

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
«ARBAOUI Abdellah »**

DEPARTEMENT DE GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE.**

OPTION : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU
D'IRRIGATION DANS LA REGION DE SANEG
W.DEMEDEA**

**Présenté par :
M^r : BENAÏSSA AMAR**

**Promotrice :
M^{me} S. LEULMI**

Devant le jury composé de :

Président : M^r B. BENLAOUKLI

Examineurs : M^{me} A. AZIEZ

M^{elle} H. BOUCHAMA

M^{me} BELABESSE

Octobre /2010

∞ Dédicaces ∞

Je dédié ce modeste travail :

- * A mon père qui m'a tant aidé et encourager.***
 - * A ma mère qui n'a pas cessé de me prodiguer.***
 - * A tous mes frères***
 - * A toute ma famille.***
 - * A tout mes amis.***
- Et A tout les étudiants DE L'ensh.***

Remerciement

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements :

* **Mes parents pour leur grand plaisir.**

* **A ma promotrice**

Madame LEULMI.S. Pour ces conseils et ses consultations qui m'ont tout aidé a la réalisation de mon projet.

* **A Madame BAHBOUH.L ET Madame AZIEZ**

* **Aux membres de jury qui auront à juger et à apprécier ce travail**

* **A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribué de près où de loin a ma formation.**

* **Je tiens aussi à remercier mes amis qui ma aidé pendant la réalisation de projet.**

Sommaire

Chapitre I : synthèse bibliographique

I -Introduction	1
II) Les systèmes d'irrigation.....	2
II .1.L'irrigation de surface :	2
II .1.1.L'irrigation par planche :	2
II 1.2.L'irrigation par bassin :.....	2
II .1.3.L'irrigation a la raie.....	3
II.1.3.1 Irrigation par siphon	3
II .1.3.2. Irrigation par rampe a vannettes	4
II .1.3.3. Irrigation par gaine souple	5
II .1.3.4 Transirrigation.....	5
II .2. L'irrigation goutte à goutte	6
II .2. 1. Avantage et inconvénient de l'irrigation goutte à gout	6
II .2. 2. Equipements du système goutte à goutte.....	6
III. L'irrigation par aspersion	11
Conclusion	17

Chapitre II : Analyse des conditions naturelles

II -1.Situation géographique et administrative :.....	18
II.2. Analyse des conditions climatiques :.....	18
a) La pluviométrie.....	18
b) La température et l'humidité relative :	20
c) Les vents :	21
d) Les orages	22
e) La gelée blanche :	22
f) La grêle :.....	22

g) Le sirocco:	23
h) Nébulosité :	23
i) L'évaporation :	23
j) Le brouillard:	23
II -3-classification du climat :	24
II -4-Conditions géologiques et hydrographique :	25
Conclusion:	26

Chapitre III : pédologie du plateau :

III-1 .Les types de sols de la vallée :	27
III-2. Ressource en sol :	27
III-3 .Les sols de la zone d'étude :	28
III-4. Aptitudes culturales:	28
III-4. 1 Choi des cultures :	29
III-4. 2. Carte d'aptitude culturale :	29
conclusion :	32

Chapitre IV : Ressource en eau

IV.1.Situation géographique:	33
IV.2.Destination de la retenue :	33
IV.3) Condition hydrologiques :	33
IV .4) Caractéristique de la retenue	34
IV. 5) Prise d'eau et vidange de fond :	35
IV.6.Qualité des eaux d'irrigation :	35
IV.6.1. Risque d'obstruction	35
IV.6.2. Risque de salinisation du sol	35
IV.6.3 Conductivité électrique de l'eau :	35
IV.6.4) Le S.A.R (le pourcentage interchangeable de sodium).....	36
IV.6.5.Calcul de la dose de lessivage :	37

Conclusion	40
------------------	----

Chapitre V : besoin en eau

V .1 Introduction :	41
V .1.1 Besoins en eau des cultures :	41
V.1.2 Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées :	41
V. 2. Détermination de l'année de calcul :	42
V.2.1) Etude des précipitations annuelles	42
V.2.1.1) Ajustement a la loi de Gauss	42
V.2.1.2) Ajustement a la loi log –Normale :	45
V.2.1.3) Ajustement a la loi de Gumbel :	47
V.2.1.4) Choix de l'ajustement adéquat :	48
V.2.2) calcul des précipitations moyenne mensuelles :	49
V .3) Calcul de l'évapotranspiration :	49
V .3.1 L'évapotranspiration réelle :	49
V .3.2 calcul de l'évapotranspiration de référence ET0 :	50
V.4. Les besoins en eau des cultures suivant l'assolement choisie :	52
V.4.1. Estimation des besoins en eau des céréales et les cultures fourragères :	53
V.4.2. Estimation des besoins en eau des cultures maraichères	54
V.4.3. Estimation des besoins en eau de l'arboriculture	56
V. 5. Estimation des besoins des cultures	57
V. 6 comparaison entre les besoins du périmètre et la capacité de la retenue	60
Conclusion :	61

Chapitre VI : Choix et découpage d'îlots d'irrigation

VI.1. Introduction :	61
VI.1 Taille des îlots d'irrigation :	63
VI.2 Débit fictif continu :	63

VI.3 Débit d'équipement :	63
VI.4 Taille de l'îlot :	64
VI.5 .Découpage des îlots :	64
VI. 6. l'emplacement des bornes d'irrigation dans les' îlots :	65

Chapitre VII : Réseau collectif de distribution et Technique d'arrosage

Introduction :	66
VII.I -modalités de dessertes :	66
VII .1.1 -L'irrigation à la demande :	66
VII .1.2 -L'irrigation au tour d'eau :	66
VII .1.2.1 -Tour d'arrosage à la borne :	66
VII .1.2.2 -Tour d'arrosage à l'antenne :	67
VII. 2 Principes du Tracé	67
VII. 3. Borne d'irrigation :	68
VII. 3.1 Fonction de la borne :	68
VII. 3.2. Les différents types de bornes :	69
VII. 3. Calcul du réseau de distribution :	71
VII.3.1 Le débit caractéristique :	71
VII.3.2 lois de débits :	71
VII. 4.Matériaux de construction des canalisations	73
VII. 5) optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution :	74
VII.5.1) Calcul Des Diamètres:	74
VII.5.2) La vitesse admissible	74
VII.5.3) Calcul des pertes de charges:	75
VII. 6. Les équipements du réseau de distribution :	76
VII.6.1 Vannes de sectionnement.....	76
VII.6.2 Ventouses	76
VII.6.3 Vidanges	77
VII.6.4. Soupapes de décharge anti-bélier :	77
VII.6.5 Bornes d'irrigation	77

VII.6.6 Ouvrage sur réseau	77
VII. 6.6.1 les Regards.....	77
VII. 6.6.2 Franchissement d'oued	77
VII. 6.6.3 Traversées de pistes (passages busés).....	77
VII.6.7.Pièces spéciales isolées.....	77
VII.6.8-Aménagement connexe.....	77
VII.7. Technique d'arrosage	78
VII.7. 1 .INTRODUCTION :	78
VII.7. 2. Les contraintes intervenant dans le choix de la technique d'irrigation :	79
VII.7. 3. Comparaison sur le choix du mode d'irrigation :	80
VII.7. 3. Conclusion :	81
VI.7 Projection du système d'irrigation localisée sur une parcelle choisie:	82
VI.7.1 Composition d'une installation d'irrigation localisée :	83
VI.7.1.1 point de fourniture d'eau :	83
VI.7.1.2 L'unité de tête :	83
VI.7.1.3 la conduite principale :	83
VI.7.1.4 porte rampes :	83
VI.7.1.5 les rampes :	83
VI.7.1.6 les distributeurs :	84
VI.7.2 Dimensionnement :	84
VI.7.2.2 La dose pratique :	84
VI.7.2.3 La fréquence des arrosages : C'est la durée entre 2 arrosages ;	85
VI.7.2.4 La durée d'un arrosage.....	85
Conclusion :	89

Liste des tableaux

Chapitre I : synthèse bibliographique

Tableau 1 : Composition de l'unité de tête	7
Tableau N°2 : type de distributeur selon le débit.....	8

Chapitre II : Analyse des conditions naturelles

Tableau II .1 série pluviométrique	19
Tableau II .02: Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm	19
Tableau II.03:Température de l'aire : station de Berrouaghia	20
Tableau II .04: température moyenne mensuelle	21
Tableau II .05: Humidité de l'air	21
Tableau II .06: Direction du vent	21
Tableau II .07: le vent en (m/s) pour chaque mois.....	21
Tableau II .08: Nombre moyen de jours orageux	22
Tableau II .09: nombre moyen de jours de gelée.....	22
Tableau II. 10: Nombre moyen de jours grêle	22
Tableau II. 11: Nombre moyen de jours de sirocco	23
Tableau II .12: La nébulosité moyenne journalière (h/j) pour chaque mois	23
Tableau II .13: Nombre moyen de jours de brouillard.....	23
Tableau II .14 : Classification du climat :.....	24

Chapitre III : pédologie du plateau :

Tableau III. 1: signification des symboles des aptitudes Culturale.....	30
Figure . 1 : carte d'aptitude culturale.....	31

Chapitre IV : Ressource en eau

Tableau IV -1) : caractéristique de la cuvette de la retenue.....	34
Tableau IV -2 : caractéristique de la retenue	34
Tableau IV.3) : concentration de l'élément physico-chimique d'eau d'irrigation.....	36

Chapitre V : besoin en eau

Tableau .01 :Ajustement à une loi de Gauss	43
Tableau .02 : Ajustement à une loi Log-normale.....	45
Tableau .03 : Ajustement à une loi de Gumbel	47
Tableau .04 : précipitations moyenne mensuelles de l'année de calcul	49
Tableau V -05 : calculs de l'évapotranspiration de référence ET0	50
a) Blé tendre : Tableau V -6 Besoins en eau du blé tendre.....	52
b) L'orge verte : Tableau V-7 Besoins en eau de l'orge vert.....	52
a) Tomate : Tableau V-8 Besoins en eau de la tomate.....	53
b) pomme de terre : Tableau V-9 Besoins en eau de la pomme de terre	53
c)ail : Tableau V-10 Besoins en eau de l'ail	54
d) oignon : Tableau V-11 Besoins en eau de l'oignon.....	54
a) L'olivier : Tableau V -12 Besoins en eau de l'olivier	55
b) Pêchers et abricotier : Tableau V -13 Besoins en eau du pêcher et de l'abricotier	55
Tableau V-14 : les besoins en eau des cultures pour chaque mois (Le calendrier cultural).....	56
Tableau V-15 : Les besoins brut de chaque culture	58
Tableau V-16: Les besoins en eaux totale	60
Tableau V-17: Les besoins en eaux du périmètre	61

Chapitre VI : Choix et découpage d'îlots d'irrigation

Tableau VI-1: Les différente Parcelles du périmètre	62
Tableau V1.2 : Débits normalisés des prises	64

Chapitre VII : Réseau collectif de distribution Et Technique d'arrosage

TABLEAU VII.1 : Le calibre du débit	70
TABLEAU VII.2 : les débits des différentes bornes	73
Tableau VII.3 : Paramètres L, M, N en fonction de la rugosité.....	75
Tableau VIII-2 ET VIII-3: calcul hydraulique du réseau collectif de distribution	75
Tableau VII-2.....	75
Tableau VII-3.....	75

Liste des figures

Chapitre I : synthèse bibliographique

Fig: I-1: siphon.....	3
Fig I-2: rampe à vannettes.....	4
Fig I-3: gaine souple.....	5
Fig I-4: type de distributeur.....	8
Fig I-5: pompe doseuse électrique	9
Fig I-6: filtres à sables	10
Fig I-7: filtre à tamis.....	11
Fig I-8 : aspersion classique- Rampe frontale- enrouleur.....	12
Figure I-9 : Rampe pivotante (pivot)	14

Chapitre III : pédologie du plateau :

Figure . 1 : carte d'aptitude culturale	31
--	----

Chapitre VII : Réseau collectif de distribution Et Technique d'arrosage

Figure V.II-1 : la loi des débits	71
Figure VII.2 Schéma explicatif de la projection du réseau localisé sur la parcelle choisie.....	82

Liste des graphes

Chapitre II : Analyse des conditions naturelles

Graphe II-1 Climatogramme de GAUSSEN.....25

Chapitre V : besoin en eau

Graphe .1 : AJUSTEMENT A UNE LOI NORMALE.....44

Graphe .2 : AJUSTEMENT A UNE LOI log –Normale.....46

Graphe .3 : AJUSTEMENT A UNE LOI DE GUMBEL.....48

ملخص

تتناول هذه المذكرة دراسة مشروع تهيئة الأرض الفلاحية المتواجدة ببلدية سانق دائرة قصر البخاري ولاية المدية .
عند دراستنا للمنطقة الفلاحية الواقعة قرب سد سلاخظنم مجموعة من العوائق التي يمكن أن تؤثر سلبا على مردود الفلاحي أهمها أن المنطقة تتميز بحرطياتها المرتفعة المياه ونوعيتها التي أثبتت التحاليل بانها انت وفرة على كمية معتبرة من الاملاح.
وتهدف الدراسة إلى توصيل المياه من السد وتوزيعها على الفلاحيين وذلك بكميات تتناسب مع احتياجات النباتات .
بعد دراسة طرق توزيع المياه داخل الأراضي الفلاحية توصلنا إلى أن أنجع الطرق هي طريقة التقطير وذلك لأنها احسن الطرق من حيث ملائمتها لنوعية المياه وندرته لهذا ويمكن استعمال طريقة الرش لسقي الحبوبو انه لا يمكن ان تتسبب ببعض المشاكل بالنسبة للنباتات الاخرى .
وفي نهاية العمل توصلنا إلى مجموعة من النتائج كما اقترحنا نصائح وإرشادات تساعد على هذه لأراضيعي تطبيقها في الميدان لضمان زيادة مردودية الإنتاج.

Résumé:

cet mémoire de fin d'étude port sur l'étude du projet pour l'aménagement des terres agricoles situées dans la commune de SANG, Daïra de KSER _ BOUGHARI (W. media).
Lorsque nous avons abordé l'étude de la région agricole près de la retenue de SANEG on a remarqué un groupe de contraintes qui peuvent nuire au rendement des terres agricoles, notamment ; que la région est caractérisée par une température élevée, en plus de la pénurie d'eau et leur qualité que prouve de l'eau de la retenue et de la distribuer aux parcelles agricoles dont elle convient a leurs surfaces et aux besoins des plantes.
Après examen des technique d'irrigations on a trouvé que l'irrigation localisé est le meilleur moyen en termes de qualités de l'eau et la rareté de ce dernier, l'aspersion peut être utilisé pour irriguer les céréales, mai elle peut causer des problèmes aux autres plantes.

Summary:

This memory end of relates to the study of the project to create arable in the commune of SANEG, Daira of KSER_ BOUGHARI (W MEDEA)
When we approached the study of the agricultural area close to the reserve of SANEG One noticed a group of constraints which can harm the output of the arable lands
In particular that
The area is characterized by a high temperature in addition to the water shortage and their Quality which the analysis proves that it has the considerable salt sum
The study aims to the supply of the water of reserve and of distribute to the agricultural pieces which it is the appropriate has their surface and to the needs for the plants
After examination of the technique of irrigation one found the the localized irrigation is the best means of quality of water and the scarcity of last, sprinkling can be used to irrigate Cereals, but it can cause problems with the other plants

INTRODUCTION

L'homme a su, tout au long de son histoire, inventer des techniques pour s'accommoder à son milieu. Il a mis au point des variétés végétales et culturales améliorées, adaptées à ses besoins. Il a conçu des méthodes appropriées pour utiliser l'eau, les engrais et les pesticides avec le maximum d'efficacité et accroître la production agricole. Mais il n'a pas été capable de maîtriser le climat, et la menace de la sécheresse qui continue de peser sur son destin. Dans un contexte que caractérisent l'exiguïté des ressources hydriques, l'expansion démographique, la nécessité d'accroître et d'améliorer la production alimentaire, l'eau est devenue l'élément naturel le plus précieux pour la plupart des régions du globe ; c'est pourquoi, l'heure actuelle, il est devenu absolument impératif de planifier avec une efficacité réelle l'utilisation de l'eau pour la production végétale.

On a mis au point des méthodes qui permettent d'obtenir aux cultures une production optimale et de prédire correctement les volumes d'eau.

Les besoins quantitatifs en eau d'irrigation pour la production végétale doivent être prévus avec précision quand on a bien traité les données climatiques, pédologiques, etc.....

L'étude de l'aménagement hydro agricole du périmètre de SANEG, wilaya de Médéa (30ha) 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, le caractère socio économique de l'aire d'étude 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.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

I -Introduction

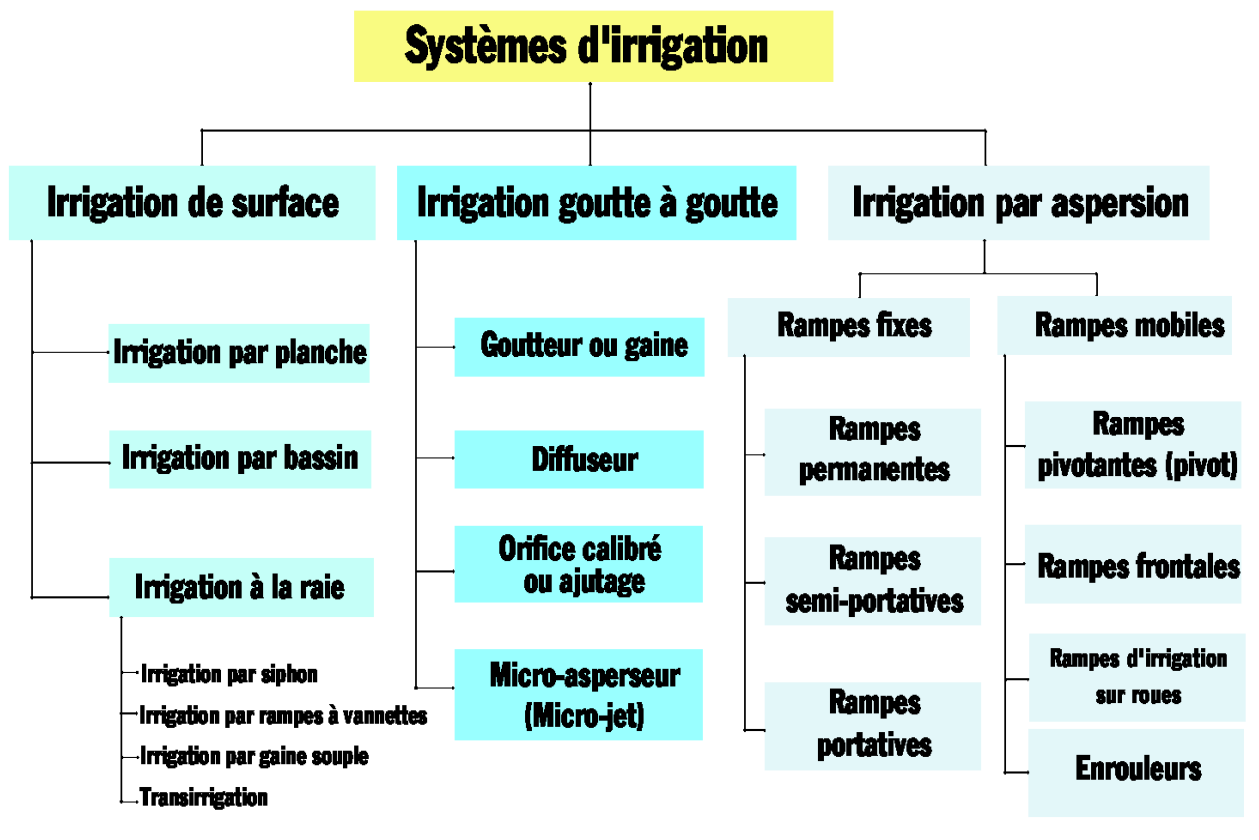
Le manque d'eau et accroissement constant des besoins en eau en agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que industrie et la consommation en eau potable, nous amènent à constamment réfléchir sur les économies d'eau et d'énergie. Ceci passera forcément par une gestion efficace d'irrigation ainsi que par la maîtrise de réutilisation et le choix des systèmes d'irrigation.

