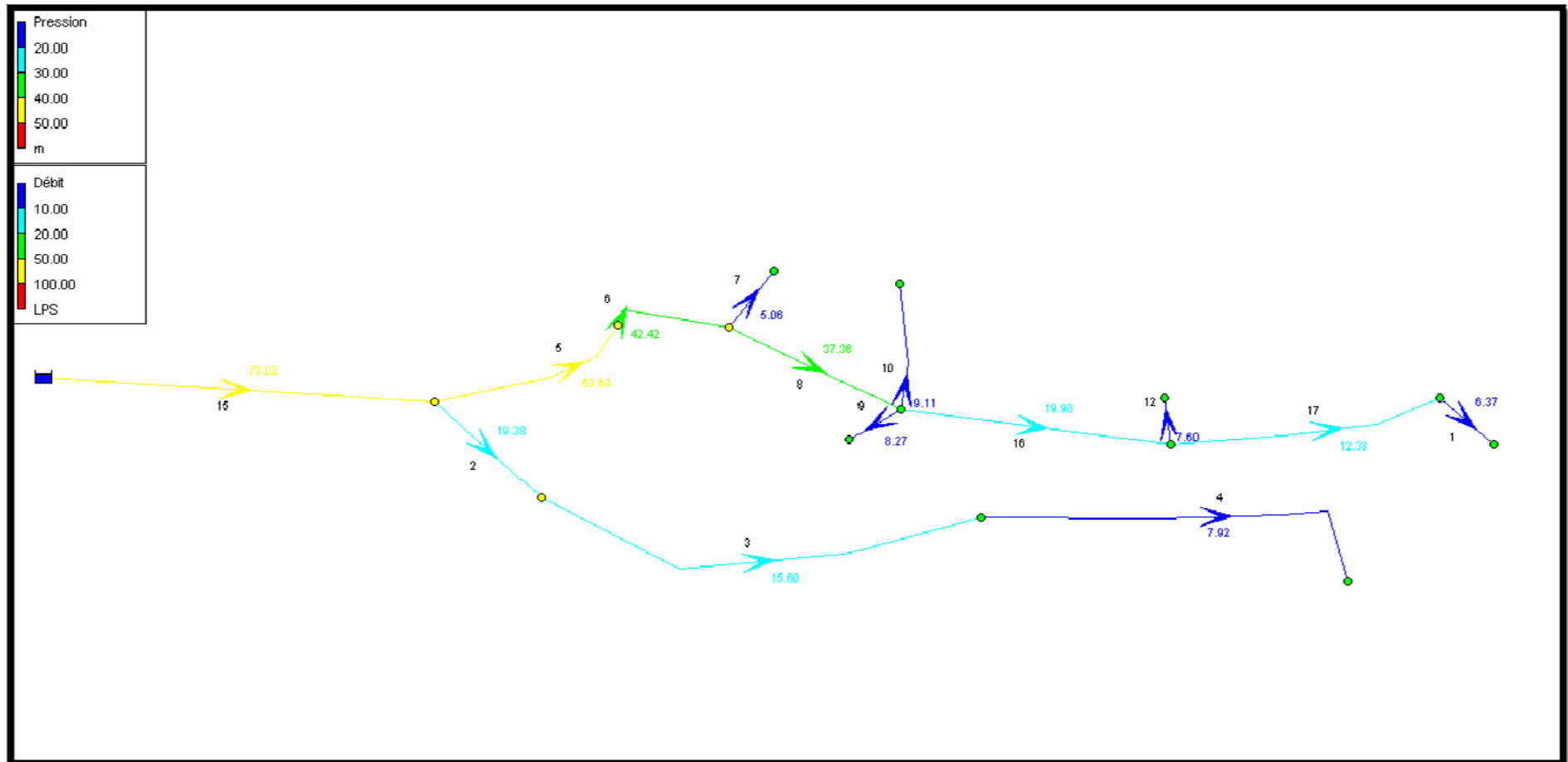


Figure IV.02 : Résultat de simulation qui interprète l'état de réseau (valeurs des conduites).

IV.7.Equipements hydromécaniques

Pour assurer le bon fonctionnement, ainsi que la protection du réseau de distribution, nous prévoyons l'installation des équipements hydromécaniques tels que :

a) La borne d'irrigation

Le réseau de distribution aboutit à des bornes d'irrigation de type horizontal. Ce choix est du aux grandes parcelles du périmètre et aux ilots dont les parcelles appartiennent à un seul propriétaire.

La borne peut être équipée par une seule sortie et comprend :

- Une manchette en acier à deux (02) brides ;
- Un coude $\frac{1}{4}$ en acier à deux brides ;
- Un robinet vanne à opercule ;
- Un compteur ;
- Un limiteur débit.

L'ensemble de cet équipement sera logé dans une buse en béton armé de diamètre 800mm. Le compteur sera sous abri conçu à part et muni d'un couvercle de sécurité.

On utilisera des bornes de calibre DN65mm pour un débit inférieur à 4l/s et de calibre DN80mm pour un débit compris entre 4l/s à 8l/s.

b) Venteuses ou soupapes d'échappement

Aucune protection spéciale n'est prévue sur le réseau, seul l'évacuation de l'air sera assurée par les ventouses automatiques. Elles seront en DN40 est équipés tous les points hauts.

c) Vidanges

Des vidanges équipent tous les points bas des conduites. Elles comportent des robinets vannes du type à opercule PN10 monté sur une tubulure de dérivation dont le diamètre sera fonction de diamètre de la canalisation principale.

- Pour les conduites de 400mm à 500mm, la vidange sera en DN110mm ;
- Pour les conduites de 300mm à 400mm, la vidange sera en DN100mm ;
- Pour les conduites de 200mm à 250mm, la vidange sera en DN80mm ;
- Pour les conduites inférieurs à 200mm, la vidange sera en DN50mm.

d) Vanne de sectionnement

Elles permettent la régularisation des modules d'irrigation dans les tronçons du réseau de desserte ; ces vannes seront de type à opercule PN10 pour les diamètres inférieurs ou égaux à 400mm pour un raison économique.

Tableau IV.7 : Les linéaires des conduites de distribution.

Matériaux	Diamètre (mm)	Longueurs (m)
PVC	400	576
PVC	315	325
PVC	250	182
PVC	225	279
PVC	200	565
PVC	180	737
PVC	160	393
PVC	140	473
PVC	125	656
PVC	110	328
PVC	90	106
Totale		4620

Tableau VI.8 : Les pièces spéciales.

pièces spéciales	quantités	diamètres (mm)
vannes	1	400
	1	400
	1	300
	1	250
	1	140
bornes	14	80
	3	65
ventouses	1	40
	1	40
	1	40
vidanges	1	110
	1	100
Totale	27	

Conclusion

Le réseau d'irrigation projeté est de type ramifié avec distribution à la demande et il couvre les besoins en eau du périmètre pendant la période de pointe sur une superficie d'environ de 70 ha.

Ce réseau est conçu pour une utilisation de l'eau par gravité à partir de la chambre de vanne projeté avec le barrage (CVB)

Le réseau de distribution est formé d'une conduite principale est de conduites secondaires en PVC de diamètres variables et de pression nominale PN10 bars desservant des bornes d'irrigation projetées au niveau des ilots d'irrigation.

Chapitre V

Choix de technique et projection de système

Choix de technique

Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère, par ce moyen réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes. Mais quelque soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage et compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

V.1. Techniques d'arrosages

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

- Irrigation de surface (par gravité) ;
- Irrigation par aspersion ;
- Irrigation souterraine ;
- Irrigation localisée (goutte à goutte).

Dans notre projet on va utiliser l'irrigation localisée car on a l'eau salée donc on le risque sur les feuilles des plantes.

