

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception des Systèmes d'Irrigation et de Drainage.

THEME :

**CONCEPTION DU SYSTEME D'IRRIGATION DU
PERIMETRE CHENDER A PARTIR DE BARRAGE
CHENDER (W.BOUMERDES).**

Présenté par :

M^r : KABOUB Mohamed

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr T.KHETTAL	M C.A	Président
M^{me} A.AZIEZ	M A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJODAR	M A.A	Examinatrice
Mr D.KOLIAI	Ingénieur en chef	Examineur
M^{me} S.LEULMI	M A.A	Examinatrice
Mr S.YAHIAOUI	Magister	Promoteur

Septembre 2012

DEDICACES

C'est avec une très grande émotion que je me permets de dédicacer ce présent travail à :

Particulièrement, mon père qui a toujours cru en moi, et qui n'a cessé de me porter son soutien et son assurance, je m'incline devant lui avec respect ;

Ma chère mère, qui est un être cher, qui ma beaucoup soutenu et ma compilé d'amour, sacrifie sa vie pour moi, et qui sans elle je ne serais pas parvenu à grand-chose ;

Mes sœurs Kahina, Mira qui ont toujours été là pour moi ;

Mes frères Smail, Brahim et le petit ange Jouzef, quand aiment tous et je les souhaite une bonne chance dans leurs études ;

A ma Grande mère paternel pour moi c'est une école, sagesse, vie, et tous pour moi. je la souhaite une longue vie, que dieu la garde;

A toute ma grande famille ;

A tous mes amis de l'ENSH ; et sans oublier mes amis d'enfances.

KABOUB.M

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude envers tous ceux qui m'ont apporté leur aide.

*Je tiens à remercier chaleureusement, Mon promoteur **M^r: YAHIAOUI .S** qui 'a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études, et qui a assuré la direction et l'orientation scientifique de ce travail. Je lui exprime mes vifs remerciements et mes sincères gratitudee,*

Je tiens à remercier également le président et les membres de jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.

Je tiens à remercier tout les enseignants de l'ENSH ;

*Je tiens aussi à remercier du font du cœur mes amis **Adel, Salim, Arezki, Lounes, Rabah, Samir, Yedir, Moumous, Tarek, Soufiane** pour tout leurs soutient et aides dans la réalisation de ce mémoire, et tout les moment passer a leurs cotes a la cité 03 qui restèrent graver dans ma mémoire a tout jamais, merci mille fois mes frères.*

*Sans oublier mes amis d'enfances **Kamal, Mourad, Hameza, Houcine, Ali,** merci mes frères d'amitié pour tout votre aide*

Un grand merci à tout mes amis de la cité 03 et tous ceux que je connais.

ملخص

إن النقص في الموارد المائية في الجزائر, في الآونة الأخيرة خاصة على مستوى محيط شندر في ولاية بومرداس اثر سلبا على القطاع الفلاحي, و هذا ما جعلنا نبحت عن حلول و ايجابيات لهذا المشكل .

الهدف من هذا الموضوع هو تصميم شبكة السقى بالتقطير للمحيط المذكور, للقضاء على النقص في المردود الفلاحي وتسيير هذه الموارد بطريقة عقلانية.

Résumé

La pénurie de la ressource en eau en Algérie au cours de ces dernières années surtout au niveau du périmètre Chender dans la wilaya de Boumerdes a affecté considérablement le domaine agricole ce qui nous insiste à chercher d'avantages de solutions pour traiter le problème

Ce sujet rentre dans ce contexte, il vise à dimensionner un réseau d'irrigation en goutte à goutte au niveau de ce périmètre en question, capable de combler le déficit agricole et de gérer cette ressource d'une façon rationnelle.

Abstract

The shortage of water resources in Algeria in recent years, especially at the perimeter Chender in the wilaya of Boumerdes has significantly affected the agricultural sector which we insist to seek benefits solutions to address the problem.

This topic is within context , it is to resize an irrigation drip at the perimeter in question is able to fill the gap agricultural and manage this resource in a rational way.