Dans quelques pays, l'agriculture consomme entre 80 et 90% des ressources en eau. Les données disponibles montrent que les performances des systèmes d'irrigation actuels sont restées faibles à très moyennes. Les pertes en eau à la parcelle sont de l'ordre de 30 à 40%, en particulier les pertes par percolation. Aussi, l'uniformité des irrigations reste faible, ce qui influe négativement sur la production. La maîtrise de réutilisation de l'eau d'irrigation devient donc urgente et nécessaire.

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

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

II) Les systèmes d'irrigation



II .1.L'irrigation de surface :

II .1.1.L'irrigation par planche :

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

II 1.2.L'irrigation par bassin :

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

II .1.3.L'irrigation a la raie

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

II.1.3.1 Irrigation par siphon



Fig: I-1: siphon

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

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

II .1.3.2. Irrigation par rampe a vannettes



Fig I-2: rampe à vannettes

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

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

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

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

II .1.3.3. Irrigation par gaine souple

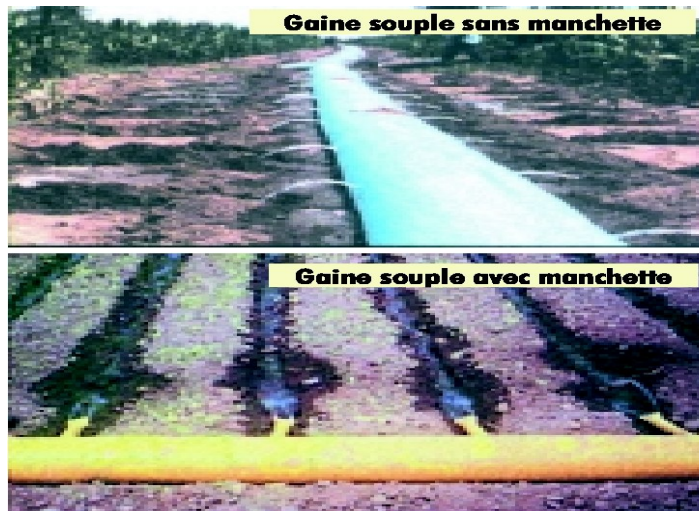


Fig I-3: gaine souple

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

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

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

II .1.3.4 Transirrigation

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

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

II .2. L'irrigation goutte à goutte

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

II .2. 1. Avantage et inconvénient de l'irrigation goutte à goutte

Avantages

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

Inconvénients

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

II .2. 2. Equipements du système goutte à goutte

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

Unité de tête

L'unité de tête comporte les éléments nécessaires au conditionnement et à la sécurité de fonctionnement.

Tableau 1 : Composition de l'unité de tête

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

Les distributeurs

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

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

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

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

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

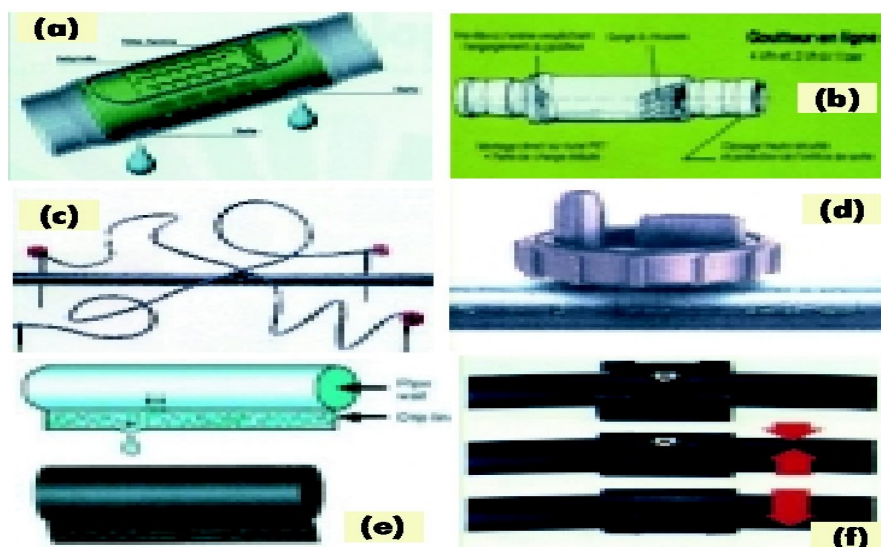
Q est le débit en l/h; K est une constante de forme et de dimension; H est la pression en mètre et x est le coefficient qui caractérise le type d'écoulement.

Lorsqu'on dispose de plusieurs valeurs de débits des goutteurs, avec les valeurs respectives des pressions, on peut alors à l'aide de l'équation ci-dessus calculer les valeurs de K et de x .

Généralement, les constructeurs donnent les caractéristiques des distributeurs sous forme de tableaux ou de graphes, ce qui permet d'établir leur équation, ou simplement connaître leur débit.

Tableau N°2 : type de distributeur selon le débit

	Goutteur	Diffuseur et Ajustage	Micro-asperseur
Apport	Point	Tache	Tache
Débit l/h	1 a 16	20 a 60/35 a 100	60 a 150



(a): goutteur intégré, (b): goutteur en ligne, (c)et (d): goutteurs en dérivation, (e): gaine perforée et (f): ajustage

Fig I-4: type de distributeur

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

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

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

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

Pompes doseuses et injecteurs

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

On distingue:

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



Fig I-5: pompe doseuse électrique

Les dilueurs

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

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

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

Les pompes doseuses électriques sont constituées d'un moteur électrique qui entraîne une pompe à membrane ou un piston. Elles sont précises et permettent de disposer d'une gamme

étendue de débits d'injection. Plusieurs pompes peuvent être montées en parallèle pour injecter simultanément plusieurs solutions. L'énergie électrique est nécessaire.

Filtration

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

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

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



Fig I-6: filtres à sables

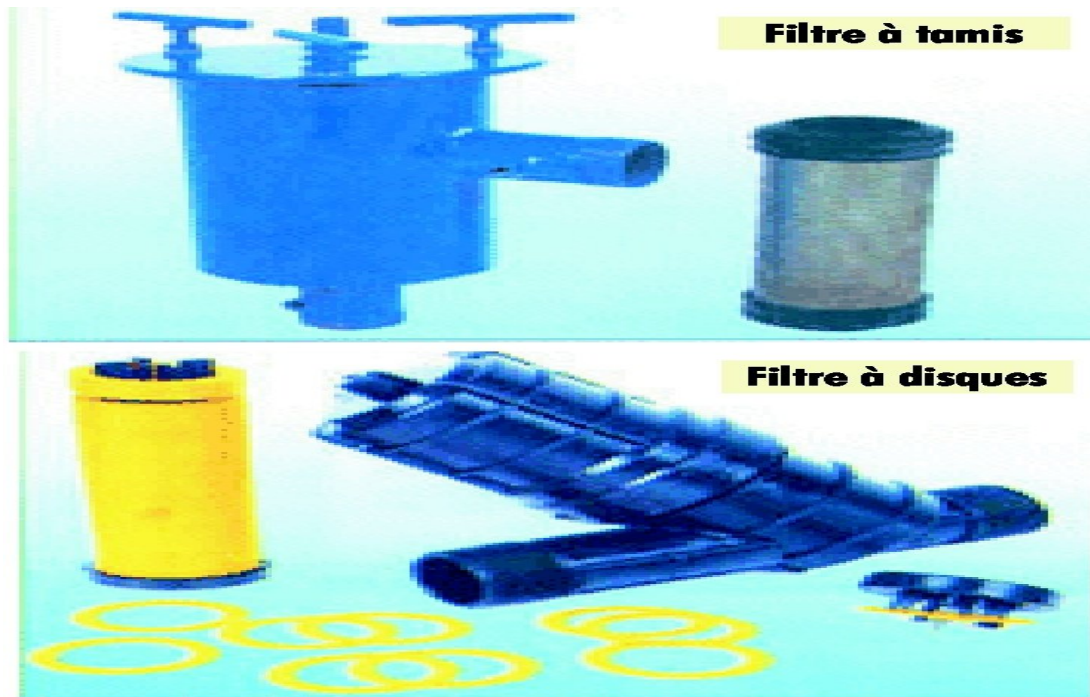


Fig I-7: filtre à tamis

III. L'irrigation par aspersion

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

Sols de faible profondeur, ne pouvant être correctement nivelé pour une irrigation de surface, tout en conservant une profondeur suffisante;

Sols trop perméables, qui ne permettent pas une répartition uniforme de L'eau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement en surface;

Terrains à pente irrégulière avec microrelief accidentés, ne permettant pas l'établissement d'une desserte gravitaire a surface Libre.

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

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

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

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

Aspersion traditionnelle

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

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

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



Fig I-8 : aspersion classique- Rampe frontale- enrouleur

L'irrigation par aspersion, on rencontre les installations suivantes:

Les installations mobiles portatives

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

Les installations semi-mobiles portatives

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

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

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

Aspersion mécanisée

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

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



Figure I-9 : Rampe pivotante (pivot)

Les systèmes de rampe frontale

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

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

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

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

polyéthylène, un système de régulation de la vitesse d'avancement, un système d'enroulement uniforme du flexible et un système de sécurité de fin de course.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ces chariots peuvent être stabilisés en cas de besoin par des poids supplémentaires ou par le remplissage des roues par de l'eau. Le flexible est non renforcé, il est fabriqué à l'aide de

formulations spéciales de polyéthylène (PE) pour combiner à la fois une grande rigidité et une grande flexibilité.

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

L'enrouleur est également équipé d'un système de régulation de vitesse d'avancement de la porte asperseur, qui en principe augmente durant l'irrigation. On rencontre deux types de régulations: 1) une régulation mécanique basée sur l'augmentation du diamètre du tambour (une barre constamment en contact avec le diamètre extérieur formé par le flexible enroulé agit en conséquence sur le mécanisme d'entraînement), ou 2) une régulation électronique basée sur la mesure directe de la valeur réelle de la vitesse d'avancement. La mesure se fait par une petite roue mise en contact avec le flexible.

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

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

Conclusion

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

Chapitre II :

Analyse des conditions naturelles

Localisation

II -1.Situation géographique et administrative :

La plaine de SANEG (30 ha) se trouve à 7 km environ au sud-ouest de la ville de Kser-El-Boughari, La ville de SANEG est localisée à l'extrémité de ce périmètre. Le périmètre étudié se trouve sur la Wilaya de MEDEA (Oued Noual)

Le périmètre de SANEG est de forme régulière.

La partie Nord du périmètre est orientée méridionaux et se trouve dans la plaine de OUED-NOUAL.

La partie Sud est orientée méridionalement et se trouve dans la plaine de la fusion des deux Oueds entre lesquels se trouve la ville de SANEG.

Les parties Nord et Sud se lient par la partie centrale qui se trouve dans la vallée des deux rives d'OUED NOUAL.

Les terrains d'irrigation sont délimités par les montagnes et les collines avec inclinaisons des terrains qui ne permettent pas de faire de l'irrigation sans endommager l'environnement.

Sur le territoire du périmètre d'irrigation, le réseau routier est bien développé, il présente des chemins avec couverture d'asphalte, ainsi que des pistes.

II.2. Analyse des conditions climatiques :

Le climat de la région est caractérisé par un été sec et très chaud et un hiver froid. Pour l'étude des conditions climatiques, nous allons utiliser les données des stations météorologiques les plus représentative, pour cette région s'impose en priorité. Pour mieux concevoir l'étude climatique de la région de SANEG, nous prendrons la station de Berrouaghia comme la station de référence, il est possible d'utiliser d'autres stations

a) La pluviométrie

Les données pluviométriques sont données par la station de ksar-boughri mais à cause des manques d'observation on a fait une combinaison avec la station de Monghorno qui est la plu proche et qui peut représente le climat de la région.

Tableau II .1 série pluviométrique a la station de ksar-boughri (1980_2008)

Année	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec	som
1980	2.5	49.2	8.5	24.2	10.7	17.7	2.7	17.3	5.3	11.7	27.7	72.4	249.9
1981	74.3	49.3	33.1	59.6	40.9	15.2	0.7	0	2.2	9.3	8.1	42.6	335.3
1982	0	21.6	2	17.9	5.7	0	0	4.5	0	47.3	55.4	43.9	198.3
1983	8	47.7	53.7	36.7	5.6	8.5	0	0	0	0.4	33	3.2	196.8
1984	60.6	59.3	94.9	13.2	94.9	0	0.5	0	18.3	98.3	70.1	88.3	598.4
1985	107.1	66	109.5	25.4	18	25	0	2	25.3	18.5	69.2	62.9	528.9
1986	96.5	127.8	27	12	8	16	0	2.5	42.1	89.7	94.5	101	617.1
1987	8.6	15.6	27.7	35.5	26.8	14.5	1.8	0	7.8	49.3	37.2	28.8	253.6
1988	18	16.9	14.6	45.1	12.6	31.5	4.1	28.6	2.4	26	12	80.7	292.5
1989	51.6	0	47.8	40.9	75.1	4.6	19.5	2.4	18.6	31	24.4	16.8	332.7
1990	14.6	48.8	54	2.7	8.2	7.8	0	0	21.6	12.5	26.3	39	235.5
1991	125.8	5.9	28.2	40.7	75.7	0	0	0	4.9	84.5	6.7	6.6	379
1992	6	29	0	49.5	35.5	0	0	3	0	26	43.3	28	220.3
1993	41	28.5	2	0	9	0	0	0	35.2	19	38	40.5	213.2
1994	120.5	22	72.5	10.5	8.1	0	0	13	84	91	14	32	467.6
1995	79.5	167.5	45.2	76.7	56	20	12	38	12.5	42.6	27.5	31.5	609
1996	65.7	28.1	2.5	96.5	22	3.5	0	42	16	24.7	6.1	52	359.1
1997	21.3	49	0	45.5	74.1	69.1	0	8	56	42.5	117.6	61.6	544.7
1998	79	45	66.2	4	14	0	0	7	18	21	51.5	42.5	348.2
1999	0.3	0	4.7	13.5	43.5	0	1.5	0	69.6	39.5	13.4	86	272
2000	91.8	7.5	0.4	12.1	20.6	0	0	1	6	22.3	49.1	26.3	237.1
2001	21.5	24.3	4.3	16.5	5.7	0.5	7.3	14	41.1	10.6	13.8	19.3	178.9
2002	87	101.6	3	42.9	1.3	3.8	5.1	9.3	5.5	6.4	77	48.3	391.2
2003	11.7	12.6	29.9	47.5	69.6	0.5	16.6	90	22.3	43.4	62.5	102.8	509.4
2004	35.7	44.4	28.4	7.3	0	43.8	0.3	0	17.5	21.9	40.6	49.6	289.5
2005	59.5	61.9	6.2	26.2	32.4	0	0	1	10	50.1	28.2	33.9	309.4
2006	10.2	15.6	121.3	35.1	26.1	0	0	13.4	37.1	3.4	7.3	39.7	309.2
2007	10.7	18.1	47	6.2	23.4	7.6	2.7	4.3	14.8	55.8	98.3	11.8	300.7
2008	43.8	13	56.4	68.4	16.1	0	0	2.6	27.4	45.6	16.4	21	310.7
MOY	46.6	40.55	34.17	31.45	28.9	9.98	2.57	10.47	21.43	36.01	40.32	45.27	347.86

(ANRH de Blida)

Tableau II .02: Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm (Station de ksar-boughri)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
P moye (mm/mois)	46.6	40.5	34.2	31.5	28.9	10	2.6	10.5	21.4	36	40.32	45.27	347.9

b) La température et l'humidité relative :

La température et l'humidité relative déterminent les conditions générales de développement de végétation.

b-1 La température :

Les températures de l'air sont données par la station de Berrouaghia (47KM au Nord de la commune de SANEG)

La température moyenne annuelle est de 14.19 °C.

La moyenne des maxima du mois le plus chaud (juillet) est de 34.20 °C

La moyenne des minima du mois le plus froid (janvier) est de 0.60 °C

Tableau II.03:Température de l'aire : station de Berrouaghia

MOIS	m	m'	m''	M	M'	M''
Septembre	3.00	7.40	12.30	38.90	35.30	28.9
Octobre	0.56	3.20	8.70	36.20	28.80	22.5
Novembre	-3.50	-0.30	4.50	27.00	22.10	15.2
Décembre	-13.0	-4.33	1.50	20.00	15.90	10.5
Janvier	-8.40	-3.90	0.60	24.60	15.60	9.5
Février	-8.90	-3.90	1.30	21.10	17.40	11.6
Mars	-6.00	-1.90	3.40	24.5	22.30	14.8
Avril	-3.50	-0.40	5.40	29.20	25.90	18.6
Mai	-1.20	3.20	8.50	36.00	31.00	23.2
Juin	3.00	7.00	11.90	38.50	35.40	28.8
Juillet	6.90	10.10	15.20	42.10	39.00	34.2
Août	7.40	10.50	15.30	42.30	39.60	34.1
Année	-13.00	2.28	7.38	42.30	27.28	34.2

(Source ANRH)

Avec :

m=minimum absolu observé

m'=moyenne brute des minima mensuels extrêmes.

m''=moyenne de tout les minima

M= maximum absolu observé

M'=moyenne brute des maxima mensuels extrêmes

M''= moyenne de tout les maxima

Tableau II .04: température moyenne mensuelle

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T _{moy} C°	5.5	6.45	9.1	12	15.85	20.35	24.7	24.7	20.6	15.6	9.85	6

b-2 Humidité relative :

L'humidité de l'air est donnée par la station de MEDEA (73 km au Nord-ouest de la commune de SANEG

Tableau II .05: Humidité de l'air

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H (%)	78	74	68	62	57	52	43	43	55	64	71	78

(Station de MEDEA)

c) Les vents :

Les fréquences moyennes mensuelles des différentes directions sont indiquées sur le les vents dominants sont ceux des directions Nord-Ouest pour la saison froide et Nord pour la saison chaude.

Tableau II .06: Direction du vent

Direction du vent	N	N-E	E	S-E	S	S-W	W	N-W	Total
Pourcentage par direction(%)	13.5	11.4	7.83	9.11	5.39	16.3	15.9	20.1	100

(Station de MEDEA)

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).

Tableau II .07: le vent en (m/s) pour chaque mois

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Le vent (m/s)	3.53	4.24	4.74	4.24	4.24	3.30	3.53	3.77	3.53	3.06	4.00	3.53

(Station de MEDEA)

d) Les orages

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

Tableau II .08: Nombre moyen de jours orageux

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Orage (jours/mois)	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

(Station de Mongorno)

e) La gelée blanche :

La gelée s'observe à partir du mois de novembre jusqu'à la fin du mois de mai avec un maximum de 9 jours au mois de janvier.

Tableau II .09: nombre moyen de jours de gelée

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Gelée blanche (jours/mois)	9.0	7.0	3.0	1.5	0.3	-	-	-	-	0.3	3.1	7.1	31.3

(Station de Mongorno)

f) 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.

Tableau II. 10: Nombre moyen de jours grêle

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
La grêle (jours/mois)	0.7	0.9	0.9	0.5	0.5	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	1.0	5.3

(Station de Berrouaghia)

g) Le sirocco:

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

Tableau II. 11: Nombre moyen de jours de sirocco

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Le sirocco (jours/moi)	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

Station de Mongorno

h) Nébulosité :

La nébulosité, c'est la fraction du ciel couverte par des nuages.

Tableau II .12: La nébulosité moyenne journalière (h/j) pour chaque mois

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nébulosité (h/j)	5.2	5.6	5.9	4.7	4.1	2.9	1.6	2.0	3.4	3.8	4.9	5.1

i) L'évaporation :

Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle et annuelle des plans d'eau dans la région d'étude sont estimées à partir des données d'observation mesurées sous abri avec l'évaporomètre Piche au niveau de la station météorologique de Médéa.