V.1-1. Avantages

I. Agronomiques

- Bonne humidité du sol sans gêner l'aération ;
- Fertilisation par des engrais incorporés avec l'eau ;
- L'atmosphère au voisinage des cultures agricoles n'est pas saturée ;
- D'humidité comme l'aspersion.

II. Cultureux

- Les activités culturales ne sont pas gênées par les arrosages ;
- Cette technique est compatible avec les cultures faites sous paille ou sous paillage plastique, les rampes se trouvant sous le couve.

III. Economiques

- Economie de l'eau ;
- Augmentation de rendement agricole ;
- Coût d'exploitation faible ;
- Réduction des investissements par rapport à l'aspersion ;
- La facilite de l'automatisation complète des arrosages ;
- Indépendance complète vis-à-vis des irrégularités du relief.

V.1-2.Inconvénients

- L'obstruction des goûteurs pour certains procédés (goutte à goutte) ;
- Accumulation des sels ;
- Difficulté à déterminer le volume minimal de sol à humidifier.

V.2.Dispositions générale

La disposition principale de l'arrosage localisé est :

Une conduite principale (alimentée sous faible pression) alimente plusieurs lignes secondaires "rampes" qui sont disposées au fond de rigoles peu profondes tracées parallèlement adoptes dépend de la plantation.

V.3.Schéma type d'un réseau d'irrigation localisée

Un réseau d'irrigation localisée comprend de l'avant vers l'aval :

- 1) Un point d'eau qui est soit une borne de réseau collectif sous pression, soit une station de pompage et mise en pression (sur cours d'eau, puits...).
- 2) Une installation de tête qui assure le conditionnement du débit grâce aux éléments suivants :
 - ✓ Vanne d'arrêt ;
 - ✓ Régulateur de pression ;
 - ✓ Limiteur de débit ;
 - ✓ Compteur d'eau ;
 - ✓ Injecteur d'engrais ou une pompe doseuse d'engrais liquide ;
 - ✓ Unité de filtration constituée de 1 ou plusieurs filtres équipés en amont et en aval de manomètre de contrôle.
- 3) Une canalisation principale qui permet de desservir grâce à des vannes réparation. Un ou plusieurs postes pouvant si nécessaire être subdivisés en sous postes.
- 4) Un ou plusieurs portes rampes à l'aval de chaque vanne qui constituent un poste ou un sous poste ;
- 5) Des rampes qui équipent chaque porte rampe, soit d'un seul côté soit des deux côtés.
- 6) L'ensemble du porte rampe et des rampes qui l'équipent est appelé herse. Voir **figure V.1**.

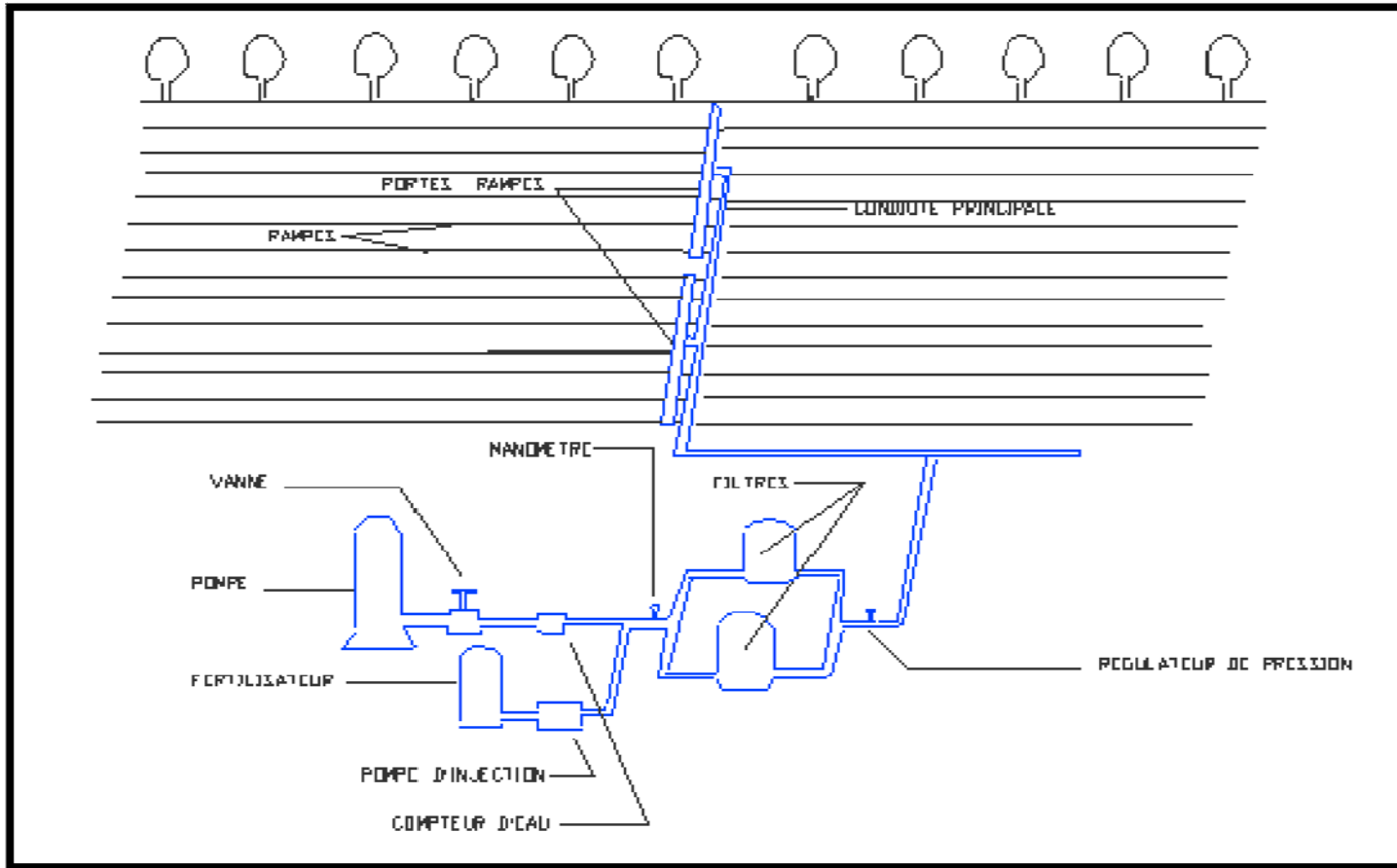


Figure V.1 : schéma explicative de réseau goutte à goutte.

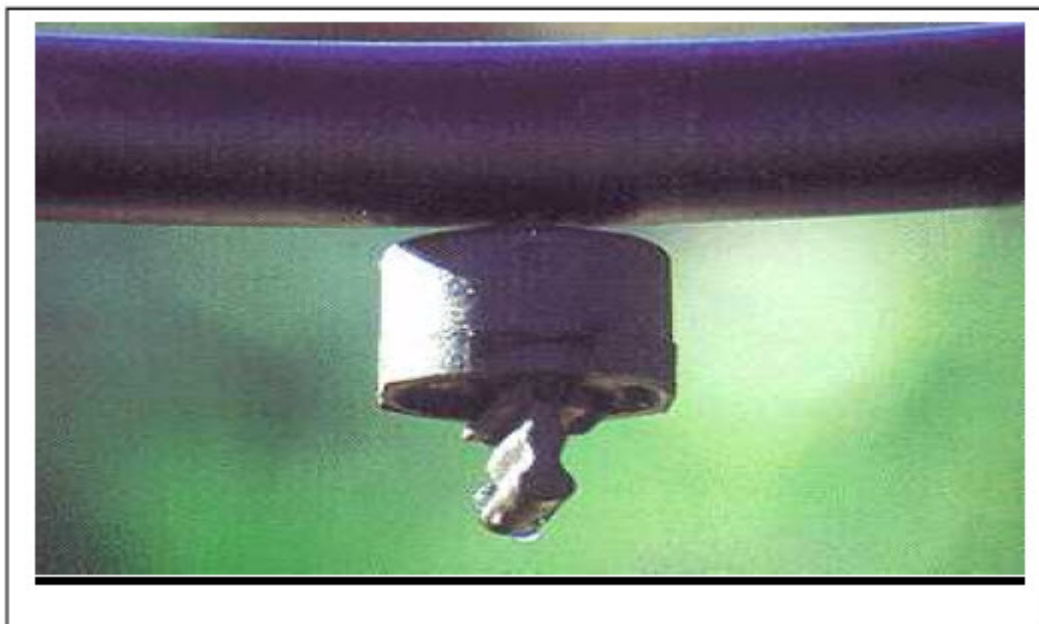


Figure V.2 : schéma explicative d'un goutteur.