Sommaire

CHAPITRE .I. Généralité sur l'Irrigation sous pression.

	pages
Introduction.....	1
I.1. Irrigation par aspersion	1
I.1.1. Condition d'utilisation.....	1
I.1 .2. Cultures recommandées.....	1
I.1. 3. Schéma type d'un réseau d'irrigation par aspersion.....	2
I.1.4.Avantages de l'irrigation par aspersion.....	3
I.1.5.Inconvénients de l'irrigation par aspersion.....	4
I.2.Irrigation au goutte a goutte.....	4
I.2.1.Histoire de la micro irrigation	4
I.2.2. Histoire de la micro irrigation en Algérie	5
I.2.3. Condition d'utilisation	6
a) Cultures recommandées.....	7
b) Pentes adéquates.....	7
c) Types de sols appropriés.....	7
d) Qualité de l'eau.....	7
I.2.4.Schéma type d'un réseau d'irrigation au goutte a goutte	8
I.2.5. Fonctionnement de l'irrigation au goutte a goutte	10
I.2.6.Avantages de l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	11
I.2.7.Inconvénients de l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	12
I.2.8. Champ d'application du système en goutte à goutte.....	13
I.3. Analyse multicritères de choix de techniques d'arrosage	14
Conclusion :.....	15
CHAPITRE .II. Présentation de la zone d'étude	
II.1. Localisation de la zone du projet :.....	17
II.2. Le climat de la zone projet.....	20
II.2.1 - La pluviométrie :.....	20
II.2.2. Les températures	21
II.2.3.L'humidité relative	23
II.2.4. Le vent	23
II.2.5.le sirocco	24
II.2.6.L'insolation	24
II.2.7.Classification du climat	24
II.3.le diagramme ombrothermique de Gaussen:.....	27
II.4. La Géomorphologie Du Site	28
II.4.1.Le Relief.....	28
Les dépressions	28
Les Montagnes	28
II.4.2. La Topographie :.....	28
II.4.3.Structure Géologique et Géotechnique	29
Conclusion	30

CHAPITRE.III.Etude hydrologique

III.1. Le réseau pluviométrique:.....	32
III.2. Homogénéité de la série pluviométrique:.....	34
III.3. Etude de l'échantillon:.....	36
III.4. Choix du type de loi:.....	36
III.5. Ajustement de la série pluviométrique.....	37
III.5.1. Ajustement a la loi normale (Gauss):.....	37
III.5.2. Ajustement a la loi log-normale (Galton):.....	40
III.6. Test de validité d'un ajustement.....	42
III.6.1. Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :.....	43
III.6.2. Test de validité de l'ajustement à la loi Log-Normale:.....	43
III.7. Détermination de l'année de calcul:.....	44
Conclusion.....	45

CHAPITRE .IV. Evaluation des besoins des cultures.

VI.1. Définition.....	47
VI.2. besoins en eau des cultures	47
VI.3. Détermination de l'évapotranspiration	47
VI.3.1. Définition	47
a)Evapotranspiration potentielle ETP	48
b) Evapotranspiration réelle ETR.....	48
VI.3.2. Facteurs limitant l'évapotranspiration réelle ETR.....	48
VI.3.3. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration.....	48
a)les méthodes directes:.....	48
b) les méthodes indirectes:.....	49
VI.3.4. Calcul de l'évapotranspiration par la Formule de Penman	49
VI.4 .Calcul de la pluie efficace :.....	50
VI.5. Détermination des besoins en eau d'irrigation	51
VI.5.1. Définition	51
VI.5.2 Calcul des besoins en eau d'irrigation	51
➤ Les Besoins:.....	53
➤ Les besoins d'irrigation nets	53
➤ Les besoins d'irrigation bruts	54
➤ Le pourcentage du sol humidifié	54
➤ Doses d'arrosage.....	55
1. Dose d'arrosage nette.....	55
2. Dose brute :.....	55
➤ Fréquence d'arrosage :.....	56
➤ La fréquence minimale des arrosages.....	56
➤ Durée d'arrosage	56
VI.5.3. Calcul des débits à transiter par le réseau collectif	57
VI.5.3.1. Débits spécifiques	57
VI.5.3.2. Débits caractéristiques :.....	58
Conclusion.....	58

CHAPITRE .V. Dimensionnement d'un réseau en goutte a goutte .