L'évaporation est importante durant les mois de mai à septembre correspond à un volume évaporé de 64.54 % et faible du mois de novembre à mars où le volume évaporé est de 21.98 %

j) Le brouillard:

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

Tableau II .13: Nombre moyen de jours de brouillard

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Le brouillard (jours/moi)	9.4	6.3	7.4	4.4	5.0	5.4	0.9	0.4	1.4	5.2	9.2	8.4

(Station de Mongorno)

II -3-classification du climat :

D'après l'indice d'aridité de **MARTONNE** :

$$= \frac{P}{T}$$

Avec P: précipitation annuelle en mm

T: température moyenne en (°C).

AN: $= \frac{1000}{100} = 12.53$

Tableau de référence :

Tableau II .14 : Classification du climat :

valeur	Type de climat	Irrigation
< 5	Désertique	Indispensable
5 ≤ ≤ 10	Très sec	Indispensable
10 ≤ ≤ 20	Sec	Souvent indispensable
20 ≤ ≤ 30	Relativement humide	Parfois utile
≥ 30	Humide	Utile

Selon la classification de **MARTONNE**; notre climat est sec, ce qui rend l'irrigation Indispensable.

D'après le Quotient pluviométrique D'EMBERGER :

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

Q: Quotient pluviométrique d'EMBERGER

P: précipitation moyenne annuel mm

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

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

Avec

P: 303.3mm

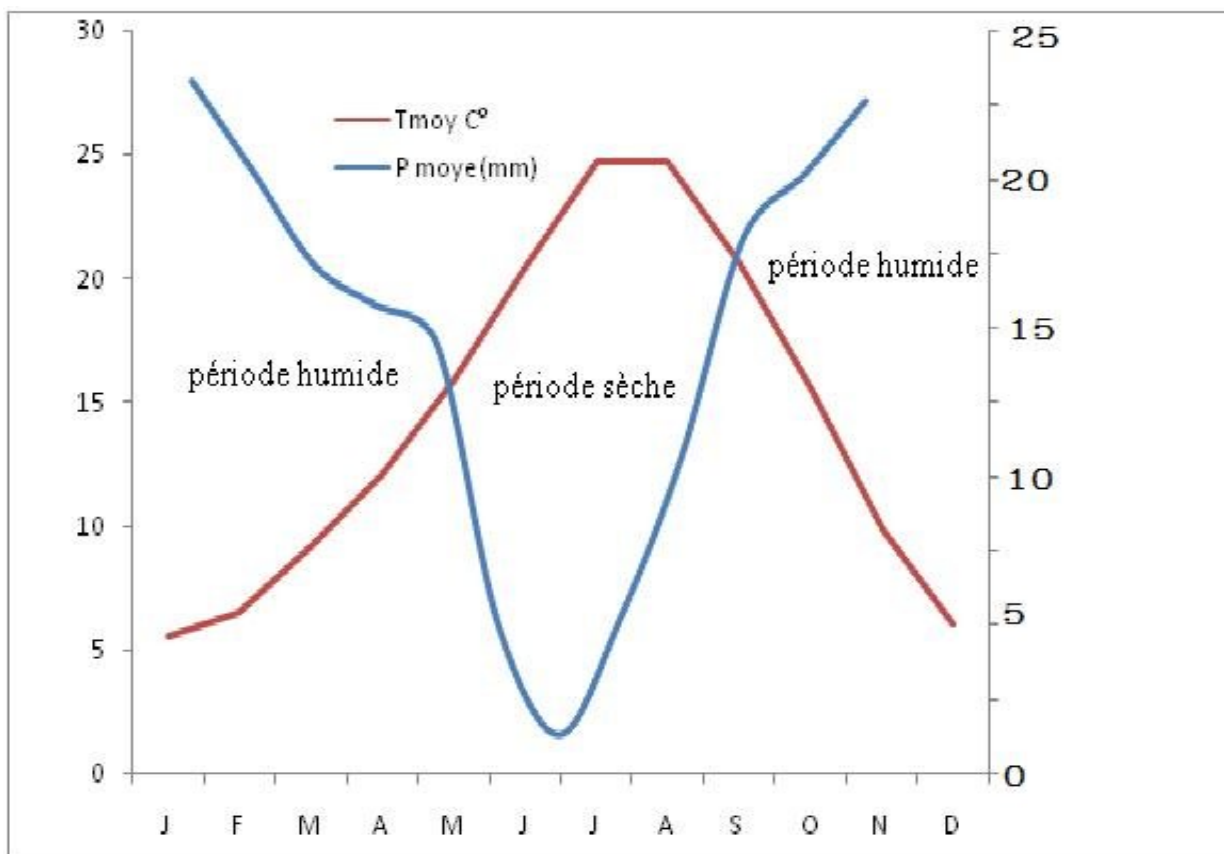
M : 34.20°c

m : 0.6° c

AN :

$$= \frac{1000 * P}{(M + m) * (M - m)} = 31.1$$

D'après le diagramme bioclimatique la valeur de Q situe notre zone à l'étage bioclimatique : « Semi –Aride » à hiver tempéré.



Graphique II-1 Climatogramme de GAUSSEN

-4-Conditions géologiques et hydrographique :

La géologie :

L'ensemble des formations géologiques au niveau du périmètre de SANEG constituent des dépôts continentaux du Néogène (Miocène supérieur – Pliocène – Villafranchien) et dépôts alluvionnaires du Quaternaire.

Les dépôts continentaux du Néogène constituent les matériaux de remblaiement des anciennes dépressions topographiques. Ils correspondent à une période de forte érosion qui nivela sensiblement les reliefs par usure des montagnes « primaires » (régions anticlinales) et comblement des vallées primaires.

L'hydrographie :

Le principal oued existant dans la commune de SANEG c'est OUED-NOUAL Cet oued est à secs, Une bonne partie de l'année en raison de la faible pluviosité et de la forte évaporation et a un écoulement nord- sud.

OUED-NOUAL se divise en deux rives entre les quels se trouve le périmètre et la ville de SANEG.

Conclusion:

Sur la base de l'étude du climat il peut être aisément conclu que la zone d'études se caractérise par :

- Une faible pluviométrie (347.9 mm)
- Un climat semi-aride à hiver tempéré
- Une période sèche s'étalant du mois de mai au mois Septembre
- La durée pendant laquelle souffle le sirocco est juillet – août
- 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 de l'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des cultures.

Chapitre III :

Pédologie du plateau

III-1 .Les types de sols de la vallée :

La plaine de SANEG est une zone caractérisée par l'accumulation d'alluvions et de colluvions formant des terrasses et des glacis.

Le cadre géomorphologique confère à cette zone une succession de sols variés.

La partie Nord (OULED NOUAL), de par ses grandes pentes, une meilleure homogénéité avec des unités cartographiques plus grandes.

Dans cette zone, les sols **Calcimagnésiques**, les **Vertisols** et les sols **peu évolués** sont les plus dominants.

Les sols **Calcimagnésiques** présentent souvent des traits verdiges combinés à ceux des encroûtements calcaires.

Beaucoup de niveaux limitant (croûtes) apparaissent à différentes profondeurs dans le sol.

Dés qu'on se rapproche des flancs de montagne, les Rendzines prennent le relais.

Les Vertisols se localisent au centre de la plaine dans les niveaux présentant les plus faibles pentes. Ces sols dérivent du matériau parental marneux très répandu dans cette région.

Les sols peu évolués font jonction avec les cours d'eau et les zones de crue. Leur répartition reste sujette à l'emplacement des cours d'eau et des zones soumises aux inondations.

La partie Nord de la plaine présente un autre faciès. Cette dernière est caractérisée par la présence de plus fortes pentes avec de petites unités cartographiques bordant l'oued NOUAL.

Dans cette zone, les sols dominants sont : les sols **Calcimagnésiques** , les **Vertisols**

Les sols **Calcimagnésiques** sont caractérisés par la présence de croûtes et , les sols **peu évolués** , les sols **Hydromorphes** et les sols minéraux bruts. encroûtements plus affirmés (Nord d'OUED NOUAL). Les autres sols calcimagnésiques présentent souvent des traits vertiques.

III-2. Ressource en sol :

Il existe à la plaine de SANEG une faible variété de sols ; allant du sol minéral brut au vertisol.

La répartition de ces sols est étroitement liée aux conditions du milieu dont la climatologie, le relief et la roche mère constituent les principaux facteurs d'évolution de ces sols. (La répartition et l'évolution de ces sols sont étroitement liées aux conditions du milieu dont la climatologie, le relief et la roche mère constituent les principaux facteurs.)

Les principales unités de sols représentées sont les suivantes :

Sols minéraux bruts :

Ils sont représentés par des lithosols et régosols, de faible profondeur du sol, inaptes à l'irrigation, localisés au nord ouest d'OUED NOUAL et à l'Ouest de SANEG.

Les sols peu évolués

Ils occupent tout le lit de OUED NOUAL et au nord ouest – sud ouest de SANEG

Les vertisols :

Les vertiges et sols vertiques apparaissent dans la région conditionnée par la texture fine et la nature des matériaux originels, riche en argiles gonflantes. Ils apparaissent sur les roches mères telles que les marnes, les argiles, dans les dépressions et encore en bas des glacis avec une faible pente.

Répartis au nord et au nord ouest de SANEG, à l'ouest et au sud ouest de SANEG.

Les sols hydro morphes :

Les moins représentés ; Ils sont formés dans une cuvette le long de OUED NOUAL.

III-3 .Les sols de la zone d'étude :

Une seule classe a été distinguée dans la zone d'étude, la classe des sols peu évolués qui se développe sur trois secteurs de la superficie délimitée du périmètre, on à :

1. Les sols peu évolués d'érosion
2. Les sols peu évolués d'apport alluvial : sols vertiques
3. Les sols peu évolués d'apport alluvial : sols modaux

Ce qui concerne les caractéristiques physico chimique des sols peu évolués la teneur en matière organique est presque nul la capacité d'échange cationique est extrêmement faible alcaline avec un PH qui varie entre 7.5 et 8 les valeurs de la conductivité électrique exprimant la salinité des sols ne dépasse pas de 4mmhos /cm la perméabilité des sols est moyenne.

III-4. Aptitudes culturales:

Les cultures et assolements pratiqués actuellement au sein de l'aire d'étude sont de type céréales et fourragère en sec qui semblent n'avoir pas donné les résultats prévus (par une visite sur site il ya des zones voisines du périmètre étudié ou le blé a la couleur jaune au mois d'avril avec une longueur qui ne dépasse pas 20 cm) à cause de l'aridité du climat et de la faible pluviométrie et sa mauvaise répartition dans l'année. L'arboriculture est représentée par quelques arbres de pommiers.

En culture irriguée l'aptitude du sol de la zone d'étude est moyenne et mauvaise dans certains cas (pour Les sols peu évolués d'érosion)

III-4. 1 Choix des cultures :

Les basses températures en hiver ou au début du printemps accompagnées de gelées ainsi que les températures élevées en été accompagnées de siroco ,sont des facteurs qui vont vraiment influencer l'introduction de cultures exigeantes , notamment, celle des arbres fruitiers . La topographie de la région est caractérisée par un relief moyennement régulier sauf dan quelques parties du périmètre ou il ya des dépressions et des parcelles légèrement accidentées avec des pentes peu élevées tout ça oriente le choix dans ces parcelles vers les arboricultures.

La profondeur du sol détermine l'espace utilisable par les racines des plantes, Les principaux niveaux observés dans le périmètre sont :

Les croûtes et les encroûtements calcaires ; observés à des profondeurs diverses.

La première forme constitue un niveau qui limite cette profondeur (dalle calcaire ou débris de croûte calcaire) ; quant à la seconde forme, elle est caractérisée par une accumulation élevée du calcaire et par sa pauvreté organique, a cause de Ces deux obstacles plusieurs cultures à enracinement profond devront être éliminées.

III-4. 2. Carte d'aptitude culturale :

Les cartes d'aptitudes des sols aux différentes cultures ont été dressées suivants :

- le climat de la région.
- de la topographie de la région ;
- des caractéristiques des profils pédologiques : profondeur –texture, structure, inclusions calcaire

Deux catégories sont distinguées dans la zone d'étude :

C11M11B33

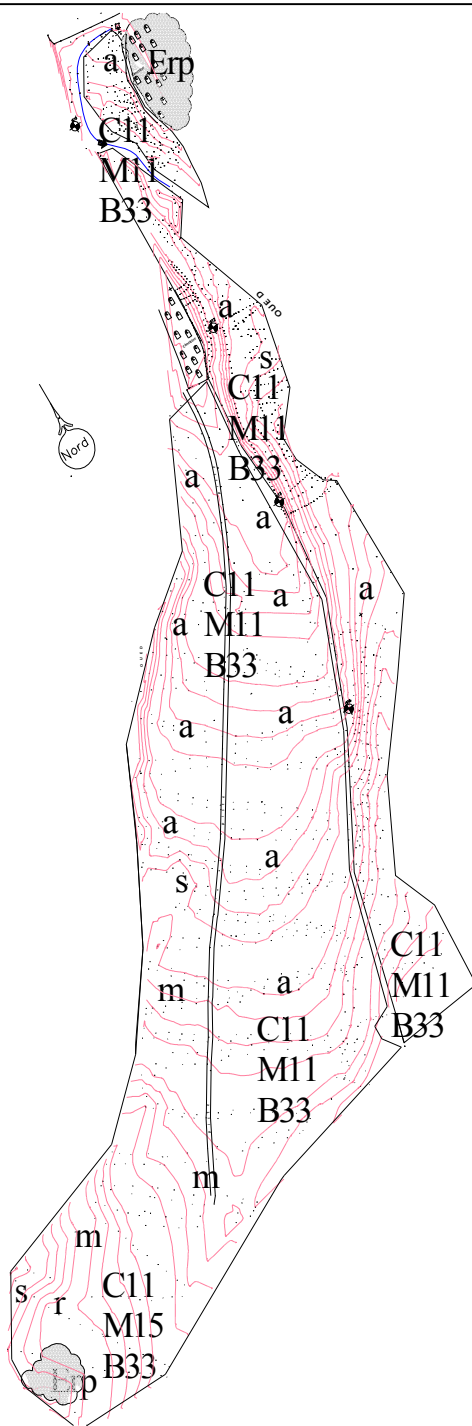
C11M15B33

La signification des symboles des aptitudes concernées est indiquée sur le tableau ci-après

Tableau III. 1: signification des symboles des aptitudes Culturelle

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

(DHW de la Wilaya de Médéa)



Légende :
Erp : zone non irrigable
m: texture Moyenne
a: texture argileuse
S: texture sableuse

Figure .1 : carte d'aptitude culturale

CONCLUSION :

Le choix des cultures selon la pédologie est suffisamment large mais le manque d'eau nous oblige à ne pas choisir un assolement dense et a évité les cultures exigeantes.

Chapitre IV :

Ressource en eau

Ressource en eau :

Le périmètre de SANEG a comme ressources en eau en plus de la pluviométrie, la retenue collinaire de SANEG.

IV.1.Situation géographique:

Le petit barrage sur Oued Nouel se situe à environ 3Km au Nord de la commune de SANEG Daïra de Kser-boughari Willaya de MEDEA.

Il est repéré par les coordonnées Lambert :

X = 515.10 km

Y = 286.20 km

Z = 800 m



Figure IV-1 : la retenue

IV.2.Destination de la retenue :

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

IV.3) Condition hydrologiques :

La cuvette du barrage à une longueur de 400 m environ, les caractéristiques hydrologiques sont tirées du rapport hydrologique indiqué ci-après :

Tableau IV -1) : caractéristique de la cuvette de la retenue

caractéristiques	unités	valeurs
Surface du bassin versant	Km ²	18
Longueur du cours d'eau principale	Km	7
Périmètre de bassin versant	Km	19,5
Altitude moyenne du B.V	m	740
Pente du cours d'eau du B.V I _{bv}	%	36,88
Pente de l'oued Io	%	26.5
Pluie moyenne annuelle : P _{moy}	mm	460
Pluie maximale journalière P _j	mm	91.5
Apport moyenne annuel Amoy	m ³	180819
Apport annuel fréquence 80%	m ³	100438
Volume de la crue de fréquence 1%	m ³	369930
Débit de Crue de projet de fréquence 1% ; 0,1%	m ³ /s	207
Apport solide moyenne annuel	T/km ² /an	634

Source : DHW de Médéa

IV .4) Caractéristique de la retenue

Sur la base de l'avant projet et du projet d'exécution, on a établi les données caractéristiques pour notre ouvrage dans le tableau suivant :

Tableau IV -2 : caractéristique de la retenue

Caractéristique principale	Unité	Valeur
Hauteur de la digue	m	12
Longueur de la crête de la digue	m	120
Cote de la crête de la digue	m	800
Cote du niveau normal de la retenue	m	796
Cote du niveau maximal de la retenue	m	798,00
Cote du niveau de volume mort de la retenue	m	789,45
Volume utile de la retenue	m ³	379428
Volume mort de la retenue	m ³	20572
Volume de la digue	m ³	256570

Source : DHW de Médéa

IV.5. Qualité des eaux d'irrigation :

Dans le cadre de l'étude du petit barrage, 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 du projet de barrage sur oued NOUEL sont à forte salinité, elles sont donc utilisables sur des sols bien drainés pour faire un lessivage par augmentation de la dose d'arrosage.

IV.5.1. Risque d'obstruction

Les éléments susceptible d'obstruer les goutteurs peuvent se trouver en suspension ou en solution dans l'eau. Ils peuvent être de nature physique (sable, limon, argile, débris de végétaux etc.) chimique (calcaire, fer etc.) ou biologique (algues, bactéries, spore etc.).

Une analyse préalable est indispensable pour apprécier les risques et de définir les moyens de prévention à mettre en œuvre pour éviter le colmatage.