V.4 Quelques systèmes d'irrigation localisée

V.4-1. Système de goutte à goutte

C'est une technique qui consiste à fournir de l'eau filtrée directement à la surface ou à l'intérieur du sol par l'intermédiaire d'un distributeur qui appelle goutteur. Ce dernier est fixe sur une rampe qui est règle générale posée sur le sol, le long de la rangée de culture à irrigué.

Exceptionnellement, la rampe peut être enterrée, les goutteurs qui restent en surface doivent alors être montés sur des dérives verticales appelées prolongateurs.

L'écoulement peut se faire de façon contrôlée, mais le débit doit être resté assez faible pour pouvoir s'infiltrer qu'aussi ponctuellement appréciables. Ce débit dépend donc essentiellement des caractéristiques du sol. L'extension latérale du bulbe est d'autant plus grande que la texture est fine, les goutteurs en ligne ne peuvent être montés que sur une rampe de diamètre déterminé.

V.4-2. Système Bas-Rhône

Le distributeur, qui est un ajutage est fixe sur une rampe qui est normalement posée au fond d'une rigole triangulaire de faible profondeur, parallèlement à la rangée.

Les ajutages sont calibrés de façon précise et peuvent être choisis dans une gamme de diamètre (1,4 à 2,2) à fin d'obtenir des débits sur toute la longueur de la rampe. De petits barrages enterrés permettent de délimiter dans la rigole des biefs de l'ordre de 4 à 7m de longueur, et de maintenir la rampe au fond de la rigole, chaque

bief est alimenté par un ajutage recouvert d'un manchon brise-jet. Le débit de l'ajutage est déterminé en fonction du type de sol de façon qu'à chaque arrosage l'eau se répartisse sur toute la longueur de bief. La rampe est généralement constituée par un tuyau 23×25 mm. La filtration est limitée à un simple tamisage à 500µ.

V.4-3.Système d'irrigation par Mini-Diffuseurs

Le distributeur qui est un mini diffuseur, est fixé sur une rampe qui peut se trouver soit en surface, soit enterrée. Les mini-diffuseurs sont soit être montés sur des prolongateurs, souvent aussi que la rampe soit enterrée ou non, les mini-diffuseurs sont fichés dans le sol, à l'extrémité de conducteurs.

V.4-4.Système d'irrigation par Gorgees

Les distributeurs sont des orifices de 1mm de diamètre munis de brise-jets, qui délivrent périodiquement et plusieurs fois par jour un volume d'eau de l'ordre de quelques litres. La pression de distribution est très faible, de l'ordre de 2m.

Chaque rampe est branchée sur un réservoir alimenté en continu par le réseau et qui, grâce à un dispositif de siphonage particulier a un débit élevé de vidange. Il en résulte une succession de remplissage lents et de vidanges rapides, qui détermine des arrosages très courts à intervalles de temps réguliers.

V.5.Domaine d'utilisation

Le domaine d'utilisation de chacune de ces systèmes dépend essentiellement de la qualité de l'eau, soit de la nature du sol, soit enfin de la rampe.

V.5-1.Qualité de l'eau

- Tous les systèmes conviennent.
- L'obstruction risque de devenir une sujétion, importante pour le système goutte à goutte.

V.5-2.Nature du sol

Les mini-diffuseurs conviennent plus particulièrement aux sols qui ont une grande perméabilité ou une faible capacité de rétention.

IV.5-3. Pente

Une pente supérieure à 5% le long des rampes ne convient pas au système Bas-Rhône, ni d'ailleurs aux gaines dont la pression de fonctionnement est faible.

V.6.Choix de système d'irrigation localisée

On distingue trois facteurs limitant :

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

a) Climat**1) Température**

En hiver la goutte à goutte ne permet pas la protection antigél.

En été, l'évaporation intense condamne l'aspersion, tan dis que la goutte à goutte et procède Bas-Rhône sont très adaptés.

2) Le vent

Le vent représente aussi une contrainte importante. Il favorise surtout l'irrigation de surface ou par gravité, par contre il est un facteur limitant pour l'irrigation par aspersion, c'est-à-dire que si la portée du jet d'eau est importante, la répartition de cette eau sur la surface du sol sera non uniforme. La lutte contre ce phénomène peut se faire par l'aménagement de brise-vent.

3) Pluviosité

La goutte à goutte conduit à l'accumulation de sels qui sont concentrés sur la surface latérale du bulbe racinaire.

Une grande pluviosité (climat subhumide) permet de réduire à 20% le volume de sol humidifié par le système goutte à goutte.

b) Sol

Le sol est un élément intermédiaire entre la plante et l'eau, cependant le sol est un facteur qui représente une contrainte très importante qu'on doit prendre en considération pendant le choix du mode d'irrigation.

Le plus important de cette contrainte, la texture du sol et sa perméabilité dans un sol à texture fine où la perméabilité est faible.

L'irrigation par gravité est utilisée avec précaution afin d'éviter l'asphyxie du sol, par contre dans le cas de l'irrigation par aspersion elle est plus adaptée seulement il faut que l'intensité de pluie soit inférieure à la vitesse d'écoulement dans le sol (perméabilité), encore on peut utiliser l'irrigation goutte à goutte.

c) Topographie

La topographie représente aussi une contrainte importante parmi les contraintes naturelles. Elle est caractérisée par la pente du terrain.

Un terrain à faible pente est caractérisé par une faible vitesse d'écoulement soit dans les canaux, soit dans les rigoles ce qui provoque la poussée des mauvaises herbes.

Donc il n'est pas nécessaire d'envisager l'irrigation de surface. Si la pente est très forte un problème d'érosion peut se poser, d'où dans deux cas l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte qui sont adaptées.

d) Transport solide des eaux

1) Eau chargée

Les matières en suspension peuvent colmater les orifices des asperseurs et des goutteurs, ce qui rend obligatoire d'implanter des stations de filtration. Donc dans ce cas on a le choix d'utiliser l'irrigation gravitaire.

2) Eau non chargée

Dans ce cas on peut utiliser le mode d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte sans craindre le risque de colmatage, aussi on peut adapter l'irrigation par gravité.

e) Qualité chimique des eaux

1) Eau salée

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

2) Eau non salée

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

f) Selon les contraintes techniques et socio-économiques

1) Contraintes techniques

Il s'agit :

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

2) Contrainte socio-économique

- ✓ Economie d'eau ;
- ✓ Existence ou non d'une main d'œuvre qualifiée ;
- ✓ Possibilité de créer des emplois.

Projection de système

V.7.Calcul les paramètres du réseau d'irrigation (goutte a goutte)

On va choisi la parcelle de l'ilot N°12 dont :

- Cette parcelle comporte de la tomate d'une surface de 4,82 ha;
- C'est une culture alignée et dont l'espacement entre les plants et de 0,8m.

Dans notre étude nous allons prendre la parcelle 12 où les zones sont homogènes et sont aptes à toutes cultures.

1) Besoins en eau de la parcelle

On rappelle que les besoins nets de pointe pour cet îlot, en juillet, sont de 228,59mm.