Introduction.....	60
V.1. Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte	60
V.1.1. Filtre à sable	61
V.1.2. Filtre à tamis	61

V.1.3. Régulateur de pression	61
V.1.4. Les goutteurs	61
V.1.5. Les distributeurs	62
V.1.6. Les rampes et les portes rampe.....	62
a. Les rampes.....	62
b. Les porte-rampes	63
V.1.7. Les conduites principales	63
V.2. Conduite d'amenée :	63
V.3. Calcul de l'installation.....	63
V.3.1.Pour les vignes :	63
➤ Nombre de postes	64
➤ Surface correspondant à une rampe	64
➤ Nombre de rampes par poste	64
V.3.1.1. Le débit d'installation	64
V.3.1.2Calcul hydraulique du réseau	65
V.3.1.2.2. Conditions hydrauliques	65
V.3.1.2.3. Calcul de la rampe	65
➤ Débit de la rampe.....	65
➤ Le diamètre	66
➤ La perte de charge	66
V.3.1.2.4. Calcul du porte-rampe	66
➤ Débit du porte-rampe	66
➤ Le diamètre	67
➤ La perte de charge	67
V.3.1.2.5. La conduite secondaire :	67
➤ Le débit	67
➤ La longueur :.....	67
➤ Le diamètre :	68
➤ Le diamètre :	68
➤ La perte de charge	68
➤ La vitesse :.....	68
V3.2. Pour les agrumes:	68
➤ Nombre des postes	68
V.3.2.1. Le débit d'installation	69
V.3.2.2. Calcul hydraulique du réseau	69
IV.3.2.2.1. Conditions hydrauliques	69
V.3.2.2.2. Calcul de la rampe	70
➤ Débit de la rampe.....	70
➤ Le diamètre	70
La perte de charge	70
V.3.2.2.3. Calcul du porte-rampe	70
➤ Débit du porte-rampe	70
➤ Le diamètre	70
➤ La perte de charge	70
V.3.2.2.4. La conduite secondaire :	71
➤ Le débit	71
➤ La longueur :.....	71
➤ Le Debit :	71
➤ Le diamètre :	71
➤ La perte de charge	72

➤ La vitesse :.....	72
V.4. La conduite principale:	72
V.4.1.La pression en tête de l'installation	74
V.5. Réservoir	74
Conclusion :	75

CHAPITRE .VI. Evaluation du cout de projet

Introduction :.....	77
VI.1. Devis du réseau d'irrigation en goutte à goutte	77
VI.1.2.Dépenses des équipements	77
VI.1.3Dépenses des travaux :.....	78
Conclusion :.....	79

Chapitre.VII. Protection et sécurité de travail

VII.1. Organisation de la prévention des accidents de travail	81
VII.2. Comite de sécurité	82
VII.3. Instructions structurelles sur la sécurité	82
VII.3.1. Instructions à donner aux travailleurs et aux visiteurs du chantier	82
VII.3.2. Instructions à donner au chef d'équipe	82
a. Réunion matinale en matière de sécurité	82
b. Mise en ordre du chantier	82
VII.4. Contrôle et entretien du matériel	82
VII.5. Principales fonctions du service de sécurité	83
VII.5.1. Etudes	83
VI.5.2. Exécution	83
VII.5.3. Contrôle	83
VII.5.4. Animation	83
VII.5.5. Fonctions humaines	83
a. Sociale	83
b. Physiologique	83
c. Psychologique	83
VII.6. Causes des accidents de travail	84
VII.6.1. Causes humaines	84
VII.6.2. Causes techniques	84
VII.7. Causes des maladies professionnelles	84
VII.7.1. La poussière	84
VII.7.2. Le bruit	84
VII.8. Actions dangereuses dans le chantier.....	85
VII.8.1. Méthodes et moyens de prévention.....	85
VII.9. Conditions dangereuses dans le chantier	85
VII.10. Moyens employés pour promouvoir la sécurité de travail	86
a) L'action législative et réglementaire	86
b)La normalisation	86
c) L'inspection	86
d) La recherche technique	86
e) La recherche médicale	87
f) La recherche psychologique	87
g) La recherche statistique	87
h) L'éducation	87
i) La formation	87
j) La persuasion	87

k) Les avantages financiers accordés par les assurances pour promouvoir la prévention	87
l) L'action de prévention dans l'entreprise	87
VII.11. Le coût des accidents de travail	87