IV.5.2. Risque de salinisation du sol

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

IV.5.3 Conductivité électrique de l'eau :

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

Quatre classes de risques salins ont été définies:

C1 risque faible	$CE < 250$
C2 risque moyen	$Entre\ 250 < CE < 750$
C3 risque élevé	$Entre\ 750 < CE < 2250$
C4 risque très élevé	$CE > 2250$

IV.5.4) Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium)

Selon la concentration et le type d'ions présent dans l'eau pour appréciés les risque liées a une teneur relative excessive en sodium (risque alcalin) on compare celle en ions Na⁺ et celle en ions Ca²⁺ et Mg²⁺ 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 défini deux classes de risques alcalins

SAR < 6 ———> L'eau n'est pas alcalin

6 < SAR < 9 ———> L'eau est alcaline est 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 IV.3) : concentration de l'élément physico-chimique d'eau d'irrigation

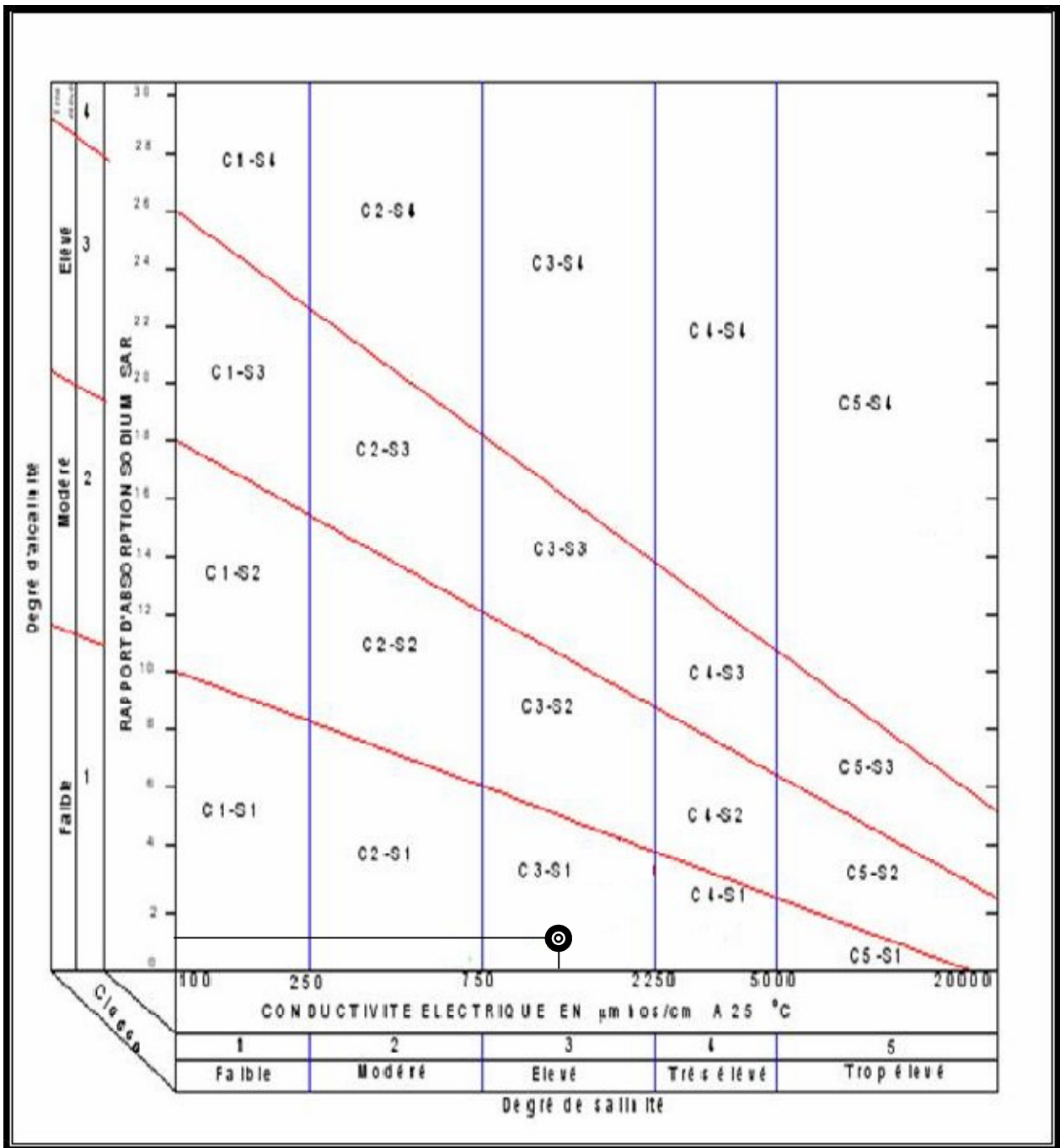
N°	Ca (mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	PH (mg/l)	CE (μs /cm)
Echant	155	122	95	7,55	1305

Analyse :

CE = 1305 (250 < CE < 750). Eau a forte salinité et qui nécessite une dose de lessivage

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\left(\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}\right)^{0,5}} \quad S.A.R = \frac{95}{\left(\frac{155^2 + 122^2}{2}\right)^{0,5}} = 0.68$$

0.68 < 6 Donc risque faible et une eau propre à l'irrigation.



FigIV-2) : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

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

IV.5.5. 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 entraîner en dessous de la zone racinaire par le mouvement descendant de l'eau. Dans notre cas on n'a pas un problème de salinité du sol (la conductivité électrique dans toute la zone d'étude ne dépasse pas 4mmoh/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 : $Pe Cp$

Apports par irrigation : $Ir Ci$

Apports par remontées capillaires : $G Cg$

Apports par dissolution : Md

Apports par l'agriculture : Ma

Pertes:

Pertes par percolation : $D Cd$

Prélèvements par les végétaux : Mv

Adsorption ou précipitation : MP

$$\Delta Ms = Pe Cp + Ir CI + G Cg + Md + Ma - D Cd - Mv - MP$$

Hypothèses fréquentes:

$$Cp=0 ; Md=0 ; Ma=0 ; Mv=0 ; MP =0$$

➔
$$\Delta Ms = Ir CI + G Cg - D Cd$$

Pour le cas d'une nappe profond

$$\Delta Ms = Ir CI - D Cd \quad \text{➔} \quad Ir CI = D Cd \text{ (Pour prévenir une accumulation de sel, on doit avoir } \Delta Ms = 0)$$

Et en fin LR (la dose de lessivage) sera égale :

$$LR = \frac{\dots}{(\dots)} = \dots = \dots = \dots$$

(CEs: Conductivité électrique de l'extrait de la patte saturée égale

2.5 mmoh/ cm) source DHW de Médéa

$$D \text{ 'ou LR} = \frac{\dots}{\dots} = 0.52 = 52\% ;$$

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 : $LR = \frac{ETM}{\dots}$

$$LR = \frac{ETM}{\dots} = 0.12 = 12 \% \quad ETM$$

Conclusion

Le présent chapitre avait pour but de définir les ressources en eaux disponibles dans la zone d'étude.

Les évaluations effectuées dans ce cadre ont montré que la retenue collinaire de SANEG est la seule source d'irrigation de notre périmètre avec un volume utile de 379 428 m³. La salinité de l'eau de la retenue collinaire de SANEG est qualifiée de forte, cette eau est utilisable en pratique un lessivage sur des cultures tolérantes. Cette forte salinité est due à la géologie de la cuvette de la retenue qu'on ne peut pas contrôler

Chapitre V

Besoin en eau

V.1 Introduction :

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

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

V.1.1 Besoins en eau des cultures :

Les cultures pour se développer, puisent du sol, l'eau et les éléments nutritifs, la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture, une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol ; l'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration, ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures,

V.1.2 Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées :

Dans un premiers 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 et pédologiques de la région.
- Les données climatiques donneront les indications concernant les besoins en eau des cultures.
- les paramètres pédologiques permettront d'estimer la réserve en eau utile du sol ; et les données culturales préciseront la réserve en eau facilement utilisable par la plante.
- Qualité de l'eau d'irrigation à l'aide des différents résultats obtenus, il sera relativement aisé de déterminer par la suite les qualités d'eau nécessaires au bon développement de la plante.

V. 2. Détermination de l'année de calcul :

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

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

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

V.2.1) Etude des précipitations annuelles

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

Loi de Gumbel

V.2.1.1) Ajustement a la loi de Gauss

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

A l'aide du logiciel hydro-labe on a fait l'ajustement et tout le calcul nécessaire.

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans.

les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyenne annuelle est regroupé dans le tableau et la figure suivante :

Tableau .01 : Ajustement à une loi de Gauss

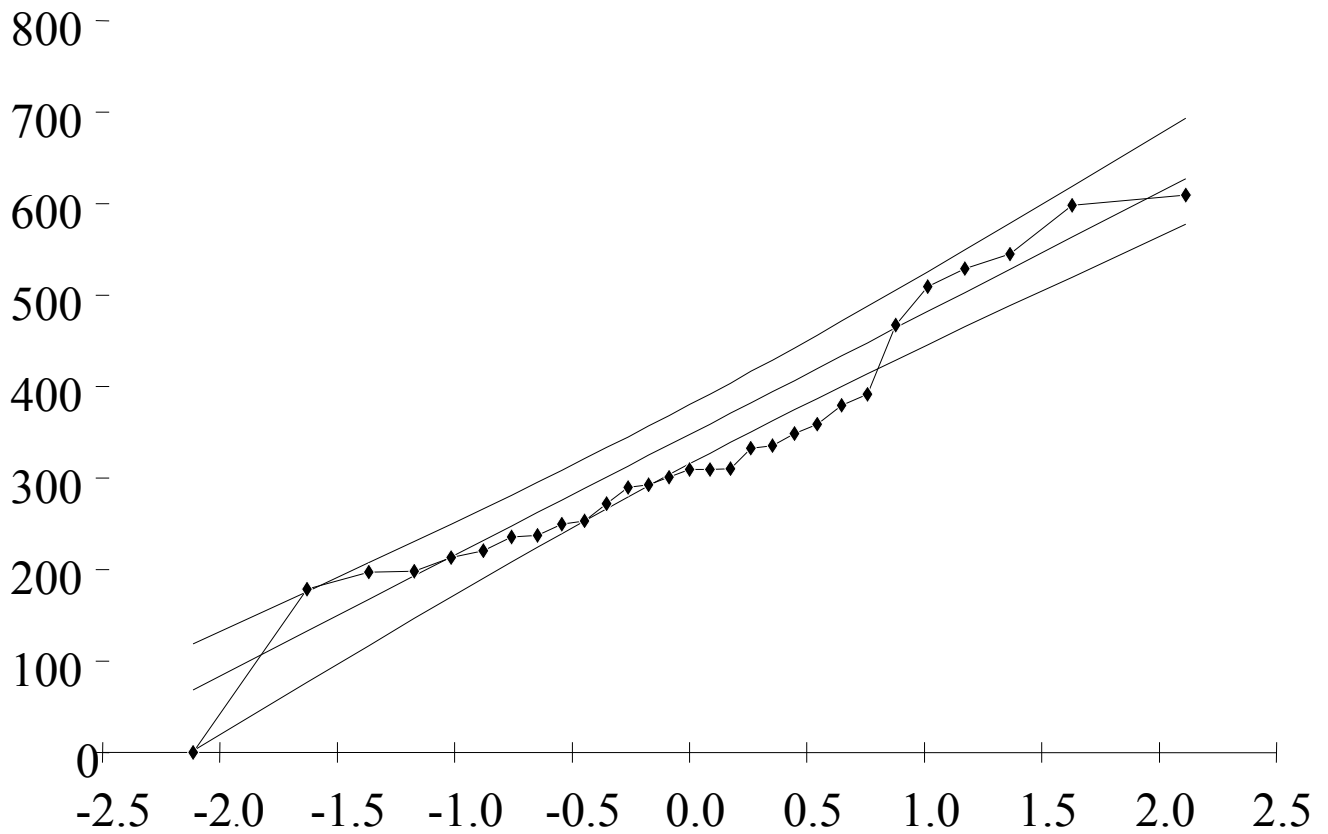
Ajustement
à une loi de
Gauss

Taille n= 29 Moyenne= 347.868966
Ecart-
type= 132.164446 I.C. à (en%)= 80 U Gauss= 1.2817

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
178.9	0.2	1	0.0172	-2.115	0.2	68.364512	1.9782821	118.45546
196.8	178.9	2	0.0517	-1.629	178.9	132.61097	76.958708	175.71356
198.3	196.8	3	0.0862	-1.365	196.8	167.50194	117.25511	207.23327
213.2	198.3	4	0.1207	-1.172	198.3	193.01876	146.4643	230.54537
220.3	213.2	5	0.1552	-1.014	213.2	213.7909	170.04084	249.72413
235.5	220.3	6	0.1897	-0.879	220.3	231.69179	190.18744	266.42294
237.1	235.5	7	0.2241	-0.758	235.5	247.6806	208.0289	281.49126
249.9	237.1	8	0.2586	-0.647	237.1	262.32117	224.22404	295.43081
253.6	249.9	9	0.2931	-0.544	249.9	275.97772	239.19635	308.56778
272	253.6	10	0.3276	-0.446	253.6	288.90286	253.23758	321.13038
289.5	272	11	0.3621	-0.352	272	301.28232	266.56029	333.28832
292.5	289.5	12	0.3966	-0.262	289.5	313.25986	279.32712	345.17487
300.7	292.5	13	0.4310	-0.173	292.5	324.95225	291.66822	356.90022
309.2	300.7	14	0.4655	-0.086	300.7	336.45897	303.69253	368.5602
309.4	309.2	15	0.5000	0.000	309.2	347.86898	315.49541	380.24255
310.7	309.4	16	0.5345	0.086	309.4	359.27896	327.17773	392.0454
332.7	310.7	17	0.5690	0.173	310.7	370.78568	338.83771	404.06971
335.3	332.7	18	0.6034	0.262	332.7	382.47807	350.56306	416.41081
348.2	335.3	19	0.6379	0.352	335.3	394.45561	362.44961	429.17764
359.1	348.2	20	0.6724	0.446	348.2	406.83507	374.60755	442.50035
379	359.1	21	0.7069	0.544	359.1	419.76021	387.17015	456.54158
391.2	379	22	0.7414	0.647	379	433.41676	400.30712	471.51389
467.6	391.2	23	0.7759	0.758	391.2	448.05733	414.24667	487.70903
509.4	467.6	24	0.8103	0.879	467.6	464.04614	429.31499	505.55049
528.9	509.4	25	0.8448	1.014	509.4	481.94703	446.0138	525.69709
544.7	528.9	26	0.8793	1.172	528.9	502.71917	465.19256	549.27363
598.4	544.7	27	0.9138	1.365	544.7	528.23599	488.50466	578.48282
609	598.4	28	0.9483	1.629	598.4	563.12696	520.02437	618.77922
617.1	609	29	0.9828	2.115	609	627.37342	577.28247	693.75965
	617.1	30	1.0172	2.115	617.1	627.37342	577.28247	693.75965

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	236.6583	195.74576	271.0872	236.6583	0,000	0,1
Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.5	0,000	347.86898	315.49541	380.24255	236.6583	0,000	0,1

Valeurs naturelles



Graphe .1 : AJUSTEMENT A UNE LOI NORMALE

D'où pour l'ajustement à une lois de Gusse on a trouver :

P80%= 236.66 mm

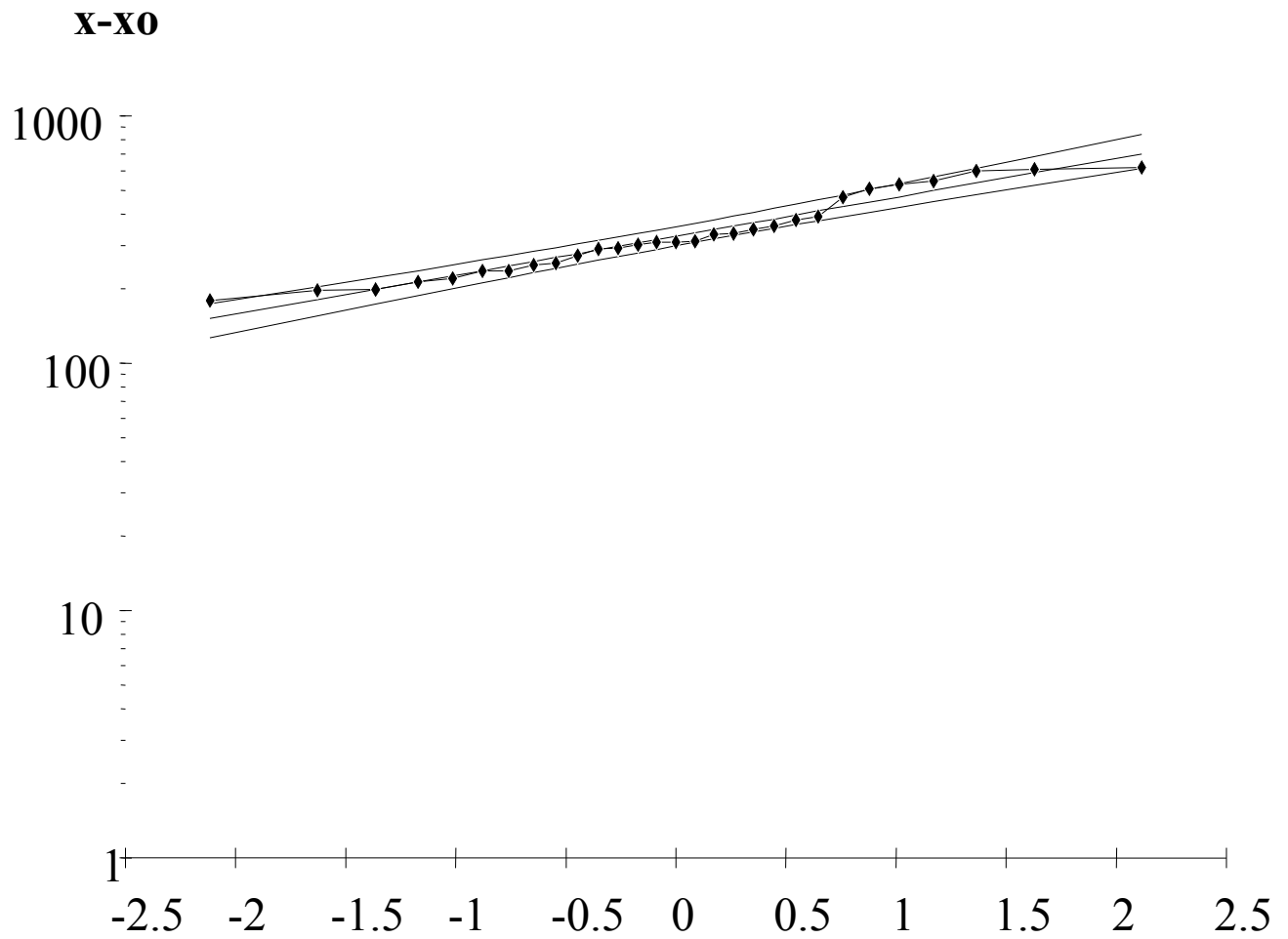
P50%= 347.87 mm

V.2.1.2) Ajustement a la loi log –Normale :

Tableau .02 : Ajustement à une loi Log-normale

Ajustement à une loi Log-normale									
Taille n=	29	Moy.log(x-xo)=	2.51317838		I.C. à (en%)=		80	UGauss=	1.282
xo=	0	E.T. log(x-xo)=	0.157321779						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure	
249.9	178.9	1	0.017	-2.115	178.9	151.52	126.313	173.81863	
335.3	196.8	2	0.052	-1.629	196.8	180.695	155.132	203.35432	
198.3	198.3	3	0.086	-1.365	198.3	198.829	173.248	221.70366	
196.8	213.2	4	0.121	-1.172	213.2	213.232	187.688	236.33192	
598.4	220.3	5	0.155	-1.014	220.3	225.725	200.217	249.08742	
528.9	235.5	6	0.190	-0.879	235.5	237.076	211.584	260.75293	
617.1	237.1	7	0.224	-0.758	237.1	247.696	222.188	271.74763	
253.6	249.9	8	0.259	-0.647	249.9	257.838	232.273	282.33108	
292.5	253.6	9	0.293	-0.544	253.6	267.672	242.003	292.68217	
332.7	272	10	0.328	-0.446	272	277.324	251.498	302.93548	
235.5	289.5	11	0.362	-0.352	289.5	286.896	260.851	313.20042	
379	292.5	12	0.397	-0.262	292.5	296.47	270.14	323.5724	
220.3	300.7	13	0.431	-0.173	300.7	306.125	279.434	334.14019	
213.2	309.2	14	0.466	-0.086	309.2	315.934	288.797	344.99132	
467.6	309.4	15	0.500	0.000	309.4	325.971	298.293	356.21666	
609	310.7	16	0.534	0.086	310.7	336.326	307.998	367.92877	
359.1	332.7	17	0.569	0.173	332.7	347.102	318.001	380.25669	
544.7	335.3	18	0.603	0.262	335.3	358.406	328.386	393.33906	
348.2	348.2	19	0.638	0.352	348.2	370.367	339.261	407.34656	
272	359.1	20	0.672	0.446	359.1	383.15	350.757	422.49613	
237.1	379	21	0.707	0.544	379	396.967	363.045	439.07296	
178.9	391.2	22	0.741	0.647	391.2	412.107	376.355	457.46615	
391.2	467.6	23	0.776	0.758	467.6	428.98	391.013	478.23001	
509.4	509.4	24	0.810	0.879	509.4	448.198	407.5	502.1973	
289.5	528.9	25	0.845	1.014	528.9	470.737	426.584	530.70828	
309.4	544.7	26	0.879	1.172	544.7	498.315	449.608	566.13521	
309.2	598.4	27	0.914	1.365	598.4	534.414	479.274	613.32305	
300.7	609	28	0.948	1.629	609	588.045	522.521	684.94557	
310.7	617.1	29	0.983	2.115	617.1	701.271	611.309	841.21869	