D'où les besoins journaliers 7,37mm/j.

2) Calcul du K_r

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s) = 0,6 + 0,5(1 - 0,6) \text{ donc } K_r = 0,8$$

K_r : coefficient de réduction.

C_s : pourcentage du sol qui est couvert par la culture.

$$\text{En a } B_{\text{net}} = 228,59 \cdot 0,8 = 182,87 \text{ mm/mois}$$

Les besoins seront réduite par le coefficient K_r , donc : $B_{\text{net}} = 5,9 \text{ mm/j}$.

3) Calcul des besoins bruts

$$B_{\text{brut}} = B_{\text{net}} \times R_p + L_r$$

$$R_p = E \times C_u \text{ dont :}$$

- Si $R_p > 1$ donc $B_{\text{brut}} = B_{\text{net}} \times R_p + L_r$ est applicable
- Si $R_p < 1$ donc $B_{\text{brut}} = B_{\text{net}} / R_p + L_r$

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

C_u : l'efficiencie du système d'irrigation localisé. $C_u = 0,9$, avec $E = 1$, et $L_r = 0$ car la conductivité électrique es inférieur a 2,2 mmhos/cm Donc :

$$B_{\text{brut}} = \frac{5,9}{0,9} = 6,56 \text{ mm / j}$$

4) Pourcentage du sol humidifié

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

$P = 80 \%$ avec $Q = 2 \text{ l/h}$ et de texture moyenne.

5) Fréquence des arrosages

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

H_{cc} : Humidité a la capacité au champ

H_{pf} : Humidité au point de flétrissement

Z : Profondeur d'enracinement de la tomate est de 0,7 m voir (ANNEXE II)

d_a : densité apparente

Pour un sol sableux limoneux, on a (voir ANNEXE III)

- $H_{cc} = 25\%$
- $H_{pf} = 13\%$
- $Z = 0,7m$.

$RU = 120 \times 0,7$ donc on obtient : $RU = 84 \text{ mm}$.

$RFU = 2/3RU$: degré de tarissement admis.

$RFU = 2/3 \times 120 = 56 \text{ mm}$.

6) La dose nette

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

D'après l'ANNEXE.IV $P = 80\%$.

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

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

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

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

Alors : $D_r = 5,9 \times 8 = 47,2 \text{ mm}$.

7) La durée d'arrosage

$$t = \frac{D_r \times E_g \times E_r}{q_g} = \frac{0,0498 \times 1 \times 0,8}{2 \times 10^{-3}} = 19,91 \text{ h} \quad \text{Donc : } t = 19^{\text{H}} : 54^{\text{min}}$$

En irrigation localisée il faudra irriguer $19,91 \times 31 / 8 = 5^{\text{H}} : 8^{\text{min}}$ par jour.

8) Nombre de poste

$N_{\text{poste}} = F \times t / D_j = 24 \times F / t_{\text{travail}}$

$N_{\text{poste}} = 24 \times 8 / 20 = 9,6$ donc : $N_{\text{poste}} = 10$.

9) Surface de parcelle

$S_p = S_t / N_{\text{post}} = 4,82 / 10 = 0,5 \text{ ha}$.

10) Nombre de goutteurs par position

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

Tel que L_r : longueur de la rampe ;

E_r : espacement entre goutteurs = 0,8 m.

$$L_{post_g} = \frac{L}{N_{pst/long}} = \frac{333}{5} = 66,6 \text{ m.} \quad \text{Donc :}$$

$$N_g = \frac{L_{poste}}{E_r} = \frac{66,6}{0,8} = 83 \text{ gouteurs / rampe.}$$

11) Nombre de rampes

L_{pr} : longueur de la porte rampe avec L_{pr}=144m ;

E_r : distance entre deux rampes E_r=1m

$$L_{PRM} = \frac{L}{N_{ran}} = \frac{144}{2} = 72 \text{ m.}$$

$$N_{prm} = \frac{L_{prmp}}{E_{pr}} = \frac{72}{1} = 72 \text{ rampes / poste.}$$

12) Débit moyen par rampe

$$Q_r = N_g \times q_g \rightarrow Q_r = 83 \times 2 = 166 \text{ l/h.}$$

Tel que N_g : nombre de gouteurs.

q_g : débit d'un gouteur.

13) Débit de la porte rampe

$$Q_{p,r} = Q_{rampe} \times N_{rampe}$$

$$Q_{p,r} = 166 \times 72 = 11952 \text{ l/h.}$$

14) Calcul hydraulique

- **Calcul des diamètres des portes rampes, rampes**

➤ Diamètres des rampes

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

$$\Phi_{calculé} = \left(\frac{pdc \text{ rampe} \times 2,75}{0,478 \times (Q_r)^{1,76} L_r} \right)^{-1/4,76}$$

Si on revient à la formule pour calculer le diamètre des rampes on trouve : $\varphi_{cal} = 12 \text{ mm.}$

➤ Diamètres des Portes Rampes

$$\Phi_{calculé} = \left(\frac{pdc \text{ rampe} \times 2,75}{0,478 \times (Q_{pr})^{1,76} L_{pr}} \right)^{-1/4,76}$$

On trouve que D_{p,r}=60mm la valeur de la perte de charge dans les portes est supérieur à 0,6m est cela va être corrigé par la pression de la borne.

On recalcule la perte de charge :

$$j_{pvc} = \frac{0,452 \times D^{-4,76} \times Q^{1,75} \times L}{2,75}$$

On trouve: la perte de charge dans les rampes est de 0,45 m.

La perte de charge dans les portes rampes 0,6m.

On résume les résultats aux deux tableaux récapitulatifs suivants :

Tableau. V.1 : caractéristiques des rampes.

Paramètre culture	L _r (m)	N _g	Q _r (l/h)	ΔH _l (m)	D _{cal} (mm)	ΔH _{tot} (m)
Tomate	66,6	83	166	1,2	12	1,32

Tableau. V.2 : caractéristiques des portes rampes.

Paramètre culture	L _{pr} (m)	N _r	Q _r (l/h)	ΔH _l (m)	D _{cal} (mm)	ΔH _{tot} (m)
Tomate	72	72	11952	0,6	60	0,66

Conclusion

Dans ce chapitre on finalise notre projet par le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte qui 'est fait pour la culture maraichère (Tomate) qui permette de connaître les différents paramètres de dimensionnement ou de projection d'un réseau goutte à goutte qui est la technique d'irrigation la plus utilisables à l'instant pour ca influence économique et de coté rendement.

Chapitre VI

Organisation de chantier et estimation de projet

Introduction

S'il est nécessaire pour un ingénieur de savoir calculer les différentes parties des ouvrages qu'il conçoit, il est indispensable de connaître les procédés, les moyens et l'organisation à mettre en place pour leur réalisations.

Dans ce chapitre, on va rechercher en premier lieux, de définir les travaux à entreprendre, calculer leurs volumes et estimer leurs coûts. En second lieux définir les engins nécessaires à chaque tâche de ces travaux. Enfin d'établir l'ordonnancement des opérations constituant l'ensemble des travaux suivant la méthode CPM (critical path method) par réseau à nœuds ou à flèches.

Avoir une méthode d'ordonnancement des travaux nous permet de décomposer l'ouvrage ou les ouvrages à réaliser en plusieurs opérations ou tâches, de déterminer les relations entre opérations, ainsi connaître les tâches qui sont en amont et celles qui sont en aval d'une opération (la succession chronologique des opérations).

VI.1.Définitions des travaux à entreprendre

On va calculer le volume des travaux de l'adduction ainsi que celui du réseau d'irrigation.

VI.1-1.Travaux concernant l'adduction

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction sont :

- Exécution des tranchées ;
- Pose du lit de sable ;
- Bardage des conduites ;
- Pose conduites ;
- Raccordement ;
- Essais d'étanchéités ;
- Remblayage des tranchées ;
- Nivellement et compactage.