Liste des Tableaux

	Pages
Tableau I .01. Superficie irrigue par micro irrigation	5
Tableau. I.02. Comparaison entre les systèmes d'irrigation.....	14
Tableau .II.1: Valeurs moyennes de la pluviométrie aux stations de Baghlia.....	20
Tableau .II.2: Caractéristiques géographiques de la station de Baghlia.....	21
Tableau .II.3: Caractéristiques géographiques de la station de Dellys.....	21
Tableau. II.4: Valeurs moyennes des températures.....	22
Tableau .II.5.Moyennes annuelles de l'humidité relative de l'air(%) station de Dellys.....	23
Tableau. II.6.Les vitesses moyennes du vent (m/s) de la station de Dellys.....	23
Tableau. II.7. Moyenne mensuelle de l'insolation.....	24
Tableau. II.8 .Classification du climat.....	25
Tableau. II.9.Les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies.....	27
Tableau.III.1. décrit ci-dessous, nous indique la position de cette station.....	32
Tableau.III.2.Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	33
Tableau.III.3.Test d'homogénéité.....	35
	37
Tableau .III.4.Ajustement à la loi de Gauss.....	38
Tableau.III.5.Ajustement à la loi Log-Normal.....	40
Tableau.III.6.Précipitations mensuelles moyenne.....	44
Tableau.III.7.Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	45
Tableau IV.1. Évapotranspiration.....	50
Tableau. IV.2. : Précipitation efficaces dans la zone de projet.....	51
Tableau. IV.3.Calcul de RFU.....	52
Tableau. IV.4.Evapotranspiration et besoins d'irrigation des agrumes	52
Tableau. IV.5. Evapotranspiration et besoins d'irrigation des vignes	53
Tableau. IV.6.Calcul des besoins et les doses d'irrigation	57
Tableau .V.1. Caractéristiques générales du réseau localisé	64
Tableau V.2. Résultats de calcul théorique du réseau localisé	67
Tableau V.3.Caractéristiques générales du réseau localisé	69
Tableau V.4 .Résultats de calcul théorique du réseau localisé.....	71
Tableau V.5. Coefficients K' , m , β pour différents types du tuyau.....	73
Tableau V.6. Caractéristiques de la conduite principale	73
Tableau .VI.1.Facture des pièces de réseau d'irrigation localisée	77
Tableau.VI.2.Calcul de terrassement	78

Listes des Figures

Pages

Fig. I.01. Réseau d'irrigation par aspersion avec deux rampes mobiles	3
Fig. I .02. Zone humidifiée en irrigation au goutte à goutte	6
Fig. I.3. Schéma type d'une installation d'irrigation au goutte à goutte.....	8
Fig. I.4. Types de goutteurs.....	9
Fig. I.5. Rampe en dérivation (loupe).....	10
Fig. I.6. Profils d'humectation (bulbe humide) des sols sableux et argileux à faible et fort débits	11
Fig. II.1. localisation de la ville de Naciria.....	18
Fig. II.2. Localisation de périmètre Chender.....	19
Fig. II.3. Photo du barrage Chender prise à l'amont de sa cuvette.....	19
Fig. II.4. Histogramme de précipitation.....	20
Fig. II.5. Histogramme de température (max et min).....	22
Fig. II.6. Histogramme d'humidité relative.....	23
Fig. II.7. Histogramme d'insolation.....	24
Fig. II .8. Diagramme bioclimatique.....	26
Fig. II.9. Diagramme Ombrothermique de Gaussen de Baghlia.....	27
Fig.III.1. Ajustement à une loi normale.....	39
Fig.III.2. Ajustement à une loi log-normale.....	41
Fig .V.1. Parties essentielles d'un réseau de micro-irrigation	61
Fig. VII.1. Organigramme de la prévention	81