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	240.3249787	214.8319	264.1078434	240.325	0,000	0,1
0.5	0,000	325.9705732	298.2927	356.2166643	325.971	0,001	0,2



Graphe . 2 : AJUSTEMENT A UNE LOI log –Normale

Pour l’ajustement à une loi log –Normale on a trouvé :

P80%=240.325 mm

P50%=325.97 mm

V.2.1.3) Ajustement a la loi de Gumbel :

Tableau .03 : Ajustement à une loi de Gumbel

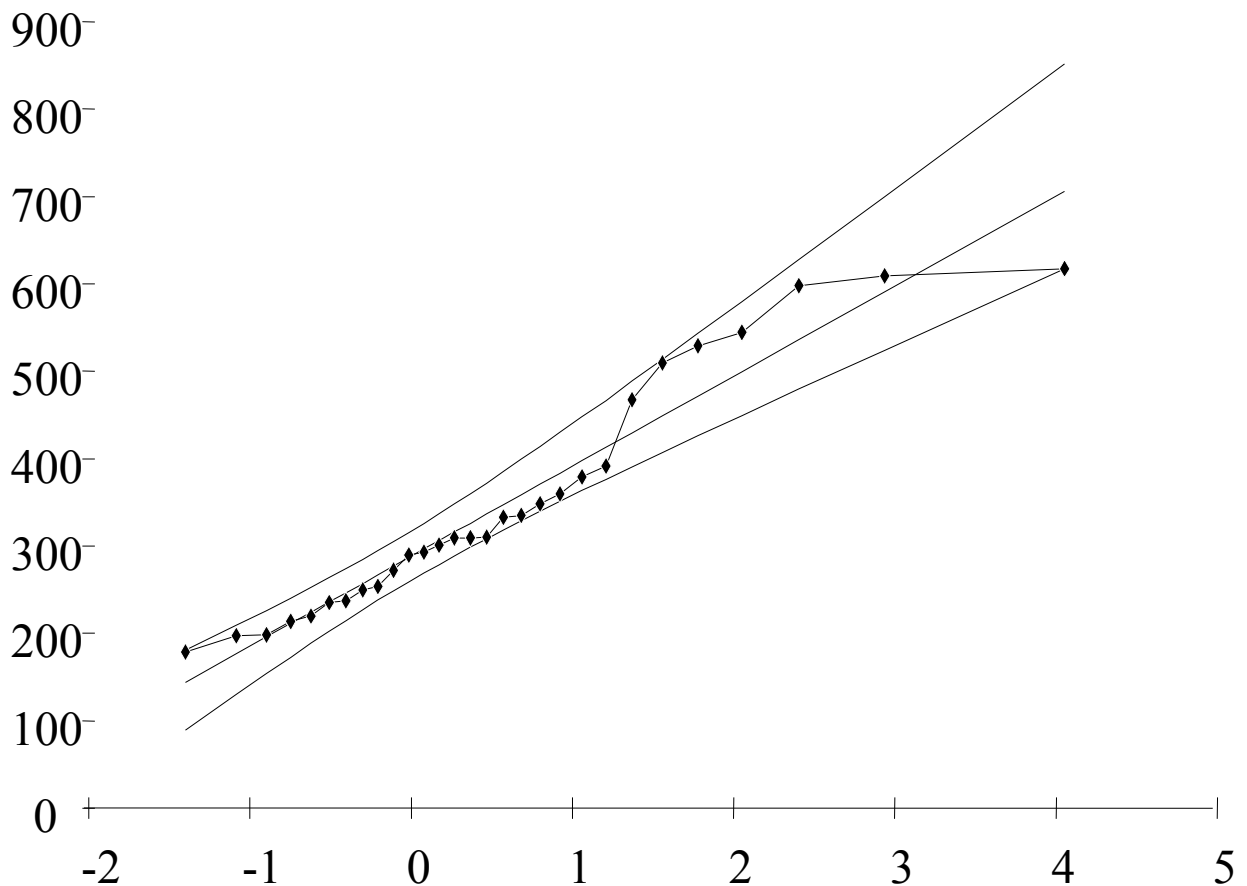
Ajustement à
une loi de
Gumbel

Taille n= 29 X₀= 288.39 I.C. à (en%)= 80 U Gauss= 1.2817
g= 103.09

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
249.9	178.9	1	0.017	-1.401	178.9	143.930	88.9096	180.9105
335.3	196.8	2	0.052	-1.086	196.8	176.453	130.076	209.1171
198.3	198.3	3	0.086	-0.896	198.3	195.968	154.334	226.4868
196.8	213.2	4	0.121	-0.749	213.2	211.191	172.942	240.35
598.4	220.3	5	0.155	-0.622	220.3	224.234	188.614	252.5001
528.9	235.5	6	0.190	-0.508	235.5	235.982	202.477	263.695
617.1	237.1	7	0.224	-0.402	237.1	246.898	215.116	274.3421
253.6	249.9	8	0.259	-0.302	249.9	257.267	226.88	284.6954
292.5	253.6	9	0.293	-0.205	253.6	267.278	237.999	294.9312
332.7	272	10	0.328	-0.110	272	277.072	248.639	305.1825
235.5	289.5	11	0.362	-0.016	289.5	286.758	258.925	315.5575
379	292.5	12	0.397	0.078	292.5	296.429	268.962	326.1496
220.3	300.7	13	0.431	0.172	300.7	306.168	278.84	337.0454
213.2	309.2	14	0.466	0.268	309.2	316.055	288.645	348.3293
467.6	309.4	15	0.500	0.367	309.4	326.170	298.461	360.0893
609	310.7	16	0.534	0.468	310.7	336.599	308.373	372.4218
359.1	332.7	17	0.569	0.573	332.7	347.437	318.477	385.4377
544.7	335.3	18	0.603	0.683	335.3	358.797	328.876	399.2697
348.2	348.2	19	0.638	0.800	348.2	370.812	339.692	414.0828
272	359.1	20	0.672	0.924	359.1	383.652	351.076	430.0882
237.1	379	21	0.707	1.059	379	397.53	363.214	447.5659
178.9	391.2	22	0.741	1.206	391.2	412.763	376.359	466.8993
391.2	467.6	23	0.776	1.371	467.6	429.750	390.857	488.6364
509.4	509.4	24	0.810	1.559	509.4	449.126	407.224	513.6002
289.5	528.9	25	0.845	1.780	528.9	471.893	426.275	543.1124
309.4	544.7	26	0.879	2.051	544.7	499.812	449.438	579.5016
309.2	598.4	27	0.914	2.406	598.4	536.445	479.591	627.4885
300.7	609	28	0.948	2.935	609	590.991	524.154	699.2774
310.7	617.1	29	0.983	4.052	617.1	706.075	617.439	851.4742

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0.476	239.329	206.378	266.933	239.3289	0.20	1.25
Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.5	0.367	326.170	298.461	360.089	326.1702	0.50	2.00

Valeurs naturelles



Grphe . 3 : AJUSTEMENT A UNE LOI DE GUMBEL

Pour l’ajustement à une loi de Gumbel on a trouvé :

P80%= 239.329 mm

P50%= 326.170mm

V.2.1.4) Choix de l’ajustement adéquat :

L’ajustement adéquat est celui de Gumbel car elle possède une meilleure répartition des nuages de points et la seule ou il y a une égalité entre la fréquence et la fréquence théorique.

V.2.2) calcul des précipitations moyenne mensuelles :

Puisque la loi de Guembel est la plu adéquate nous la retenons pour l'estimation 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 $P_{80\%} = 239.33 \text{ mm}$, et moyenne $P_{50\%} = 326.17 \text{ mm}$ et en appliquant la formule :

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

On obtient l'année de calcul.

Tableau .04 : précipitations moyenne mensuelles de l'année de calcul

année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
P80%mm	32.2	22.8	25.1	23.1	21.2	7.32	1.89	7.68	15.7	26.4	29.6	33.2	239.3

V.3) 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 (P eff).

V.3.1 L'évapotranspiration réelle :

S'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural ; les données climatiques (moyennes mensuelles) à fournir pour déterminer sont reprises ci-dessous :

$$ETR = ET_0 * K_c$$

ET₀: représente l'évapotranspiration standard définie par Penman (1956) comme étant la quantité d'eau transpirée par unité de temps pour 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.

V.3.2 calcul de l'évapotranspiration de référence ET0 :

Le calcul de l'évapotranspiration de référence ET0 par le logiciel CROPWAT, nécessite l'introduction des renseignements ci après :

- **Tmax ,Tmin** : température maximum et minimale, exprimée en c°.
- **Hm** : humidité de l'air, exprimée en %.
- **V vent** : vitesses du vent, exprimé en m/s.
- **Insol** : durée d'insolation, exprimée en heure.
- Caractéristiques de la station météorologique : payé, l'altitude, latitude, longitude

Les résultats trouvés sont récapitulés dans le tableau ci – après :

Tableau V -05 : calculs de l'évapotranspiration de référence ET0

Mois	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Ray. MJ/m ² /jour	ETo mm/mois
Janvier	-8.4	24.6	78	3.5	5.2	9.1	94.30
Février	-8.9	21.1	74	3.0	5.6	11.6	79.62
Mars	-6.0	24.5	68	4.7	5.9	14.6	136.57
Avril	-3.5	29.2	62	4.2	5.7	16.8	167.44
Mai	-1.2	36.0	57	4.2	4.1	15.9	221.55
Juin	3.0	38.5	52	3.3	2.9	14.6	203.62
Juillet	6.9	42.1	43	3.5	1.6	12.5	236.72
Août	7.4	42.3	43	3.7	2.0	12.0	244.32
Septembre	3.0	38.9	55	3.5	3.4	12.2	197.36
Octobre	0.6	36.2	64	3.1	3.8	10.3	159.26
Novembre	-3.5	27.0	71	4.0	4.9	9.2	116.58
Décembre	-13.0	20.0	78	3.5	5.1	8.4	80.88
Moyenne	-2.0	31.7	62	3.7	4.2	12.3	161,5
						Somme	1938.23

Station météorologique de : BERROUGHIA

- payé : Algérie
- l'altitude : 928 m
- latitude : 36° 84' N
- longitude : 2°55' E

V.4. Les besoins eau des cultures suivant L'assolement choisi :

L'appréciation des besoins en eau des cultures, nécessite la connaissance des renseignements ci après :

- Durée des phases de croissance (en jour) : initiale, mi-saison, développement et récolte.
- Coefficients culturaux (Kc) : pour chaque phase de croissance.
- Profondeur d'enracinement en (mètre) : deux valeurs sont entrées celle de la phase initiale et celle de la phase plein développement.
- Tariessement admissible du sol, exprime en fraction d'humidités totales disponibles : C'est le niveau critique de l'humidité du sol a partir du quel le stress du au manque d'eau se fait sentir, affectant l'évapotranspiration et la production de la plante.

.Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU)$$

Avec : B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

RFU : réserve facilement utilisable

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

Avec : Y : degré de tariessement

D_a : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H_{cc} : humidité à la capacité au champ

H_{pf} : humidité au point de flétrissement

P_{ef} : pluie efficace $P_{ef} = A \cdot \text{pluie}$; ou $A = 0,8$ à $0,9$ (pour notre cas on a prendre

$A = 0,8$)

V.4.1. Estimation des besoins en eau des céréales et les cultures fourragères :

(RU=200mm ; d'après CROBWAT pour texture lourd)

a) Blé tendre : Tableau V -6 Besoins en eau du blé tendre

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET ₀ mm/mois	197,36	159,26	116,58	80,88	94,3	79,62	136,57	167,44	221,55	203,62	236,72	244,32
Pluie mm	15.73	26.42	29.6	33.22	34.22	29.76	25.07	23.08	21.2	7.3	1.89	7.68
P _{efficace} mm	12.58	21.14	23.68	26.58	27.37	23.80	20.06	18.47	16.99	5.86	1.512	6.15
Kc	-	-	0,3	0,3	1,15	1,15	1,15	1,15	0,4	0.4	-	-
ETM mm/mois	-	-	34,974	24,264	108,445	91,563	157,0555	192,556	88,62	81,448	-	-
B = P _{eff} - ETM mm/mois	-	-	0	0	0	0	37,00	174,09	71,63	75,59	-	-

b) L'orge verte : Tableau V-7 Besoins en eau de l'orge vert

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET ₀ mm/mois	197,36	159,26	116,58	80,88	94,3	79,62	136,57	167,44	221,55	203,62	236,72	244,32
Pluie mm	15.73	26.42	29.6	33.22	34.22	29.76	25.07	23.08	21.2	7.3	1.89	7.68
P _{efficace} mm	12.58	21.14	23.68	26.58	27.37	23.80	20.06	18.47	16.99	5.86	1.512	6.15
Kc	-	-	0,3	0,3	0,5	0,5	1	1,15	1	-	-	-
ETM mm/mois	-	-	34,974	24,264	47,15	39,81	136,57	192,556	221,55	-	-	-
B = P _{eff} - ETM mm/mois	-	-	0	0	0	0	16,51	174,09	204,56	-	-	-

V.4.2. Estimation des besoins en eau des cultures maraichères

a) Tomate : Tableau V-8 Besoins en eau de la tomate

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET₀ mm/mois	197,36	159,26	116,58	80,88	94,3	79,62	136,57	167,44	221,55	203,62	236,72	244,32
Pluie mm	15,73	26,42	29,6	33,22	34,22	29,76	25,07	23,08	21,2	7,3	1,89	7,68
P_{efficace} mm	12,58	21,14	23,68	26,58	27,37	23,80	20,06	18,47	16,99	5,86	1,512	6,15
Kc	-	-	-	-	-	-	0,6	0,7	1,1	1,2	1,07	-
ETM mm/mois	-	-	-	-	-	-	81,94	117,21	243,71	244,34	253,29	-
B = P_{eff} - ETM mm/mois	-	-	-	-	-	-	0	48,74	226,71	228,48	231,78	-

b) pomme de terre : Tableau V-9 Besoins en eau de la pomme de terre
(Pendant deux périodes)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET₀ mm/mois	197,36	159,26	116,58	80,88	94,3	79,62	136,57	167,44	221,55	203,62	236,72	244,32
Pluie mm	15,73	26,42	29,6	33,22	34,22	29,76	25,07	23,08	21,2	7,3	1,89	7,68
P_{efficace} mm	12,58	21,14	23,68	26,58	27,37	23,80	20,06	18,47	16,99	5,86	1,512	6,15
Kc	-	0,5	0,61	1,1	0,98	-	0,4	0,5	1,1	0,95	-	-
ETM mm/mois	-	79,63	71,1138	88,968	92,414	-	54,63	83,72	243,71	193,44	-	-
B = P_{eff} - ETM mm/mois	-	0	0	56,39	65,04	-	0	0	106,71012	137,5774	-	-

c)ail : Tableau V-10 Besoins en eau de l'ail

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET₀ mm/mois	197,36	159,26	116,58	80,88	94,3	79,62	136,57	167,44	221,55	203,62	236,72	244,32
Pluie mm	15.73	26.42	29.6	33.22	34.22	29.76	25.07	23.08	21.2	7.3	1.89	7.68
P_{efficace} mm	12.58	21.14	23.68	26.58	27.37	23.80	20.06	18.47	16.99	5.86	1.512	6.15
Kc	-	-	0,7	0,85	0,95	0,93	0,88	0,75	-	-	-	-
ETM mm/mois	-	-	81,61	68,75	89,59	74,05	120,18	125,58	-	-	-	-
B = P_{eff} - ETM mm/mois	-	-	0	0	0	10,24	90,12	97,11	-	-	-	-

d) oignon : Tableau V-11 Besoins en eau de l'oignon

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET₀ mm/mois	197,36	159,26	116,58	80,88	94,3	79,62	136,57	167,44	221,55	203,62	236,72	244,32
Pluie mm	15.73	26.42	29.6	33.22	34.22	29.76	25.07	23.08	21.2	7.3	1.89	7.68
P_{efficace} mm	12.58	21.14	23.68	26.58	27.37	23.80	20.06	18.47	16.99	5.86	1.512	6.15
Kc	-	0,7	0,73	0,89	0,95	0,88	0,75	-	-	-	-	-
ETM mm/mois	-	111,48	85,10	71,98	89,59	70,07	102,43	-	-	-	-	-
B = P_{eff} - ETM mm/mois	-	0	0	0	12,21	36,26	72,37	-	-	-	-	-

V.4.3. Estimation des besoins en eau de l'arboriculture

a) L'olivier : Tableau V -12 Besoins en eau de l'olivier

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET₀ mm/mois	197,36	159,26	116,58	80,88	94,3	79,62	136,57	167,44	221,55	203,62	236,72	244,32
Pluie mm	15,73	26,42	29,6	33,22	34,22	29,76	25,07	23,08	21,2	7,3	1,89	7,68
P_{efficace} mm	12,58	21,14	23,68	26,58	27,37	23,80	20,06	18,47	16,99	5,86	1,512	6,15
Kc	0,9	0,9	0,9	0,8	0,75	0,75	0,5	0,55	0,6	0,8	1,1	1,1
ETM mm/mois	177,62	143,33	104,92	64,70	70,72	59,71	68,28	92,09	132,93	162,89	260,39	268,75
B = P_{eff} - ETM mm/mois	105,04	62,20	21,24	0	0	0	0	10,63	55,94	97,03	188,88	192,60

b) Pêchers et abricotier : Tableau V -13 Besoins en eau du pêcher et de l'abricotier

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET₀ mm/mois	197,36	159,26	116,58	80,88	94,3	79,62	136,57	167,44	221,55	203,62	236,72	244,32
Pluie mm	15,73	26,42	29,6	33,22	34,22	29,76	25,07	23,08	21,2	7,3	1,89	7,68
P_{efficace} mm	12,58	21,14	23,68	26,58	27,37	23,80	20,06	18,47	16,99	5,86	1,512	6,15
Kc	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,17	0,5	0,5	0,67	0,95	1,24	1,4
ETM mm/mois	276,30	222,96	163,21	105,14	113,16	93,16	68,29	83,72	148,44	193,44	293,53	342,05
B = P_{eff} - ETM mm/mois	173,72	111,83	59,53	0	0	0	0	0	61,44	127,58	222,02	245,90

Après le calcul des besoins des cultures on reporte sur un tableau les résultats mois par mois .Nous pouvons ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois ou la demande en eau est maximale.

Tableau V-14 : les besoins en eau des cultures pour chaque mois (Le calendrier cultural)

Mois/ culture	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Blé tendre	-	-	0	0	0	0	37,00	174,09	71,63	75,59	-	-
Orge verte	-	-	0	0	0	0	16,51	174,09	204,56	-	-	-
Tomate	-	-	-	-	-	-	0	48,74	206,71	207,48	211,01	-
Pomme de terre		0	0	56,39	65,04	-	0	0	106,71	137,57	-	-
ail	-	-	0	0	0	10,24	90,12	97,11	-	-	-	-
oignon	-	0	0	0	12,21	36,26	72,37	-	-	-	-	-
Olivier	105,04	62,20	21,24	0	0	0	0	10,63	55,94	97,03	188,88	192,60
Pêcher et abricotier	173,72	111,83	59,53	0	0	0	0	0	61,44	127,58	222,02	245,90
Total	278,76	174,02	80,77	56,39	77,25	46,50	216,00	504,66	706,72	676,26	642,68	438,50

V. 5. Estimation des besoins des cultures

En tenant compte du lessivage et de L'efficience.

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

On appelle la quantité supplémentaire la dose de lessivage.