1) Exécution des tranchées

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations suivant une pente de talus dans notre cas de 1. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et le déblai sera posé d'un coté de la tranchée, l'autre coté étant réservé au bardage des conduites.

2) Pose du lit de sable

Cette opération consiste à posé un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 10cm dans notre cas.

3) Bardage des conduites

Le bardage des conduites consiste à aligner les conduites le long de la tranchée (coté libre) avant la pose et cela pour vérifier si la conduite est en bonne état (pas de fissuration ou d'effritement aux bouts) et aussi l'exactitude du nombre de conduites.

4) Essais d'étanchéités

Une fois les conduites posées au fond de la tranchée, il est obligatoirement nécessaire de vérifier leurs étanchéités (en plus des essais en usine) (problème incertain dans les conduites en PVC) mais aussi et surtout l'étanchéité des joints. Cela se fait par un essai à la fumée ou à l'eau si le diamètre est faible.

5) Remblayage des tranchées

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer les conduites, en utilisant le remblai résultant des excavations.

6) Nivellement et compactage

Une fois le remblai est exécuté, on fait le nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite à compacter pour augmenter la densité des terres et éviter un tassement par la suite.

VI.1-2.Travaux concernant l'implantation du réseau d'irrigation

Les taches constituant les travaux à faire pour l'implantation du réseau d'irrigation sont identiques à celles de l'adduction.

VI.2.Calcul des volumes des travaux du projet

VI.2-1.Calcul des volumes des travaux de l'adduction

On calcule les volumes des travaux de terrassements de La conduite d'adduction (CH V- N1) qui servira à véhiculer l'eau entre les deux bouts (retenue collinaire et l'entête du périmètre)

1) Déblais d'excavation

Le volume des déblais est calculé en fonction des surfaces des profils en travers (voir schéma des profils).

Le volume des déblais est calculé en fonction des surfaces des profils en travers (des sections 1, 2,3 et 4).

Profil I à une surface S1 :7 m²

Profil II à une surface S2:7 m²

Profil III à une surface S3:7 m²

Profil IV à une surface S4: 7 m²

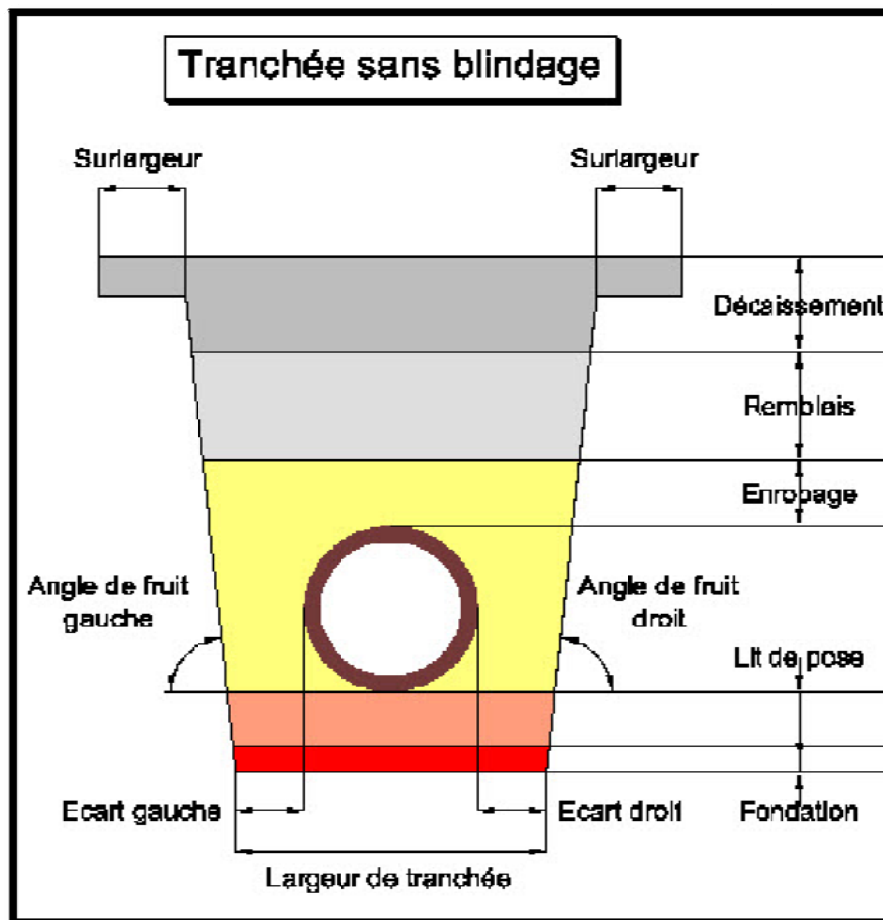


Figure VI.1 : coupe en travers d'une pose de canalisation.

Pour l'adduction :

- On a pris une profondeur $h=2\text{m}$ constante le long de l'adduction et même pour les tronçons constituant le réseau d'irrigation.
- La profondeur du lit de sable $=0.1\text{m}$
- L'espace entre les deux côtés de la canalisation est constant qui est égale à 0.5m
- La largeur de la base b se calcule pour les différents diamètres par la formule suivante :

$$b = D + 2 \cdot (0,5)$$

- Avec D : le diamètre de la canalisation
- La largeur au miroir B se calcule pour les différents diamètres par la formule suivante :

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h$$

Avec : $m=1$

Le volume de déblais est donné par la formule suivante :

$$V_d = \sum \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot L_i$$

S_i : surface du profil I

S_{i+1} : surface du profil II

L_i : distance entre ces deux profils.

2) Lit de sable

Sur une longueur de 576m on doit poser 10 cm de sable sur une largeur de 1,1m (voir profil en travers)

Volume du sable est calculé comme suit :

$$V = S \cdot L$$

$$S = \frac{b+B'}{2} \cdot h \quad \text{Avec : } B' = b + 2 \cdot m \cdot (0.1)$$

3) Remblais compacté

Le volume du remblai compacté de chaque tronçon sera calculé comme suit :

$$V_{rci} = V_{di} - (V_{lsi} + V_{ci})$$

V_{rci} : volume du remblai compacté du tronçon i

V_{di} : volume du déblai du tronçon i

V_{lsi} : volume du lit de sable du tronçon i

V_{ci} : volume occupé par la canalisation dans le tronçon i

VI.2-2. Calcul des volumes des travaux du réseau d'irrigation

Pour les valeurs de (h, m) sont identiques a celles de l'adduction, il suffit juste de calculer les valeurs de b, B et B' pour les différentes gammes de diamètres constituant le réseau d'irrigation.

1) Déblais d'excavation

Les résultats de calculs des volumes des déblais d'excavation représenté au tableau N°VI.1.

1) Lit de sable

Le tableau VI.1 récapitule les résultats de calculs de volume de lit de sable pour les différents diamètres du réseau.

2) Remblais compacté

Pour chaque diamètre du réseau, on conclue le volume du remblai compacté d'après les résultats des deux opérations précédentes.

Tableau VI.1 : Tableau récapitulatif de calcul des opérations précédentes.

D[mm]	L [m]	S [m2]	Déblai [m3]	Sable [m3]	terre épierrée	Remblai [m3]	exed terre
400	576	576	749	58	86.4	682	67
315	325	297.38	361	30	44.6	334	27
250	182	154.7	178	15	23.2	166	12
225	279	230.18	259	23	34.5	242	17
200	565	452	497	45	67.8	466	31
180	737	574.86	621	57	86.2	583	38
160	393	298.68	317	30	44.8	297	19
140	473	350.02	364	35	52.5	342	22
125	656	475.6	487	48	71.3	458	29
110	328	232.88	235	23	34.9	221	14
90	106	73.14	72	7	11.0	68	4
Totales			4141	372	557	3859	282

VI.3. Calcul des coûts des travaux

Les prix unitaires des opérations sont :

- Excavation (déblais) 400DA le m³ ;
- Remblais compacté : 450DA / m³ ;
- Sable : 1000DA le m³ ;
- Pour les prix totaux des conduites en PVC sont récapitulés dans le tableau VI.2.