La liste des planches

- 1-** Plan du situation
- 2-** Projection du réseau
- 3-** Profile en long de la conduite d'amenée de barrage vers le réservoir
- 4-** Profile el long de la conduite principale

INTRODUCTION

L'irrigation n'a pas été vraiment identifiée ni distinguée du vaste domaine des activités de développement hydraulique, telles les constructions majeures et mineures pour la collecte, le stockage, le transport et la distribution de l'eau, la réalisation des forages et les pompes. La plupart des efforts et investissements consentis dans de nombreux pays pour le développement de l'irrigation ont davantage porté sur la mise en valeur des ressources en eau plutôt que sur l'amélioration de l'utilisation de l'eau au niveau de la parcelle.

L'Algérie a connu ces dernières années une période de sécheresse accrue induisant ainsi à la ratification des ressources hydriques.

Par conséquent, même le secteur de l'agriculture a été considérablement affecté. En effet elle est désormais soumise à une irrigation mal organisée qui touche au rendement et à la productivité des domaines agricoles.

Le périmètre de Chender dans la wilaya de Boumerdes est confronté au même problème qui nécessite la mobilisation de la ressource en eau ainsi qu'une bonne gestion de celle-ci. Ce sujet est axé dans ce même contexte, il vise à maîtriser et préserver cette précieuse ressource en dimensionnant un réseau d'irrigation en goutte à goutte à partir du barrage Chender capable de combler le déficit hydrique enregistré dans le périmètre d'étude.

Donc, pour bien mener cette étude nous avons réparti notre travail en sept chapitres qui sont

- Généralités sur l'irrigation sous pression et les choix des assolements
- Présentation de la zone d'étude
- Etude hydrologique
- Evaluation des besoins en eau des cultures
- Dimensionnement du réseau d'irrigation en goutte à goutte
- Evaluation de coût de projet
- Protection et sécurité de travail

CHAPITRE .I.

Généralité sur l'Irrigation sous pression.

Introduction

La desserte adéquate en eau est essentielle pour la croissance ou le développement végétatif des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Il existe actuellement plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau des cultures. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales.

La méthode d'irrigation la plus élémentaire consiste à transporter l'eau à partir de la source d'alimentation, e.g. un puits, à chaque plante avec un seau ou un arrosoir.

Cette méthode nécessite une main-d'œuvre importante, un long travail et un grand effort cependant, elle est fortement convenable pour l'irrigation des petits jardins de légumes, à proximité immédiate de la source d'eau. L'irrigation des grandes superficies, ou des périmètres d'irrigation, nécessite le recours à d'autres méthodes d'irrigation plus perfectionnées. Les deux techniques les plus couramment utilisées sont: l'irrigation par aspersion, et l'irrigation au goutte à goutte.

I.1. Irrigation par aspersion

I.1.1. Condition d'utilisation

L'irrigation par aspersion consiste à fournir l'eau nécessaire aux cultures sous une forme analogue à la pluie naturelle. L'eau est mise sous pression, généralement par pompage, pour être ensuite distribuée au moyen d'un réseau de canalisations. La distribution d'eau est faite au moyen de rampes d'arrosage équipées d'asperseurs. L'eau sort sous la forme d'un jet et se répartit en gouttelettes d'eau qui tombent sur le sol. Le choix du dispositif de pompage, des asperseurs et la bonne gestion de l'eau doivent garantir la distribution uniforme de l'eau d'irrigation,

I.1 .2. Cultures recommandées

L'irrigation par aspersion convient aux cultures en lignes, de plein champ et à l'arboriculture. La distribution de l'eau peut se faire sur ou sous frondaison. Cependant, les asperseurs géants sont à éviter dans le cas des cultures délicates telles que la salade, car les grosses gouttes d'eau risquent de provoquer le dépérissement des plantes.

- Pentes adéquates

L'irrigation par aspersion s'adapte à toutes les pentes de terrain cultivable, qu'elles soient uniformes ou irrégulières. Les rampes d'arrosage portant les asperseurs doivent suivre autant

que possible les courbes de niveau. Cette disposition a l'avantage de minimiser les variations de pression le long de la rampe et de garantir un arrosage uniforme.