La dose de lessivage est déjà calculée dans le chapitre précédent :

$$LR = 12\%$$

L'efficacité 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'efficacité d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

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

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

E_t : 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

Les résultats sont dans le tableau V-15 et V-16

Tableau V-15 : Les besoins brut de chaque culture

Cultures	Besoins	Ei	Besoins (mm / mois)												
			S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
blé	Nets	0,75	-	-	0	0	0	0	37	174	72	76	-	-	358
	bruts		-	-	0	0	0	0	49	232	96	101	-	-	478
orge	Nets	0,75	-	-	0	0	0	0	17	174	205	-	-	-	395
	bruts		-	-	0	0	0	0	22	232	273	-	-	-	527
tomate	Nets	0,75	-	-	-	-	-	-	0	49	227	238	252	-	766
	bruts		-	-	-	-	-	-	0	65	302	318	336	-	1021
pomme de terre	Nets	0,75	-	0	0	56	65	-	0	0	107	138	-	-	366
	bruts		-	0	0	75	87	-	0	0	142	183	-	-	488
ail	Nets	0,75	-	-	0	0	0	10	90	97	-	-	-	-	197
	bruts		-	-	0	0	0	14	120	129	-	-	-	-	263
Oignons	Nets	0,75	-	0	0	0	12	36	72	-	-	-	-	-	121
	bruts		-	0	0	0	16	48	96	-	-	-	-	-	161
Olivier	Nets	0,75	105	62	21	0	0	0	0	11	56	97	189	193	734
	bruts		140	83	28	0	0	0	0	14	75	129	252	257	978
Pêcher et abricotier	Nets	0,75	174	112	60	0	0	0	0	0	61	128	222	266	1022
	bruts		232	149	79	0	0	0	0	0	82	170	296	355	1363

Tableau V-16: Les besoins totaux en eaux

Cultures	Besoins	Besoins (mm / mois)												
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
blé	Netes	-	-	0	0	0	0	37	174	72	76	-	-	358
	LR (12% Bnet)	-	-	0	0	0	0	4	21	9	9	-	-	43
	brutes	-	-	0	0	0	0	49	232	96	101	-	-	478
	Bet	-	-	0	0	0	0	53	253	105	110	-	-	521
orge	Netes	-	-	0	0	0	0	17	174	205	-	-	-	395
	LR (12% Bnet)	-	-	0	0	0	0	2	21	25	-	-	-	47
	brutes	-	-	0	0	0	0	22	232	272	-	-	-	527
	Bet	-	-	0	0	0	0	24	253	297	-	-	-	574
tomate	Netes	-	-	-	-	-	-	0	49	227	238	252	-	766
	LR (12% Bnet)	-	-	-	-	-	-	0	6	27	29	30	-	92
	brutes	-	-	-	-	-	-	0	65	302	318	336	-	1021
	Bet	-	-	-	-	-	-	0	71	329	347	366	-	1113
pomme de terre	Netes	-	0	0	56	65	-	0	0	107	138	-	-	366
	LR (12% Bnet)	-	0	0	7	8	-	0	0	13	17	-	-	44
	brutes	-	0	0	75	87	-	0	0	142	183	-	-	488
	Bet	-	0	0	82	95	-	0	0	155	200	-	-	531
ail	Netes	-	-	0	0	0	10	90	97	-	-	-	-	197
	LR (12% Bnet)	-	-	0	0	0	1	11	12	-	-	-	-	24
	brutes	-	-	0	0	0	14	120	129	-	-	-	-	263
	Bet	-	-	0	0	0	15	131	141	-	-	-	-	287
Oignons	Netes	-	0	0	0	12	36	72	-	-	-	-	-	121
	LR (12% Bnet)	-	0	0	0	1	4	9	-	-	-	-	-	15
	brutes	-	0	0	0	16	48	96	-	-	-	-	-	161
	Bet	-	0	0	0	18	52	105	-	-	-	-	-	176
Olivier	Netes	105	62	21	0	0	0	0	11	56	97	189	193	734
	LR (12% Bnet)	13	7	3	0	0	0	0	1	7	12	23	23	88
	brutes	140	83	28	0	0	0	0	14	75	129	252	257	978
	Bet	153	90	31	0	0	0	0	15	82	141	275	280	1066
Pêcher et abricotier	Netes	174	12	60	0	0	0	0	0	61	128	222	226	1022
	LR (12% Bnet)	21	13	7	0	0	0	0	0	7	15	27	32	123
	brutes	232	149	79	0	0	0	0	0	82	170	296	355	1363
	Bet	253	162	86	0	0	0	0	0	89	185	323	387	1486

V. 6 comparaison entre les besoins du périmètre et la capacité de la retenue

la surface totale du périmètre étudié est 30ha et celle apte à l'irrigation d'après l'étude pédologique est seulement 27 ha et, les exploitations agricoles actuelles sont quelque maraichage (environ 0.6ha) et les céréalicultures (environ 21ha) qui semblent ne pas donner de bons résultats à cause du climat et de la pluviométrie faible, la capacité totale de la retenue est 400 000m³ et le volume utile est 380 000, les apports moyens annuels sont 180819m³ et les apports annuels fréquence 80% sont 100438m³.

Sur la base de toutes ces données et les besoins totaux des cultures calculés on va gérer l'exploitation agricole du périmètre (minimiser la surface pour les cultures les plus exigeantes) de telle manière à satisfaire les besoins sans le risque de l'abaissement brusque du niveau normal de la retenue.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau V-17: Les besoins en eaux du périmètre

Cultures	Superficie en (ha)	Besoins annuel en (m³/ha)	Besoins totaux annuel en (m³)
Blé dur	10	5210	52100
Orge verte	6	5740	34440
Tomate	1	11130	11130
Pomme de terre	1	5310	5310
Ail	2	2870	5740
Oignon	2	1760	3520
Olivier	2.5	10660	26650
Abricotier et pêché	2.5	14860	37150
		Total	176040

Conclusion :

Ce présent chapitre à pour objectif l'estimation des besoins en eau du périmètre pour l'assolement choisi et les comparer avec la capacité de la retenue .les besoins totaux pour l'année sont de **176040m³** et la capacité de la retenue est **380 000 m³** avec un apport moyen annuel de **180819 m³**.

Enfin la retenue garantie les besoins du périmètre dans ces condition.

Chapitre VI :

Choix et découpage d'ilot d'irrigation

VI.1. Introduction :

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.

En aval de la prise, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitant

La taille des parcelles et des exploitations est très variable (0.63ha, 4.8ha ,22ha) et la forme des parcelles est un peu régulière.

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 30 ha a se trouve sur le territoire de la commune de SANEG. Il est situé au Nord de la commune à environ 1 km et se développe sur les rives droite et gauche de l'oued Noual. L'altitude du périmètre varie de 760 m à 780 m

La structure foncière du périmètre est représentée par le secteur privé et comprend (03) Propriétaires identifiés.

Tableau VI-1: Les différente Parcelles du périmètre

N° de la parcelle	Localisation	Propriétaires	Surface de la parcelle (ha)
01	Nord du périmètre et en aval de la retenu	privé	0.6282
02	Partie Est.	privé	4.8054
03	Partie Oust	privé	21.9970

Dans ce chapitre, 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 :

VI.1 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.

VI.2 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.

Le débit fictif continu se calcule par la relation suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \cdot t \cdot K} \quad \text{en (l/s/ha)}$$

Tel que : B_m : Besoins mensuels maximum net en m^3 /ha.

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

t : Durée d'irrigation en jours = 30 jours

K : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation = 0.75.

VI.3 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 citées ci-dessus.

On note que ces conditions, ont été déjà définie 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 15 et 30 l/s.

VI.4 Taille de l'îlot :

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

Tableau V1.2 : 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.

V1.5 .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.
- En général, le nombre d'exploitations regroupées dans un îlot ne devrait pas dépasser six.
- 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.

VI. 6. 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 coté 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.

Conclusion :

On a découpé les îlots de notre périmètre suivant l'étude foncière et suivant les limites des trois propriétaires privés existant sauf pour le troisième propriétaire on divise la parcelle en deux îlots car il est relativement grand (22ha) par rapport aux deux autres îlots et qui est traversé par une piste couverte avec de l'asphalte cette dernière provoque une sous limite.

Donc Notre périmètre est découpé en quatre îlots.

Chapitre VII :

Réseau collectif de distribution et technique d'arrosage

Introduction :

Le réseau collectif de distribution d'eau, est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ces réseaux de dessert, 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 à la demande.

C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuer à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression, présentée ci-après

VII.I -modalités de dessertes :**VII .1.1 -L'irrigation à la demande :**

Cette technique 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.

VII .1.2 -L'irrigation au tour d'eau :

C'est un mode de dessert 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 dessert 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 :

VII .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.

VII .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 superficies 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.

VII. 2 Principes du Tracé

Le tracé du réseau de distribution a été projeté de façon à relier les bornes aux points de départ sur la conduite de transfert d'une manière aussi efficace que possible, en tenant compte des diverses contraintes pratiques qui limitent le choix du tracé.

Dans tous les cas les principes généraux guidant le choix du tracé ont été les suivants : Dans la mesure du possible, les conduites suivent les limites existantes, soit les limites physiques (routes, pistes, etc...). Soit les limites des parcelles ; tout en respectant les limites existantes, on identifie dans chaque secteur un ou plusieurs "axes principaux" définissant le tracé des plus grosses conduites.

Ces conduites suivent une ligne aussi directe que possible vers les extrémités du secteur, surtout vers les zones les plus élevées en règle générale, on évite de faire passer les conduites au milieu des parcelles, surtout les plantations.

Cette règle est respectée plus ou moins systématiquement dans le cas des plus petites conduites, mais dans le cas des conduites principales il est parfois préférable de traverser les parcelles pour éviter des déviations excessives ; Dans la mesure du possible, on évite de faire passer les conduites par les terres privées, sauf évidemment pour les conduites qui desservent ces terres ; en général, pour éviter le risque de perturbations futures, on fait passer les conduites principales suffisamment loin des agglomérations les plus importantes.

Les terres autour de ces agglomérations, qui sont souvent privées, sont desservies par des conduites qui accèdent au périmètre urbain de plusieurs directions. De cette manière, le réseau peut facilement être modifié (par exemple par la simple suppression de l'extrémité d'une branche) en fonction de l'évolution de l'urbanisation soit avant la construction, soit plus tard au cours de la vie du périmètre, sans que cela n'affecte les conduites principales du réseau ; Le nombre de franchissements d'oueds et autres obstacles importants, tels que routes nationales, sont réduits au minimum.

Il est à noter que la règle visant à éviter le passage des conduites au milieu des parcelles va dans le sens de la prudence, aussi bien en ce qui concerne les coûts du réseau que du point de vue des pertes de charge. Au moment de la réalisation, en fonction des conditions sur le terrain et compte tenu de l'avis des propriétaires concernés, il serait possible, si souhaité, de raccourcir le tracé du réseau à certains endroits et de réaliser ainsi des économies sans avoir forcément à recalculer les diamètres.

VII. 3. Borne d'irrigation :

VII. 3.1 Fonction de la borne :

La conception des bornes d'irrigation doit être compatible avec le mode de distribution de l'eau prévu sur le réseau.

Les bornes d'irrigation devront assurer les fonctions suivantes :

- vannage pour ouverture et fermeture de la borne ;
- limitation du débit ;
- comptage des volumes ;
- éventuellement, régulation de la pression aval.

(a)Vannage :

Les fonctions d'ouverture et de fermeture concernent en fait deux personnes différentes : d'une part l'exploitant et d'autre part l'organisme chargé de la gestion du réseau.

Compte tenu des différents rôles de ceux-ci, il est prévu d'équiper les bornes de deux vannes : une vanne aval sous le contrôle de l'exploitant et une vanne amont sous le contrôle de l'organisme chargé de la gestion du réseau .

Lors d'un fonctionnement à la demande, ou avec un tour d'eau géré par les exploitants, la vanne aval sera la vanne principale d'exploitation, la vanne amont servant essentiellement de vanne de garde ou de vanne d'isolement en cas de fermeture administrative de la borne.

Lors d'un fonctionnement avec un tour d'eau géré par l'organisme chargé de la gestion du réseau , la vanne amont serait ouverte et fermée en fonction de ce tour d'eau ; la vanne aval resterait sous le contrôle de l'exploitant, lui permettant en particulier d'arrêter l'écoulement si l'arrosage est achevé avant l'heure prévue par le tour d'eau.

Deux autres exigences ont été prises en considération dans la conception des bornes :

- la fermeture de la borne doit être progressive, du moins pour les débits d'équipement importants, afin de minimiser les surpressions engendrées dans le réseau.
- sur les bornes collectives à sorties multiples, chaque sortie doit être équipée de sa propre vanne.

(b)Limitation du débit :

La fonction de limitation de débit est primordiale pour le fonctionnement correct du réseau dans le cas d'une irrigation à la demande. La limitation automatique du débit faciliterait aussi la facturation sur une base débit-durée dans le cas de défaillance du compteur.

(c)Comptage :

Le comptage des volumes consommés est indispensable pour la gestion d'un réseau fonctionnant à la demande, il est probable que dans la pratique le réseau fonctionne plutôt selon un principe de "demande modifiée". Toutefois, le comptage devrait rester toujours la base préférée de la facturation de l'eau.

(d) Régulation de pression :

La régulation de pression au niveau de la borne pourra servir de buts multiples : Elle limite et stabilise la pression aval à une valeur compatible avec le bon fonctionnement du matériel d'irrigation à la parcelle ;

- -en conditions statiques, elle protège le matériel d'irrigation à la parcelle contre des pressions excessives qui pourraient endommager le matériel ;

- -elle protège le limiteur de débit. En effet, dans l'absence d'un régulateur, lorsque la borne fonctionne à son débit nominal, le limiteur est appelé à amortir l'excédent de perte de charge entre la pression amont et la pression aval. Si cette perte de charge est importante, la durée de vie du limiteur risque d'être réduite.

On considère qu'il n'est pas nécessaire d'installer un régulateur de pression sur les bornes ou la pression maximale à l'amont ne dépasse pas un certain seuil par contre la pression elle n'est pas suffisante pour l'utilisation d'irrigation par aspersion et qui nécessite l'installation des pompes pour l'augmentation de la pression mais il est préférable de ne pas le faire à cause de l'indisponibilité et la qualité de l'eau

VII. 3.2. Les différents types de bornes :

Compte tenu des considérations et principes énoncés ci-dessus, on prévoit d'utiliser deux types de bornes comme unités de base. Dans certains cas, deux (ou exceptionnellement trois) de ces unités peuvent être combinées pour constituer une "borne composée". Les dispositions de ces différentes bornes sont décrites ci-dessous.

a)-Borne Type A

Ce type de borne comprend un socle de borne pouvant être équipé d'un maximum de quatre sorties. Le socle de borne incorpore une vanne centrale à fermeture progressive qui constituera la vanne amont, sous le contrôle de l'organisme chargé de la gestion du réseau.

Chaque sortie sera constituée d'une tubulure avec compteur, limiteur de débit et, le cas échéant, régulateur de pression, et sera munie aussi d'une vanne à opercule qui sera manœuvrée par l'exploitant. Ce type de borne est utilisé pour les îlots dans les quels le débit par sortie est limité à un maximum de 5 l/s (soit les îlots comprenant une ou plusieurs exploitations de moins de 5,5 ha). Avec ce débit relativement faible, la coupure de l'écoulement au moyen d'une vanne à opercule ne pose pas de risques d'engendrer des surpressions excessives dans le réseau.

La fermeture simultanée de toutes les sorties au moyen de la vanne centrale pourrait entraîner la coupure d'un débit plus important (à la limite jusqu'à 20 l/s). Mais dans ce cas, la protection du réseau serait assurée par la caractéristique progressive de la vanne.

La borne sera installée à l'intérieur d'une chambre en béton préfabriqué couverte qui renfermera les équipements, y compris la tête de la vanne centrale et les tubulures, les protégeant contre toute intrusion illicite.

La vanne à opercule sera montée à l'extérieur de la chambre sur un court tuyau de raccordement qui passe à travers une échancrure dans la paroi de la chambre.

Ce tuyau est décalé vers le haut pour s'assurer que le limiteur ne soit pas dénoyé sur le côté aval lorsque la sortie fonctionne à gueule bée.

Le socle de la borne est de calibre 100 mm et les tubulures sont de calibre 65 mm.

b) -Type B :

La borne Type B est utilisée pour les débits supérieurs à 5 l/s.

Pour ces débits, il est considéré préférable que l'organe de fermeture sous le contrôle de l'exploitation soit une vanne progressive.

En principe, cette vanne sera soumise aux manœuvres les plus fréquentes.

La vanne amont sera alors une vanne à opercule. Si cette vanne, sous le contrôle de l'organisme chargé de la gestion du réseau, est utilisée pour fermer la borne, on devait éviter une fermeture trop brusque.

Cependant, il serait toujours préférable, si possible, de fermer auparavant la vanne aval. Tous les équipements, à l'exception du socle contenant la vanne aval, sont installés dans une chambre recouverte de béton préfabriqué, la vanne aval étant installée dans une extension non-couverte attenante à cette chambre.

Le calibre varie en fonction du débit et donc de la superficie comme suit :

TABLEAU VII.1 : Le calibre du débit

Superficie desservie (ha)	Débit maximum (l/s)	Diamètre de l'appareillage (mm)
≤ 5,5	5	Borne Type A
5,6 - 16,7	15	100
> 16,7	35	150

Source (étude de Macdonald 1997)

La disposition de la borne Type B pourra être adaptée au cas où un réseau enterré de distribution interne serait installé dans l'îlot, ce qui pourrait être intéressant notamment pour les grandes exploitations arboricoles qui introduisent l'irrigation localisée.

Dans ce cas, les manœuvres d'ouverture et de fermeture de la part de l'exploitant se feront principalement au niveau des branchements sur le réseau enterré.

Ce dernier pourrait alors être branché sur la borne à la place du socle de la vanne aval, avec éventuellement une vanne à opercule en tant que vanne de garde.

(c) Bornes composées :

Les îlots comprenant deux exploitations différentes de taille supérieure à 5,5 ha ou bien combinant une de ces exploitations avec une ou plusieurs petites exploitations seront alimentés par des bornes composées comprenant deux unités de type B ou une unité de type B avec une unité de type A. Exceptionnellement, dans un petit nombre de cas, on aura besoin d'une borne composée comprenant trois unités.

VII. 3. Calcul du réseau de distribution :

VII.3.1 Le débit caractéristique :

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de dessert aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, Il est déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile comme il est indiqué par la formule suivante :

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

q : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie totale (apte a l'irrigation) = 27 ha

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calcule par la formule suivante :

$$q = \frac{\text{Bm}}{T \cdot t \cdot K} \text{ en (l/s/ha)}$$

Tel que :

Bm : Besoins mensuels maximum net en m³/ha = 7067

T : Temps d'irrigation par jour = 22h/j.

t : Durée d'irrigation en jours = 30 jours

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation = 0.9

q spécifique = 3.3 l/s/ha. Est une grande valeur pour cela on va prendre les besoins de la plante le plu exigeante : Bm=2460m³/ha.

Alor : q spécifique = 1.15 l/s/ha ET Q_{car} = 31.05 L/S

VII.3.2 lois de débits :

Dans le cadre d'une irrigation à la demande, le débit affecté à chaque prise, sera fonction des caractéristiques de la parcelle à desservir, dont l'importance a été déterminée par l'étude préalable des besoins, de façon à laisser une liberté à l'irrigant, quant à l'organisation de ses arrosages. Les paramètres de la loi de débit sont définis, ci-après :

- la conception des modèles.
- l'évaluation des besoins en eau du périmètre.
- l'analyse de la trame technique et hydraulique.
- la définition des tailles des îlots d'irrigation.