Tableau VI.2 : Les prix totaux des conduites en PVC.

D (mm)	L (m)	Prix du ML (DA)	Prix du ML (DA) TTC	prix total (DA)
90	106	337.2	384.41	40747.46
110	328	503.9	574.45	188419.6
125	656	644.1	734.28	481687.68
140	473	734.25	837.045	395922.285
160	393	863.84	984.78	387018.54
180	737	1154.98	1316.6772	970391.0964
200	565	1446.12	1648.58	931447.7
225	279	1881.36	2144.7504	598385.3616
250	182	2316.6	2640.93	480649.26
315	325	3716.85	4237.21	1377093.25
400	576	4993.28	5692.34	3278787.84
			Total TTC	9130550.073

VI.3-1.Calcul des coûts des travaux de réseau

On note le coût des travaux pour l'adduction dans le tableau VI.3.

Tableau VI.3 : Le coût des travaux de pose des canalisations.

Opération	Volume m ³	Prix unitaire DA	Prix total DA
Excavation (déblais)	4141	400	1656400
Lit de sable	372	1000	372000
Remblais compacté	3859	450	1736550
		Total	3764950

VI.3-2.Calcul des coûts des travaux de système goutte à goutte

Un système d'irrigation localisé nécessite des équipements pour le bon fonctionnement de réseau et parmi elles :

- a) **Les tubes :** On a deux types de tube l'un pour les portes rampes et l'autres pour les rampes.
 - ✓ Des tubes de $\phi 63$ PN4 pour les portes rampes ;
 - ✓ Des tubes de $\phi 20$ PN4 pour les rampes.
- b) **Les bouchons :** On à deux types des bouchons l'un pour les portes rampes et l'autre pour les rampes dont elles sont les mêmes diamètres précédents.
- c) **Les prises de jonction:** qui relier les rampes avec les portes rampes qui sont de $\phi 20$.
- d) **Les gouteurs:** on utilise des gouteurs rond débitent 4 l/h.
- e) **Les vannes:** qui est-on PVC placées au niveau des portes rampes de DN 65 et PN10.
- f) **Les raccords d'adaptation:** sont de diamètre de 63x2''.
- g) **Les filtres à tamis:** sont de diamètre $\phi 2''$ et débitent 18 m³/h.

Tableau VI.4 : estimations des prix d'un système goutte à goutte pour 1 ha.

Désignation	Quantité	UM	TVA %	PU HT	MT HT	MT TTC
Tube PEBD $\phi 63$ PN 4	100	ML	7	154.8	15480.00	16563.60
Tube PEBD $\phi 20$ PN 4	2500	ML	7	18.6	46500.00	49755.00
Bouchon PP $\phi 63$	1	UN	21	596.71	596.71	722.02
Bouchon PP $\phi 20$	25	UN	21	92.49	2312.25	2797.82
Prise de jonction $\phi 20$	25	UN	21	11.71	292.75	354.23
Goutteur 04 L/H	1250	UN	21	6.62	8275.00	10012.75
Vanne PVC à bille taraudée $\Phi 2''^{1/2}$ DN 65 PN 10	1	UN	21	3878.73	3878.73	4693.26
Raccord d'adaptation $\Phi 63 \times 2''$	2	UN	21	443.81	887.62	1074.02
Filtre à tamis $\Phi 2''$ 18 m ³ /h	1	UN	21	10701.89	1070.89	12949.29
					Total TTC	98921.99

A travers ces tableaux donnant les prix unitaires de chaque opération, ainsi que les coûts totaux de l'ensemble des travaux à entreprendre, on peut retirer un chiffre principal. Dont on a prendre que toute la parcelle irrigué par le goutte à goutte d'où notre estimation de projet sera : **19721117,38 DA.**

VI.4.Engins utilisés

VI.4.1-Pelle hydraulique équipée en retro

Engin de terrassement sur roues ou sur chenilles, utilisant, pour excaver ou charger des matériaux, un godet situé à l'extrémité d'un bras. Les déplacements du bras et du godet peuvent être animés par une transmission hydraulique (pelle hydraulique) ou par des câbles (pelle à câble).

Dans la partie d'exécution des déblais (l'excavation de la tranche de la semelle) on utilise une pelle hydraulique équipée en rétro.



Figure VI.2 : Pelle hydraulique.

VI.4-2.La niveleuse

Constitution

La niveleuse automotrice est constituée de :

- un tracteur à roues prolongées vers l'avant par un long bras coudé reposant lui-même à son extrémité sur un essieu à deux roues directrices commandées depuis le tracteur ;
- toutes les roues sont inclinables sur leur essieux pour permettre à la niveleuse de se déplacer en toute terrain ;
- une couronne circulaire ;
- Une lame (outil de travail monte sur la couronne).



Figure VI.3 : la niveleuse.

Conclusion

En passant en revue l'ensemble des étapes, c'est à dire définition, calcul de volume et estimation du coût des taches, définitions des engins nécessaire pour effectuer les taches.

Et on peut calculer avec exactitude le volume de travaux de chaque opération à réaliser pour l'implantation du réseau d'irrigation et de l'adduction, connaissant le volume de travaux de chaque tâche et le prix unitaire de cette dernière on peut estimer le coût de chaque tâche séparément et le coût global du projet (utile pour prévoir le financement du projet) **19721118 DA**.

Connaissant le type de chaque opération on a envisagé les engins nécessaires.

Conclusion générale

L'objectif de notre présent travail est l'introduction de la technique d'arrosage performante (goutte à goutte) dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude. L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat aride à semi-aride; et l'analyse du sol nous donne un sol moyen, avec une quantité de matière organique moyenne.

L'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée a une moyennement salinité, faiblement alcaline et peu de danger de toxicité au futur. L'étude Pédologique, topographique, agronomique et hydraulique on a mis l'accent sur les conséquences du problème de l'insuffisance d'eau et la possibilité de les résoudre dans les meilleures conditions possibles.

La détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de Penman. Et le calcul des besoins en eau des cultures fait par la méthode du FAO. Ainsi que après les calculs des besoins en a trouve qu'on ne peut pas irriguée les 150 ha car on a une retenue de capacité insuffisante donc on a irrigué presque la moitié de ce périmètre 70 ha.

La meilleure technique pour l'irrigation de point de vue économique en eau est l'irrigation localisée, avec l'utilisation des équipements qui présentent plusieurs avantages dans le domaine exploitation.

D'autre part, on peut dire que cette technique d'arrosage est plus adaptée dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie national.