- Types de sol appropriés

La technique d'irrigation par aspersion est la meilleure pour les sols sableux à taux d'infiltration assez fort, sans pour autant ignorer qu'elle s'adapte parfaitement à la plupart des types du sol. La pluviométrie moyenne des asperseurs (en mm/h) doit être inférieure au taux d'infiltration permanent du sol, pour éviter le ruissellement des eaux en surface. Cette technique est à écarter pour l'irrigation des cultures sur des sols à encroûtement rapide. Au cas où on ne peut pas recourir à d'autres techniques d'irrigation, les asperseurs doivent être choisis de sorte que la distribution de l'eau soit en pluie fine. On doit éviter l'emploi des asperseurs à fortes pressions délivrant une forte pluie (grosses gouttes).

- Qualité de l'eau

L'eau d'irrigation doit être propre, exempte de matières solides en suspension, pour éviter l'obstruction des buses et le dépôt des matières solides sur frondaison.

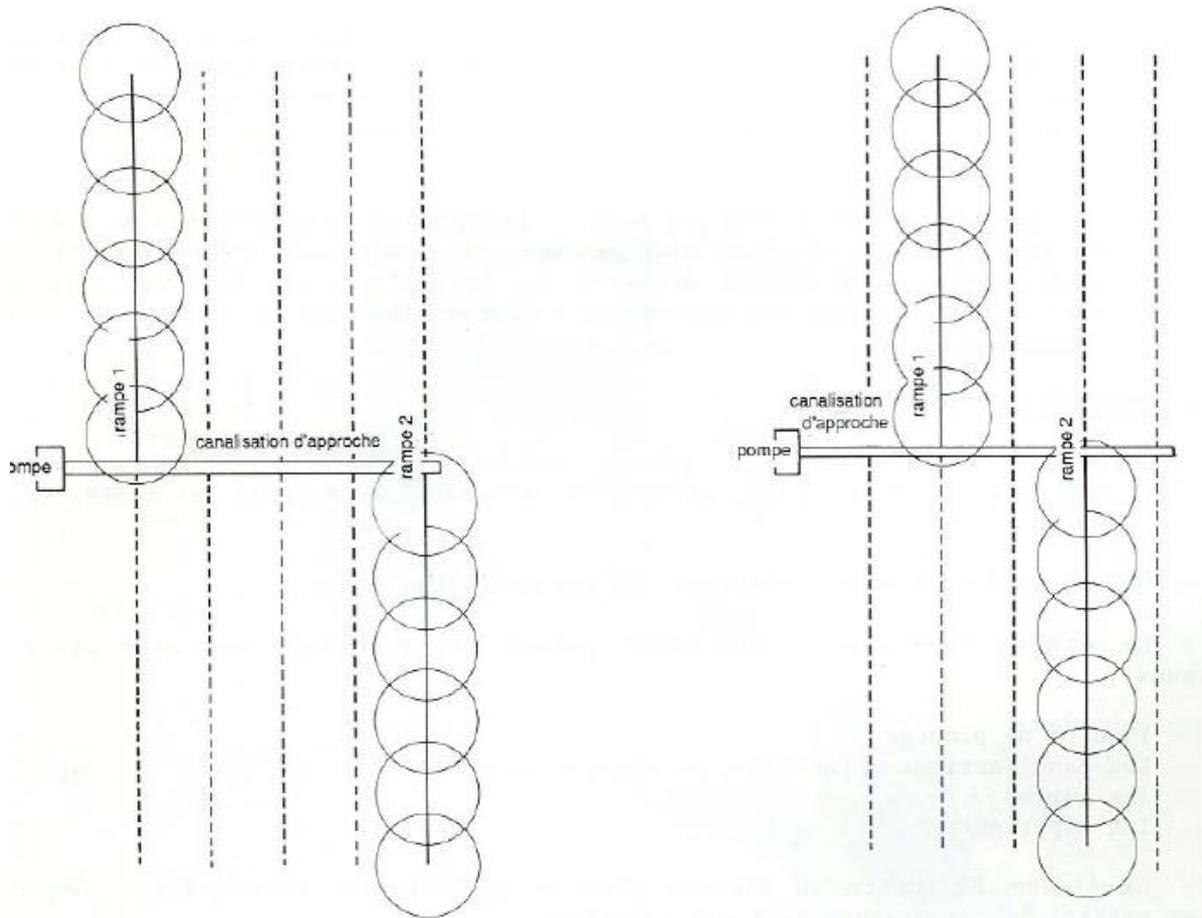
I.1. 3. Schéma type d'un réseau d'irrigation par aspersion