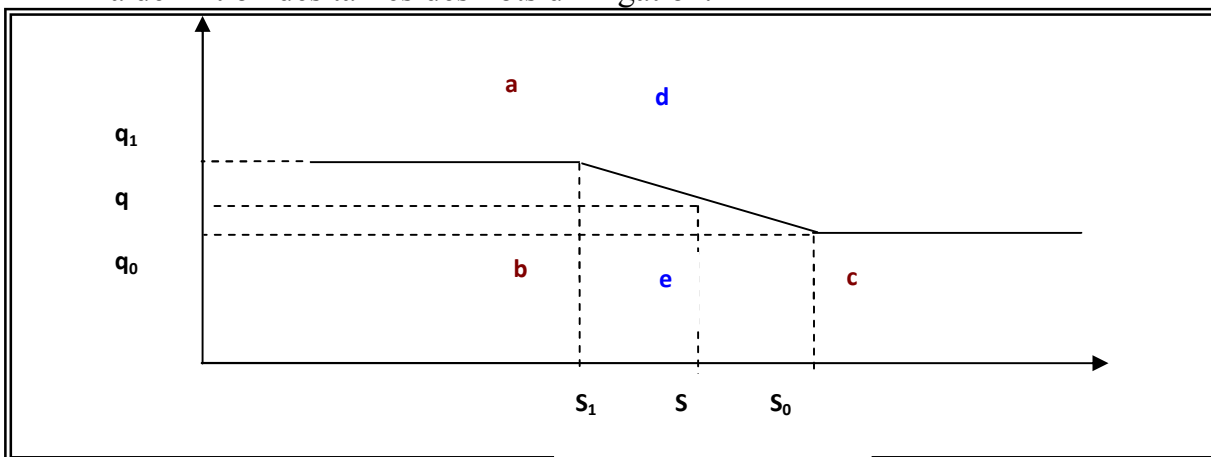


Figure V.II-1 : la loi des débits

Conformément à la figure V.II-1 la loi des débits est donnée sous la forme suivante :

#Pour $S \leq S_1$: On a : $q = q_1$,

#Pour $S_1 < S \leq S_0$:

En appliquant la théorie des triangles semblables [$\triangle abc$ et $\triangle dec$], on aura :

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

$$D'où : q = q_0 + (q_1 - q_0) * \frac{(S_0 - S)}{(S_0 - S_1)}$$

#Pour $S > S_0$: On a : $q = q_1$.

Dans les quelles

q_1 : Débit caractéristique du modèle le plus exigeant.

q_0 : Débit caractéristique moyen des modèles (débit du mois de pointe).

S_1 : Surface occupée par le modèle le plus exigeant sur la plus longue branche.

S_0 : Surface occupée par les modèles dont le débit caractéristique est supérieur au débit moyen des modèles.

Remarque :

N'ayant pas plusieurs modèles d'assolement nous ne pouvons pas appliquer la loi de débit, et pour l'ilot 1 qui a une petite surface par rapport aux autres ilots et qui est conséquemment ne contiens pas des plantes exigeantes notamment les arboricultures C'est pour ça qu'on va calculer le débit spécifique et caractéristique, de cet ilot à partir des besoins en eaux de la plante la plu exigeante des maraichères (Bnet de la tomate = 211.01mm)

Les résultats pour le calcule des débits des bornes sont résumer dans le tableau suivant :

TABLEAU VII.2 : les débits des différentes bornes

N° de l'îlot	La surface de l'îlot en (ha)	Débit spécifique en (l/s/ha)	Débit caractéristique de la borne en (l/s)
1	0.6282	0.98	0.61
2	4.8054	1.15	5.52
3	14.9137	1.15	17.15
4	6.6527	1.15	7.65
		Totale	30.93

Par comparaison avec le calibre situé dans le tableau VII.1 (étude de Macdonald 1997) on remarque que le débit de l'îlot 3 est un peu important par rapport à la superficie desservie et pour cela on va prendre la valeur maximum 15 l/s. et le débit totale sera : 28.78 l/s

VII. 4. Matériaux de construction des canalisations

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.).

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

Nous utiliserons les conduites en PVC (PN 10 bar) car il possède les avantages suivant :

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

Et Leur inconvénient est le risque de rupture mais il ne pose pas un problème dans notre projet car la pression maximale dans le réseau projeté ne dépasse pas 3.5 bar.

VII. 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.

VII.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 cela 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 déterminer le calcul de diamètre il faut normalise les résultats en fonction de la dimension commercial des conduites. (200, 150, 125, 100,60) mm puis on corrige la vitesse : $V = \frac{4 * Q}{\Pi * D^2}$

VII.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.

VII.5.3) Calcul des pertes de charges:

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, Qui est donnée par la formule suivante :

$$hp = \frac{x}{D^5} \times$$

Avec : hPu : perte de charge unitaire en mm/ml

Q : débit en m3/s

D : diamètre de la conduite considérée

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (K) des canalisations.

C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge

Singulière.

Les paramètres L, M et N sont déterminé en fonction de rugosité (K) selon le tableau suivant :

Tableau VII.3 : Paramètres L, M, N en fonction de la rugosité

K (mm)	L	M	N
0.1	1.2	1.89	5.01
0.5	1.4	1.96	5.19
1	1.6	1.975	5.25

Pour les canalisations, en PE ou en pvc, la rugosité K =0.1 mm

La loi des pertes de charge s'écrit : $h_f = K \cdot L \cdot Q^2$

Tableau VIII-2 ET VIII-3: calcule hydraulique du réseau collectif de distribution

Tableau VII-2

Tronçon	Longueur en (m)	Débit du tronçon en (l/s)	Diamètre (mm)		Vitesse moy (m/s)	Perte de charge	
			Calculer	Normaliser		hp unitaire en (m/KM)	hp linéaire en (m)
V1-B1	78.57	28.78	182.	200	1.11	4.6	0.36
B1-B2	352.42	28.17	180	200	1.11	4.4	1.5
B2-B3	230.15	22.65	162	150	1.3	12.5	2.8
B3-B4	480.13	7.65	98.7	125	0.63	4	1.9

Tableau VII-3

N° DU NOEUD	COTE DU TERRAIN NATUREL	COTE PIEZOMETRIQUE	Charge (m.C.E)
1(V1)	787.00	796	9
2(B1)	785.00	795.64	10.64
3(B2)	783.10	794.14	11.04
4(B3)	774.00	791.34	17.34
5(B4)	760.20	789.44	29.24

VII. 6. Les équipements du réseau de distribution :**VII.6.1 Vannes de sectionnement**

Leur utilité dans les réseaux d'irrigation est d'isoler les appareils placés en dérivation sur le réseau (ventouses, clapet d'entrée d'air, soupapes de décharge...), de réaliser les ouvrages de vidange des conduites et d'isoler des parties du réseau sur lesquelles il sera possible d'intervenir (réparation ou réalisation d'un piquage) sans faire arrêter complètement le réseau d'irrigation pour bien équiper notre réseau, conformément aux normes, tout groupe de dizaine de bornes sera équipé d'une vanne de sectionnement en tête.

Il en sera de même pour toute borne isolée qui sera dotée d'une vanne de sectionnement en tête, sauf dans le cas où la canalisation reliant la conduite secondaire à la borne est inférieure à 50m la vanne sera placée près de la borne.

Pour le sectionnement des conduites ; on utilise des vannes à opercule PN 10 pour les diamètres inférieurs à 300mm.

VII.6.2 Ventouses

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

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

VII.6.3 Vidanges

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange qui sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie

VII.6.4. Soupapes de décharge anti-bélier :

Elles sont utilisées pour contrecarrer les coups de bélier ayant pour origine les fermetures des vannes (vanne de garde des bornes, vannes de sectionnement et de vidange), ce qui engendre des surpressions.

Les soupapes de décharge sont constituées d'un orifice relié à la conduite à protéger et obturé par un organe mobile (la soupape) sur lequel s'exerce deux forces, une due à la pression de l'eau s'exerçant sur l'une des faces, l'autre à une force antagoniste due à un ressort taré sur l'autre face.

Lorsque la pression de la conduite dépasse la valeur de réglage de l'appareil, la soupape s'ouvre et évacue une partie du débit de la conduite en faisant ainsi chuter la pression.

VII.6.5 Bornes d'irrigation

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

VII.6.6 Ouvrage sur réseau

VII. 6.6.1 les Regards

Les vannes de sectionnement, vidanges, ventouse, ainsi que leurs équipements seront logés dans des regards en béton armé.

Compte tenu du faible encombrement, les regards auront pour section intérieure 1,00 m x 1,00 m .Ils seront recouverts par une dalle en B.A

VII. 6.6.2 Franchissement d'oued

La traversée des oueds se fera par siphonage. La conduite sera en acier placée dans une gaine en béton armé posée sur un massif en béton. Latéralement, un gabionnage sera prévu pour assurer la stabilité de la traversée .La traversée projetées sera localisées au niveau de l'Oued Noual,

VII. 6.6.3 Traversées de pistes (passages busés)

Les traversées de pistes par les fossés sont prévues par des buses en béton armé de diamètre permettras le passage des conduites concernés et d'une longueur de 5 m (piste de 4m). La buse est protégée par un massif en béton d'une épaisseur de 15 cm. l'ouvrages est projeté au niveau des intersections de la piste à restaurer et des pistes existantes.

VII.6.7.Pièces spéciales isolées

Les conduites du réseau sont équipées de pièces spéciales en PVC et en acier le long du tracé. On a des Tés en PVC au niveau des dérivation des conduites secondaires, des Tés en acier pour la pose des bornes d'irrigation et des ventouses, des coudes en PVC aux changement de direction des conduites, des réduction en PVC aux changement de diamètre des canalisations et des bouchons femelles à leur extrémité.

Toutes ces pièces doivent être posées sur des massifs en béton pour assurer leur ancrage.

VII.6.8-Aménagement connexe

- Réseau de brise-vent

Le réseau de brise-vent est inexistant dans le périmètre

Pendant la période des irrigations, les vents dominants sont ceux du Nord-Ouest et du Sud-Ouest et localement, le courant des vents est canalisé du Sud vers le Nord. Il sera donc projeté un réseau à une seule rangée sur les limites des îlots orientées dans cette direction. Une autre rangée est prévue à la limite de l'emprise des pistes.

-Réseau de colature

Son rôle consiste à recueillir les eaux d'irrigation excédentaires et à protéger les emprises des pistes. Il sera par conséquent prévu à la limite inférieure des raies d'irrigation et des îlots. Il sera relié à l'exutoire le plus proche.

- Le gabionnage

Le gabionnage est nécessaire pour les îlots limité par les rives d'oued NOUEL dont le but est la protection contre la dégradation des terres agricoles et surtout en pratique d'Irrigation.

VII.7. Technique d'arrosage

VII.7.1 .INTRODUCTION :

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

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

Les différentes techniques d'arrosage rencontrées dans le monde peuvent être ramenées à :

❖ Irrigation gravitaire :

Le ruissellement de l'eau créer par la pente du terrain naturel humecte le sol par percolation à travers ses pores. Cependant l'action des deux forces gravitationnelle et capillaire sur l'eau dans le sol la laisse en mouvement ce qui donne sa répartition dans le sol.

Parmi les techniques d'arrosages gravitaires on distingue :

-a) l'arrosage par ruissellement (par planches ou par calant) :

L'irrigation par planches ou par calant sont des sous classes de l'irrigation par ruissellement. Le principe consiste à faire couler sur le sol une mince lame d'eau qui s'infiltrera verticalement jusqu'à l'humidification de la tranche voulue du sol.

-b) l'arrosage par infiltration (à la raie) :

C'est une méthode qui consiste à faire distribué l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

❖ Irrigation par aspersion :

Dans cette méthode l'eau parvient aux cultures sous formes de pluie artificielle grâce à des appareils alimentés en eau sous pression appelés (Asperseurs).

Plusieurs dispositifs peuvent être envisagés .Parmi ces dispositifs, les plus réponsus et qui conviennent le mieux pour le périmètre de SANEGS sont :

i) – Equipement classique : Rampes rigides déplaçables :

Les rampes sont constituées principalement par des tuyaux métalliques en alliage léger, disposés sur le sol équipés de raccords rapides et déboitables. Ces rampes portent des asperseurs montés sur des rallonges hauteurs adaptées aux cultures à irriguer.

ii) – Equipement Semi –Mobile avec rampes souples et asperseurs sur trainaux :

Les rampes sont identiques à celles utilisées dans l'équipement classique mais alimentant des batteries de trainaux porte –asperseurs par l'intermédiaire de tuyaux souples en matière plastique .La partie mobile est constituée par des trainaux. Les rampes n'interviennent en déplacement qu'après avoir balayé toute la superficie irrigable par l'ensemble des asperseurs.

iii) – Equipement semi –fixe avec rampe souples et asperseurs sur trainaux :

C'est un équipement identique au précédent, sauf que la seule intervention consiste à déplacer les trainaux porte – asperseurs en les tractant par l'intermédiaire de tuyaux souples.

❖ Irrigation par apports localisés :

L'eau est distribuée à la surface du sol par des goutteurs qui fournissent un débit faible pendant une longue durée.

VII.7. 2. Les contraintes intervenant dans le choix de la technique d'irrigation :

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

❖ Contraintes naturelles :**a)- L'évaporation :**

Durant la période sèche de l'année, l'évaporation devient considérable

Dans le cas du périmètre, durant les mois estivaux (Juillet et Août).

b) – le vent :

Dans le cas du périmètre de SANEGE, les vents sont irréguliers, ils ont des vitesses fréquentes varient de 3.3-4.74 m/s, ont une direction Nord-Ouest pour la saison froide et Nord pour la saison chaude.

c) – La topographie : (le relief)

La topographie est un facteur limitant dans le choix de la technique d'arrosage, en général le relief de la plaine de SANEG à une légère pente a plat.

Cependant la topographie de la région nord de l'Oued est caractérisée par un relief irrégulier, mamelonné avec quelques dépressions à côté des oueds où l'hydromorphie reste présente dans quelques unités liées à l'écoulement et à la prolongation des inondations.

d) – Qualité chimique de l'eau d'irrigation :

L'irrigation par aspersion qui utilise de l'eau salée peut causer des dégâts aux cultures en cas d'absorption de sels par les feuilles.

Les dégâts aux cultures sont causés par l'absorption soit de sodium, soit de chlorure, le problème devient plus grave encore dans des conditions d'évaporation élevée, de hautes températures.

❖ Contraintes agronomiques :

Parmi les facteurs agronomiques qui interviennent dans le choix de la technique d'arrosage on retient :

a) – les risques sanitaires :

Exemple : Brûlure des feuilles lorsque l'eau est concentrée en chlore en cas d'aspersion et notamment lorsque l'irrigation se fait avec une eau épurée

Cette contrainte ne s'oppose pas au choix du mode d'irrigation dans le périmètre de SANEGE.

b) – Risque d'asphyxie des plantes en cas de stagnation prolongée de l'eau en surface :

Le cas du périmètre de SANEGE, le sol est peu perméable (texture lourde) ; l'irrigation de surface peut se faire mais avec précautions.

c) – la taille des cultures agricoles :

Selon qu'il s'agisse des cultures pérennes ou non pérennes, pour notre cas les cultures sont pérennes (arboriculture) et non pérennes (céréales, fourrages et maraîchages): qui minimise encore la partie de l'irrigation par aspersion.

❖ Contraintes techniques et Socio – Economiques :

Parmi ces facteurs on cite les contraintes les plus importantes qui sont :

1) la connaissance de la technique par le paysan (Fellah) : Cette contrainte s'oppose dans le cas du périmètre de SANEGE parce que tous les projets d'irrigation sans des nouveaux pour la région de SANEGE.

2) Economie d'eau : de préférence la technique la plus économique d'eau a cause du manque de ce dernier. (Région a faible pluviométrie)

3) Contrôle de la salinité : cette contrainte aussi s'oppose a cause de la forte salinité de l'eau d'irrigation et nécessite le choix de la technique la plus adaptée au lessivage.

VII.7. 3. Comparaison sur le choix du mode d'irrigation :

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

- ❖ **l'Irrigation gravitaire** présente des avantages à savoir :
 - Bien adapté aux lessivages.
 - Coûts de l'investissement faible.
 - Ne nécessite pas de main d'œuvre qualifié.
- ❖ Mais cette méthode présente des inconvénients :
 - l'entretien.
 - n'est pas économique pour l'eau (perte par ruissellement et par percolation).
 - débit difficile à déterminer (contient plusieurs paramètres).

– **l'irrigation par goutte à goutte** présente des avantages à savoir :

- Economie d'eau très importante.
- Economie de mains d'œuvres (système fixe).
- non sensibilité aux vents forts.
- possibilité d'utilisation de l'eau saline.

Mais cette méthode présente aussi des inconvénients :

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

– **l'irrigation par aspersion** présente des avantages à savoir :

- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation de l'eau.
- Economie d'eau importante. (pas de perte par ruissellement).
- Adaptation aux céréales et aux fourrages.

– Mais cette méthode présente des inconvénients :

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

VII.7.3. Conclusion :

Le choix du mode d'irrigation peut être également influencé par le mode de livraison de l'eau au niveau de l'exploitation, en particulier la distribution d'eau aux prises d'irrigation sous haute pression et à la demande faciliterait et encouragerait l'utilisation de l'irrigation par localisée. Cette technique peut être appliquée à toutes les cultures en ligne maraîchères ou arboricultures.

L'irrigation par aspersion peut être utilisée au niveau de notre périmètre pour les cultures céréalières en effet la qualité de l'eau d'irrigation pourrait causer des dégâts en plus elle demande l'équipement supplémentaire de pompage pour le fonctionnement, et qui va augmenter le coût, quant à l'irrigation gravitaire le problème de qualité d'eau ne se pose pas donc cette technique peut être appliquée et notamment l'irrigation par submersion.

VI.7 Projection du système d'irrigation localisée sur une parcelle choisie:

Le dimensionnement portera sur une petite parcelle de Pêcher et abricotier :

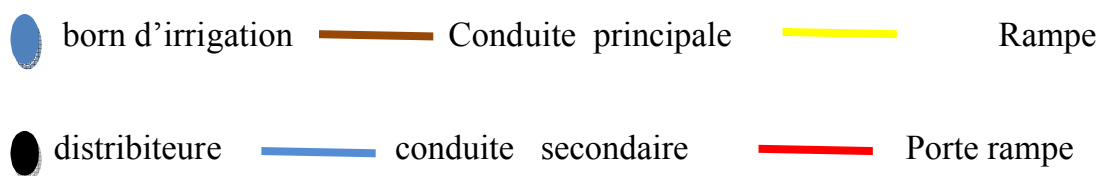


Figure VII.2 Schéma explicatif de la projection du réseau localisé sur la parcelle choisie

VI.7.1 Composition d'une installation d'irrigation localisée :

VI.7.1.1 point de fourniture d'eau :

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

VI.7.1.2 L'unité de tête :

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

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

VI.7.1.3 la conduite principale :

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

VI.7.1.4 porte rampes :

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

VI.7.1.5 les rampes :

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

VI.7.1.6 les distributeurs :

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

VI.7.2 Dimensionnement :

Parmi Les cultures concernées par ce système d'irrigation sont les **Pêchers** et les **abricotiers**, car c'est une culture en ligne ne nécessitant pas des travaux culturaux importants donc le réseau au la trame hydraulique ne peut être affectée par l'intervention de l'homme.

Les besoins en eau au mois de pointe qui est le mois d'Aout sont de 12.5mm/j.

En irrigation localisée, ces besoins sont réduits, car la surface du sol évaporant est réduite, il faut donc calculer les besoins en eau réduits du pommier.

- Les besoins réduits sont calculés suivants la formule suivante :

$$BI = B (0.10+0.9 p)$$

Tel que :

P : pourcentage du sol humidifié ; qu'on détermine suivant le tableau n°. et qui est fonction de l'écartement entre les goutteurs, les rampes, le débit et la texture du sol.

Nous avons choisis d'installer 2 goutteurs de part et d'autre de l'arbre de débit de 1.5 l/h et d'espacement de 0.5m.

L'écartement entre les lignes d'arbre et arbres sont de 3*3

Compte tenu de ces informations, le tableau donne pour la valeur

P =40%.

VI.7.2.2 La dose pratique :

La dose pratique est la quantité d'eau qu'il faut ramener pour combler la réserve facilement utilisable du sol en place.