Et comme tous les projets, on a fait une estimation du coût de la projection ; ainsi l'étude économique montre que les investissements sont plus importants pour ce type d'irrigation.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- **MOKHTAR DIJLALI**, ETUDE ET SUIVI DE L'EXPLOITATION D'UN PERIMETRE IRRIGUE EN MICRO IRRIGATION (FERME PILOTE BIR OULD KHELIFA WILAYA DE AIN DEFLA), 2005, 100 pages, mémoire d'ingénieur, ENSH, 2005.
- **Pierre-Emile Van Laere**, Mémento irrigation, Bruxelles – Belgique, 2003, 15 pages
Collection "Manuels Techniques"
- **TOUAIBIA Bénina**, Manuel pratique d'hydrologie, ISBN, Blida Algerie, Mars 2004.166 pages.
- **Sitographie :**
Walker W.R (1989), Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. Rome, Italy, FAO. Disponible sur Internet, consulté le 5 février 2012 :

<http://www.fao.org/docrep/T0231E/t0231e00.htm>

ANNEXES

ANNEXE. I

D.E.M.R.H. BORDEREAU DE DONNÉES LABORATOIRE DES SOLS

										N° PROFIL REGION NOM DU SOL PROFONDEUR EN cm CLASSE DE PROFOND. Couleur HZ 1, 2, 3 Couleur HZ 4, 5				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">3.3 2.3 0 3.3 2</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">3.1 2.7 0 3.5 2</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">3.3 2.8 0 3.5 2</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>										3.3 2.3 0 3.3 2	3.1 2.7 0 3.5 2	3.3 2.8 0 3.5 2		GRANULOMETRIE A % LF % LG % SF % SG % REF. > 2 mm %
3.3 2.3 0 3.3 2	3.1 2.7 0 3.5 2	3.3 2.8 0 3.5 2												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">0.56 3.20</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">0.58 3.40</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">0.34 2.90</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>										0.56 3.20	0.58 3.40	0.34 2.90		MATIERES ORGANIQUES MO % C % N % C/N MH T % AF % AH %
0.56 3.20	0.58 3.40	0.34 2.90												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>														RESERVES MINERALES CaCO3 TOTAL % CaCO3 ACTIF % P205 TOTAL à P % P205 ASSIMIL. (PPM) K2O % GYPSE TOTAL %
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">29.00 8.00 0.18 0.50 21.40 H</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">26.00 6.00 0.12 1.10 24.60 H</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">24.00 14.00 0.12 1.10 22.80 H</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>										29.00 8.00 0.18 0.50 21.40 H	26.00 6.00 0.12 1.10 24.60 H	24.00 14.00 0.12 1.10 22.80 H		COMPLEXE ABSORBANT Ca + + en méq/100 g Mg + + en méq/100 g K + en méq/100 g Na + en méq/100 g S T en méq/100 g Na/T en %
29.00 8.00 0.18 0.50 21.40 H	26.00 6.00 0.12 1.10 24.60 H	24.00 14.00 0.12 1.10 22.80 H												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">7.9 0.8</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">8.0 0.6</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">7.9 0.9</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>										7.9 0.8	8.0 0.6	7.9 0.9		SOLUTION DU SOL % SATURATION pH CONDUCTIVITE CO3H — méq/l SO4 — — méq/l Cl — méq/l Ca + + méq/l Mg + + méq/l Na + méq/l K + méq/l
7.9 0.8	8.0 0.6	7.9 0.9												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>														FER FER TOTAL % FER LIBRE % FER LIBRE/FER TOTAL
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>														CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DENSITE REELLE DENSITE APPARENTE pF 4,2 pF 3 pF 2,5 pF 2,0 K-HENIN I.S.



Profil 3

Date : 29 Avril 2000.
Conditions Atmosphériques : Temps printanier , ciel dégagé .
Pente : Terrain plat .
Charge : Charge en surface légère .
Végétation : Parcelle cultivée en blé tendre .
Drainage : Bon .
Profil décrit par : Guessoum Abdeslem .

Descriptions des Caractéristiques du Profil .

0 cm —> 35 cm : Brun claire , frais , texture argilo-limoneuse , nombreuses racines friable , transition diffuse .

35 cm —> 82 cm : Brun claire légèrement rougeâtre , frais , texture argileuse , quelques racines , cohérent , transition diffuse .

82 cm —> + 110 cm : Frais , brun rougeâtre , texture argileuse , présence de fentes de retrait .

Classification : Sol peu évolué d'origine non climatique d'apport alluvial vertical modal

Aptitude Culturelle en Irrigué : C 11 M 11 B 33 .

Description d'un profil pédologique.

ANNEXE. II

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Bananiier tropical	0,4-0,5	0,7-0,85	1,0-1,1	0,9-1,0	0,75-0,85	0,7-0,8
Bananiier subtropical	0,5-0,65	0,8-0,9	1,0-1,2	1,0-1,15	1,0-1,15	0,85-0,95
Haricot vert	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
Haricot sec	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
Coton	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,9	0,65-0,7	0,8-0,9
Raisin	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Arachide	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85	0,55-0,6	0,75-0,8
Maïs doux	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Maïs grain	0,3-0,5*	0,7-0,85*	1,05-1,2*	0,8-0,95	0,55-0,6*	0,75-0,9*
Oignon sec	0,4-0,6	0,7-0,8	0,95-1,1	0,85-0,9	0,75-0,85	0,8-0,9
Oignon vert	0,4-0,6	0,6-0,75	0,95-1,05	0,95-1,05	0,95-1,05	0,65-0,8
Pois, frais	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Poivron, frais	0,3-0,4	0,6-0,75	0,95-1,1	0,85-1,0	0,8-0,9	0,7-0,8
Pomme de terre	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
Riz	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,3	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Carthame	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,7	0,2-0,25	0,65-0,7
Sorgho	0,3-0,4	0,7-0,75	1,0-1,15	0,75-0,8	0,5-0,55	0,75-0,85
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Betterave sucrière	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Canne à sucre	0,4-0,5	0,7-1,0	1,0-1,3	0,75-0,8	0,5-0,6	0,85-1,05
Tournesol	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Tabac	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Tomate	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Pastèque	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,8-0,9	0,65-0,75	0,75-0,85
Blé	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9
Luzerne	0,3-0,4				1,05-1,2	0,85-1,05
Agrumes sarclés sans sarclage						0,65-0,75 0,85-0,9
Olivier						0,4-0,6

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

Tableau des coefficients culturaux.

ANNEXE. III

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ET _{cult} = 5-6 mm/jour					
Culture	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (p) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m ¹		
			T. fin	T. moyenne	T. grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge ²	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot ²	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carrotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céléri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trèfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Cacao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Concombre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Datte	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cadu.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales ²	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céré. d'hiver ²	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs ²	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poivron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame ²	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho ²	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Épinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave suc.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Canne à sucre ²	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol ²	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Patate douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
tard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

¹ Quand ET_{cult} < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET_{cult} > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).

² Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Salter et Goode (1967), Rijtema (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

Tableau des RFU des différentes cultures.

ANNEXE. IV

Annexe. IV.1 : caractéristiques hydriques de quelque sol.

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

Annexe. IV.2 : Valeurs minimales et maximales des Profondeurs d'enracinement de diverses cultures.

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchers	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

Annexe. IV.3 : Guide d'estimation du pourcentage en sol humidifié.

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour arvers oeents ac astributeurs 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

ANEXXE. V

Quelques caractéristiques des conduites et pièces spéciales (CHIALI).

ETS. M. A. DIB
REPRESENTANT STPM CHIALI

TABLEAU DES TARIFS TUBES PVC PRESSION RIGIDE PRESSION DE SERVICE 10 BARS PRIX EN METRE LINEAIRE

S

TUBE PVC A COLLER PN10						
Désignation	Diamètre Ext en MM	Epaisseur en MM	Jonction	Pression Service	Prix H.T LE M/L	Prix TTC LE M/L
TUBE PVC	32	1.8	A Coller	10 BARS	66.63	75.96
TUBE PVC	40	2.6	A Coller	10 BARS	89.98	102.58
TUBE PVC	50	3.0	A Coller	10 BARS	128.82	146.86
TUBE PVC	63	3.0	A Coller	10 BARS	164.82	187.90
TUBE PVC	75	3.6	A Coller	10 BARS	234.91	267.80
TUBE PVC	90	4.3	A Coller	10 BARS	337.20	384.41
TUBE PVC	110	5.3	A Coller	10 BARS	503.90	574.45
TUBE PVC	125	6.0	A Coller	10 BARS	644.10	734.28
TUBE PVC	160	6.2	A Coller	10 BARS	863.84	984.78
TUBE PVC A JOINT PN10						
Désignation	Diamètre Ext. MM	Epaisseur En MM	Jonction	Pression Service	Prix ML HT	Prix ML TTC
TUBE PVC	90	4.3	A Joint	10 BARS	344.29	392.49
TUBE PVC	110	5.3	A Joint	10 BARS	512.48	584.23
TUBE PCX	125	6.0	A Joint	10 BARS	655.81	747.62
TUBE PVC	160	6.20	A Joint	10 BARS	880.63	1003.92
TUBE PVC	200	7.70	A Joint	10 BARS	1 446.12	1648.58
TUBE PVC	250	9.60	A Joint	10 BARS	2 316.60	2640.93
TUBE PVC	315	12.10	A Joint	10 BARS	3 716.85	4237.21
TUBE PVC	400	15.30	A Joint	10 BARS	4 993.28	5692.34
TUBE PVC	500	19.10	A Joint	10 BARS	7 948.72	9061.54
TUBE PVC	630	23.90	A Joint	10 BARS	11927.68	13597.56
TUBE PVC	710	27.20	A Joint	10 BARS	15874.80	18097.28
TUBE PVC	800	30.60	A Joint	10 BARS	21303.18	24285.63

- NB : TVA = 14%.

Siège : 283, Cité Jourdain Les Castors ORAN
Tél. (06) 46 90 99 - 46 31 24 Fax. (06) 46 90 99

Annexe. V.1 : Les prix des canalisations en fonction de diamètre et épaisseur en PVC PN10.

ETS. M. A. DIB
REPRESENTANT STPM CHIALI

VANNES EN FONTE PN 4

REFERENCE	DESIGNATION	PRIX UNI.HT	PRIX UNI.TTC
T2300.140	VANNE Diam.40 PN4	4550.38	5505.96
T2300.150	VANNE Diam.50 PN4	5229.85	6328.12
T2300.165	VANNE Diam.65 PN4	6155.42	7448.06
T2300.180	VANNE Diam.80 PN4	8488.21	10270.73
T2300.1100	VANNE Diam.100 PN4	9867.63	11939.83
T2300.1125	VANNE Diam.125 PN4	11943.38	14451.46
T2300.1150	VANNE Diam.150 PN4	14957.72	18098.84

VANNES EN FONTE PN 10

T2100.180	VANNE Diam. 80 PN10	11282.26	13651.53
T2100.1100	VANNE Diam.100 PN10	13992.68	16931.14
T2100.1125	VANNE Diam.125 PN10	18864.76	22826.35
T2100.1150	VANNE Diam.150 PN10	21777.49	26350.76
T2100.1200	VANNE Diam.200 PN10	45723.74	55325.72
T2100.1250	VANNE Diam.250 PN10	67133.55	81231.59
T2100.1300	VANNE Diam.300 PN10	101200.45	122452.54
T2100.1350	VANNE Diam.350 PN10	116827.69	141361.50
T2100.1400	VANNE Diam.400 PN10	159909.54	193490.54
T2100.1500	VANNE Diam.500 PN10	202420.42	244928.70
T2100.1600	VANNE Diam.600 PN10	243732.40	294916.20

VANNES EN FONTE PN 16

T2101.140	VANNE Diam.40PN16	5600.68	6776.82
T2101.150	VANNE Diam.50 PN16	6175.37	7472.20
T2101.163	VANNE Diam.65PN16	8474.55	10254.21
T2580.180	VANNE Diam.80 PN16	12335.47	14925.91
T2580.1100	VANNE Diam.100 PN16	17065.80	20649.61
T2580.1125	VANNE Diam.125 PN16	22220.59	26886.91
T2580.1150	VANNE Diam.150 PN16	27776.17	33609.16
T2580.1200	VANNE Diam.200 PN16	54956.49	66497.35
T2580.1250	VANNE Diam.250 PN16	71982.86	87099.26
T2580.1300	VANNE Diam.300 PN16	112100.30	135641.36
T2580.1350	VANNE Diam.350 PN16	149138.31	180457.35
T2580.1400	VANNE Diam.400 PN16	166226.30	201133.82
T2580.1500	VANNE Diam.500 PN16	220482.46	266783.77
T2580.1600	VANNE Diam.600 PN16	314508.30	380555.04

NB : TVA = 21%

Annexe. V.2 : Les prix des vannes en fonction de diamètre et épaisseur en (fonte PVC PN10).

ETS. M. A. DIB
REPRESENTANT DE STPM CHIALI

4- Arbo 6m x 4m

Désignation	Quantité	UM	TVA%	PU HT	MT HT	MT TTC
Tube PEBD Ø 63 PN 4	100	ML	7	154.80	15480.00	16563.60
Tube PEBD Ø 20 PN 4	1800	ML	7	18.60	33480.00	35823.60
Bouchon PP Ø 63	1	UN	21	596.71	596.71	722.02
Bouchon PP Ø 20	18	UN	21	92.49	1664.82	2014.43
Prise de jonction Ø 20	18	UN	21	11.71	210.78	255.04
Goutteur turbulent 08 L/H	900	UN	21	6.62	5958.00	7209.18
Vanne PVC à bille taraudée Ø 2'' ½ DN 65 PN 10	1	UN	21	3878.73	3878.73	4693.26
Raccord d'adaptation Ø 63 x 2''	2	UN	21	443.81	887.62	1074.02
Filtre a tamis Ø 2'' 18 m ³ /h	1	UN	21	10701.89	10701.89	12949.29

Total HT 72858,55
Total TVA 8445,90
Total TTC 81304,45

5- Arbo 5m x 4m

Désignation	Quantité	UM	TVA%	PU HT	MT HT	MT TTC
Tube PEBD Ø 63 PN 4	100	ML	7	154.80	15480.00	16563.60
Tube PEBD Ø 20 PN 4	2000	ML	7	18.60	37200.00	39804.00
Bouchon PP Ø 63	1	UN	21	596.71	596.71	722.02
Bouchon PP Ø 20	20	UN	21	92.49	1849.80	2238.26
Prise de jonction Ø 20	20	UN	21	11.71	234.20	283.38
Goutteur turbulent 08 L/H	1000	UN	21	6.62	6620.00	8010.20
Vanne PVC à bille taraudée Ø 2'' ½ DN 65 PN 10	1	UN	21	3878.73	3878.73	4693.26
Raccord d'adaptation Ø 63 x 2''	2	UN	21	443.81	887.62	1074.02
Filtre a tamis Ø 2'' 18 m ³ /h	1	UN	21	10701.89	10701.89	12949.29

Total HT 77448,95
Total TVA 8889,08
Total TTC 86338,03

6- Arbo 4m x 2m

Désignation	Quantité	UM	TVA%	PU HT	MT HT	MT TTC
Tube PEBD Ø 63 PN 4	100	ML	7	154.80	15480.00	16563.60
Tube PEBD Ø 20 PN 4	2500	ML	7	18.60	46500.00	49755.00
Bouchon PP Ø 63	1	UN	21	596.71	596.71	722.02
Bouchon PP Ø 20	25	UN	21	92.49	2312.25	2797.82
Prise de jonction Ø 20	25	UN	21	11.71	292.75	354.23
Goutteur turbulent 04 L/H	2500	UN	21	6.62	16550.00	20025.50
Vanne PVC à bille taraudée Ø 2'' ½ DN 65 PN 10	1	UN	21	3878.73	3878.73	4693.26
Raccord d'adaptation Ø 63 x 2''	2	UN	21	443.81	887.62	1074.02
Filtre a tamis Ø 2'' 18 m ³ /h	1	UN	21	10701.89	10701.89	12949.29

Total HT 97199,95
Total TVA 11734,79
Total TTC 108934,74

Siège : 283, Cité jourdain les castors 31000 ORAN.
Tél (06) 46 90 99 – 46 31 24 Fax (06) 46 90 99

Annexe. V.3 : Des devis estimatives d'un système goutte à goutte.