On sait que :

$RU = (H_{cc}-H_{pf}) h da$ (a cause de manque de donnée on a préé $RU=200\text{mm}$; d'après CROBWAT pour une texture lourd)

Tel que : H_{cc} : humidité à la capacité.au champ ; H_{pf} : humidité au point de flétrissement. h : profondeur d'enracinement égale a 1.2m
 da : densité apparente.

$$RFU = Y RU$$

Tel que: Y : fraction ou pourcentage de la RU, qui est fonction de la tolérance, de la sécheresse par la plante.

$$Y = 2/3 ; \text{ d'où } RFU = 2/3 RU.$$

La texture du sol étant fine ; avec un grand pourcentage d'argile, la réserve utile est estimée à $RU = 200 \text{ mm/m}$.

$$\text{En irrigation localisée : } RFU = Y RU P \%$$

$$\text{Donc : } RU = 240 \text{ mm pour } 1.2\text{m}$$

$$RFU = 240 \cdot 2/3 \cdot 0.4 = 64\text{mm}$$

Pour des raisons correspondant à la dose nette en tenant compte de l'efficiéce du réseau.

$$Dp = dn * \text{eff}$$

$$dp = 64 * 0.85$$

$$dp = 54.4\text{mm}$$

VI.7.2.3 La fréquence des arrosages : C'est la durée entre 2 arrosages ;

$$T = \frac{V}{q} = \frac{0.096}{0.003} = 32 \text{ h}$$

VI.7.2.4 La durée d'un arrosage

Si q : est le débit d'un goutteur ;

F est la surface arrosée par chaque goutteur, $F = S_l \times S_p$.

Tel que : S_l : espacement entre les rampes égal à 3m.

S_d : espacement entre les goutteurs sur la rampe égal à 1m.

D'où le volume arrosé sera ;

$$V = F \times q \times t = 3 \times 0.5 \times 64 \times 10^{-6} = 0.096 \text{ m}^3$$

D'une autre part : $V = \alpha \times q$ c'est le volume fourni par chaque goutteur en fonctionnement au bout d'une durée α

$$\alpha = \frac{V}{q} = \frac{0.096}{0.003} = 32 \text{ h}$$

La durée d'arrosage doit être donc de 32h ; comme la fréquence des arrosages est de 4.5 jours ; on pourra ramener en irriguant tous les jours :

$$t = \frac{32}{4} = 8 \text{ h}$$

Donc la durée d'arrosage prés en considération est de 7h.

Pour calculer le réseau hydraulique, il faudra tenir compte de la superficie de la parcelle .On va dimensionner donc pour arriver à la fin à déterminer le diamètre de la conduite secondaire concerné par la distribution au réseau goutte a goutte projeter dans la parcelle.

❖ -Les dimensions de La parcelle :

La parcelle na pas une forme géométrique régulières mai en générale elle ressemble un peu a un segment d'un cône et la projection ne sera pas difficile et nécessite pas le d'coupage en poste.

La longueur = 925m, largeur = 30 m avec une pente moyenne = 30%

Sur la base de ses description on va définie les longueurs et le nombre des rampes et des porte rampes :

- la longueur de la conduite secondaire : 925 m.
- la longueur des rampes : 90 m.
- la longueur des portes rampes : 30 m.

-le nombre des porte rampe = $\frac{100}{10} = 10.25$ on prend 9 porte rampe qui alimente d'une seule coté et une porte rampe alimente des deux coté. (Les rampes de 25 m sont placé sur cette port rampe).

Le nombre des rampes :

$$N = \frac{100}{10} \times \text{nombre des porte rampe} = 10 \times 10 = 100$$

Plus les 10 rampe de 25m le nombre sera 110

-nombre d'arbre par rampe : $\frac{300}{10} = 30$;

Rampe de 25m : $\frac{30}{4} = 7.5 = 8$ arbre

- le nombre des goutteurs par rampe = $30 \times 2 = 60$; $8 \times 2 = 16$

- le débit d'une rampe : $q_r = \text{Nb de goutteurs} \times \text{débit d'un goutteur}$.

$$q_{r90} = 60 \times 1.5 = 90 \text{ /h} ; q_{r25} = 16 \times 1.5 = 24 \text{ /h}$$

-débit du porte rampe : $q_{pr} = \text{débit d'une rampe} \times \text{Nb des rampes}$.

$$q_{pr} = 90 \times 10 = 900 \text{ /h}$$

$$q_{pr90,25} = 90 \times 10 + 24 \times 10 = 1140 \text{ /h}$$

- Diamètre d'une rampe :

Débit en tête de rampe $q_{r90} = 90 \text{ l/h}$. $q_{r25} = 24 \text{ l/h}$

- calcul des pertes de charges au niveau de la rampe, on admet suivant les caractéristiques du goutteurs, les pertes de charges suivantes :

$$\frac{\Delta q}{q} = x \times \frac{H}{h(\text{m})}$$

Tel que : x : exposant en fonction du type du matériau du goutteur=0.5m.

q(g) : débit nominal d'un goutteur.

H : pression nominale (1bar = 10m.c.e).

$$= 2 \text{ m.c.e.}$$

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

La variation maximale de la pression.

$q = K \cdot H^x$; $x = 0,5$ (caractéristique du goutteur).

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = x \cdot \frac{\Delta H}{H(n)}$$

$$\Delta H (\text{max}) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

1/3 sur les porte- rampes P.d.c (pr) = 0,6 m c e ;

2/3 sur les rampes P.d.c (r) = 1,2 m c e.

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

Avec :

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

Q(r) : Le débit de la rampe en l/h ;

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

$$\emptyset (\text{cal}) = \left[\frac{1.2 \times 2,75}{0,478 \times 90^{1,75} 90} \right]^{-\frac{1}{4,75}} = 9.01$$

Si on recalcule les pertes de charge avec un diamètre normalisé égale: **$\emptyset (\text{nor})=10\text{mm}$**

On trouve :

p.d .c = 0.025 m.c.e c'est vérifié car dans les rampes les pertes de charges ne dépasse pas 1.2 m.c.e.

De la même manière on fait le calcul pour les rampe de 25m de longueur on trouve $\emptyset (\text{cal})=4.38\text{mm}$ et p.d .c= 0.01 mce

Avec **$\emptyset (\text{nor})=10\text{mm}$**

-Diamètre de la porte-rampe :

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

$\varnothing (\text{cal}) = 19.32\text{mm}$ et $\text{p.d.c} = 0.5\text{mce} < 0.6\text{mec}$ avec $\varnothing (\text{nor}) = 20\text{mm}$

Et pour la dernière porte rampe (a deux coté d'alimentation) :

$\varnothing (\text{cal}) = 21.08\text{mm}$ et $\text{p.d.c} = 0.26\text{mce}$ avec $\varnothing (\text{nor}) = 25\text{mm}$.

- La conduite secondaire :

❖ Le débit :

Le débit de la conduite est de :

$Q = 900 \times 9 + 1140 = 9240 \text{ l/h}$ **$Q = 2.5 \text{ l/s}$**

❖ Le diamètre :

$Q = V \times S \Rightarrow D = \frac{\sqrt{Q}}{v}$

avec une vitesse minmale de 0.5 m/s, on trouve un diamètre maximale :

$D = \frac{\sqrt{9240}}{0.5} = 0.079 = 79.8$ *et avec $D (\text{nor}) = 80\text{mm}$ on trouve $v = 0.49\text{m}$ donc on prend **$D = 80\text{mm}$***

❖ La perte de charge :

$= 1,2 \times \dots \times \dots$
 $= 1,2 \times 0.0068 \cdot \dots \times 0.08 \cdot \dots$
 $= 4.5 /$

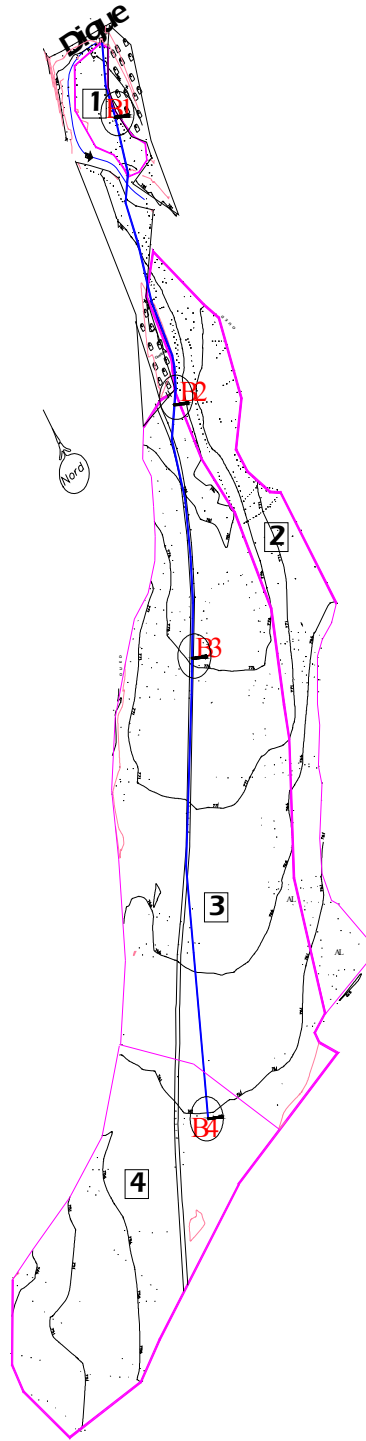
$jt = 3.21 \times 0.925 = 4.16$

-La pression dans le goûteur le plus défavorisé :

Il nous faut : $P = 0.025 + 0.5 + 4.16 + 10 = 14.7\text{m} = 1,47 \text{ bars}$

Conclusion :

En conclusion la pression nécessaire pour le fonctionnement du réseau localisé projeté sur la parcelle choisie égale a 1.47bar et le débit égal 2.5l/s



Conclusion générale

La plaine de SANEG présente des sols homogènes caractérisés par une texture fine sur tous profils décrits et analysés.

La connaissance des caractères physico-chimiques des sols permettra par cette occasion l'introduction des cultures adéquates dans la plaine.

Il y a lieu de souligner que la plaine de SANEG peut être une région agricole par excellence où les cultures irriguées ont une grande place et grâce à la texture des sols de la plaine cependant il faut bien lutter contre les contraintes trouvées notamment la qualité de l'eau et la température élevée.

Notre îlot choisi est de surface de 4.8054 ha ou on a choisi une parcelle de 2.8675ha de surface, la topographie de la parcelle est apte aux arboricultures comme exemple le Pêcher et par conséquent on a projeté un système d'irrigation localisé dont la projection a été simple et n'a pas des problèmes à indiquer.

Au terme de ce travail ; nous pouvons avancer que la projection de système d'irrigation performant ou efficient est indispensable.

Le choix du mode d'irrigation peut être également influencé par le mode de livraison de l'eau au niveau de l'exploitation, en particulier la distribution d'eau aux prises d'irrigation à la demande et sous une faible pression complique un peu l'utilisation de l'irrigation par aspersion et nécessite des équipements supplémentaires.

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

En effet ; la ressource en eau étant faible, il importe donc de ne pas la gaspiller par des pertes d'eau.

De plus l'aspect pédologique est à respecter ; les terres de la plaine ont une texture fine il faut donc ramener l'eau à la parcelle avec de faible intensité afin de ne pas dégrader la structure. Donc de diminuer le risque d'érosion des sols.

- Ce projet peut donc contribuer à améliorer l'ensemble des conditions socio-économiques de la plaine.

Recommandations

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

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

- la fertilisation :

La fertilisation va améliorer le niveau nutritif des plantes et encore va favoriser la formation des colloïdes argilo humiques qui agissent directement sur la texture.

- Le labour profond :

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

- un système de drainage :

Il est nécessaire de drainer pas mal de sol du périmètre (après étude), car même s'il y a des sols qui ne sont pas touchés par l'hydromorphie ils sont en risque d'en être exposés dans le futur.

- L'épierrage :

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

Pour conclure, l'étude d'un tel périmètre nécessite beaucoup plus de temps et de moyens. Mais néanmoins dans ce travail on a mis le doigt sur l'essentiel de techniques qui s'avèrent d'actualité telles que, l'utilisation et les notions de base sur quoi repose le logiciel Cropwat, les réseaux sous pression et l'irrigation à la parcelle le goutte à goutte.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie :

* **AZIEZ** : cours et travaux dirigé 4^{ème} Année Blida, ENSH

***BAHBOUH L.S.** : Cours et travaux pratiques d'agro pédologie,
3^{ème} Année Blida, ENSH.

***Dénis Baize**, Guide des analyses en pédologie, 2eme édition

(Édition INRA 2000)

***DUCHAUFOR. PH**, abrégé de pédologi
(ED .Masson, paris, 1988).
techniques.

***LEULMI.S** : travaux dirigé 5^{ème} Année Blida, ENSH

* **Prof. Mohammed AZOUGGAGH : PD**
départemen de machinisme agricole institut agronomique et vétérinaire
Hassan II

***Prof. A.Mermoude : PDF**
ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE

***QUALITEDESEAUXD'IRRIGATION** :(BulletinFAO d'irrigation et
drainage (N29°).

***Sitographie :**

[http// :www.google/traingle.texturale.fr](http://www.google/traingle.texturale.fr)

[http// www.fao.sorgho/ag/ag1/aglw/aquastat/dbase/indexfra2.jsp](http://www.fao.sorgho/ag/ag1/aglw/aquastat/dbase/indexfra2.jsp)

ANNEXES

ANNEXE 1

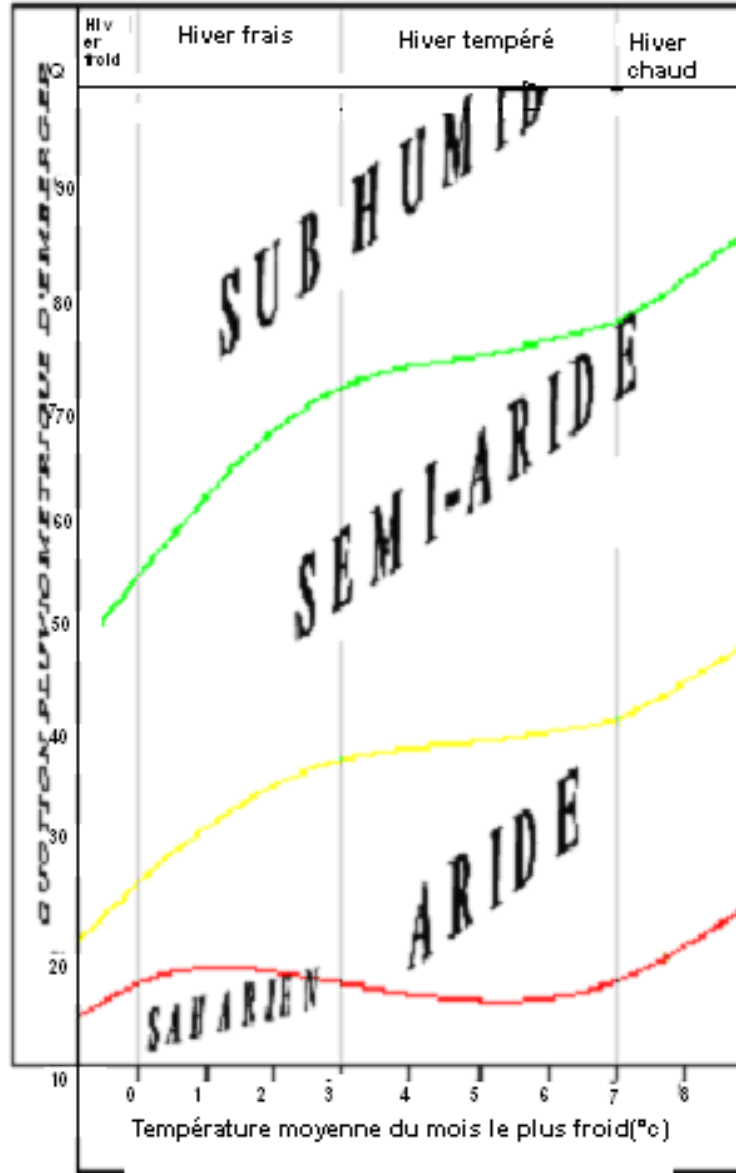


Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE 2

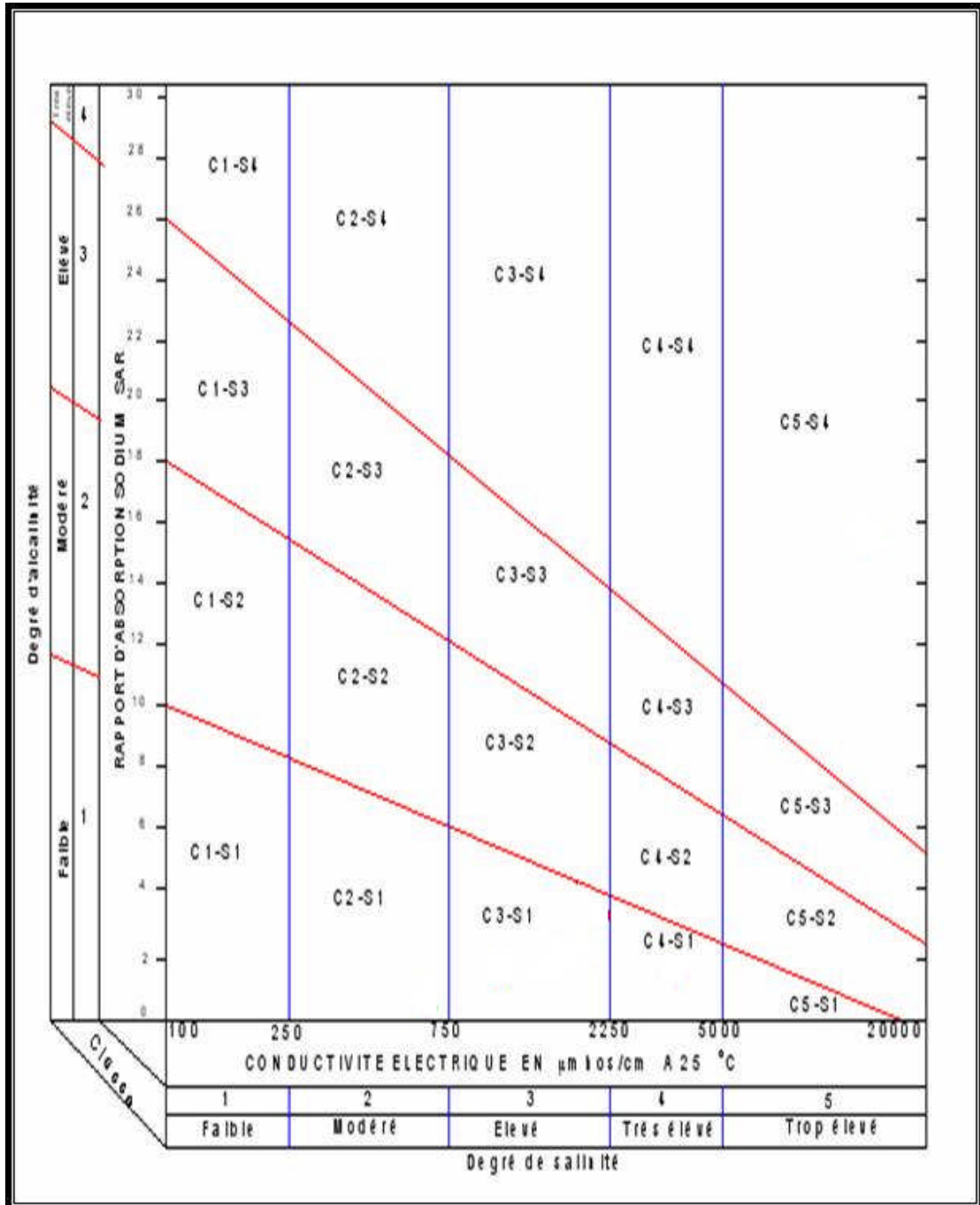


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

ANNEXE 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

ANNEXE:4

GUIDE D'ESTIMATION DE P

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

Ecartement entre rampes S_1 en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

ANNEXE 5

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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