Le schéma type d'un réseau d'irrigation par aspersion comporte les éléments suivants:

- L'unité de pompage.
- Les canalisations principales et d'approche
- Les rampes
- Les asperseurs.

La **figure. I.1.** montre au premier plan la canalisation principale à laquelle les rampes portant les asperseurs sont raccordées.

L'unité de pompage comporte généralement une pompe centrifuge qui puise l'eau de la source et la refoule à la pression requise dans le réseau de canalisations.



Rampes 1 et 2 en premier poste Rampes 1 et 2 en deuxième poste

Fig. I.01. Réseau d'irrigation par aspersion avec deux rampes mobiles [2]

I.1.4. Avantages de l'irrigation par aspersion :

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Permet une économie d'eau importante.
- Met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très simples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation à l'eau.

I.1.5. Inconvénients de l'irrigation par aspersion :

- Coût des investissements très élevé.
- Favorise l'évapotranspiration en période sèche.
- L'uniformité de l'arrosage se dégrade en cas de vents dépassant les 4 à 5 m/s.

**I.2. Irrigation au goutte a goutte**

Utilisée sous serre, l'irrigation au goutte a goutte fut appliquée en plein champ vers les années 50 et s'est ensuite développée progressivement à partir des années 1960, notamment en Australie, aux Etats-Unis, en Afrique du Sud et en Europe. L'irrigation localisée consiste à humidifier une partie du sol dans la zone des racines des cultures en y apportant des petites doses d'eau fréquentes de faible débit. L'eau véhicule dans des tuyaux en plastique de faible diamètre; est diffusée au voisinage des racines par des organes de distribution tels que des goutteurs, diffuseurs ou des ajutages calibres. Ces organes fonctionnent sous une pression de l'ordre de 1 bar avec des débits de 1 à 8 l/h pour ce qui concerne les goutteurs ou les gaines perforées, 20 à 60 l/h pour ce qui concerne les diffuseurs, 35 à 100 l/h pour les ajutages calibres.

I.2.1. Histoire de la micro irrigation :**[01]**

La micro-irrigation a été utilisée depuis l'Antiquité où on enterrait des pots d'argile remplis d'eau afin que l'eau s'infilte graduellement dans le sol.

La technologie moderne d'irrigation a été inventée en terrain occupé par Simcha Blass et son fils Yeshayahu. Au lieu de libérer l'eau par des trous minuscules, facilement obstrués par des particules minuscules, l'eau est libérée par de plus grands et plus longs passages en employant le frottement pour ralentir l'eau à l'intérieur d'un émetteur en plastique, en suite elle

s'est développée en Allemagne vers 1860 quand les chercheurs ont commencé à expérimenter la sub irrigation à l'aide de tuyau d'argile pour créer une combinaison d'irrigation et de système de drainage. Dans les années 1920, des tuyaux perforés ont été testés en Allemagne, puis O.E. Robey a expérimenté l'irrigation par tuyau poreux de toile à l'université du Michigan.

Le premier système expérimental de ce type a été établi en 1959 quand les partenaires de Blass au Kibboutz Hatzerim créèrent une compagnie d'irrigation nommée Netafim. Ensemble, ils ont développé et ont fait breveter le premier émetteur extérieur d'irrigation par goutte à goutte. Cette méthode très performante s'est développée en Australie, en Amérique du Nord et en Amérique du Sud vers la fin des années 60. Avec l'arrivée des plastiques modernes après la Seconde Guerre mondiale, des améliorations sont devenues possibles. Des micro-tubes de plastique et divers types d'émetteurs ont été employés en serre en Europe et aux États-Unis

Tableau I .01. Superficie irrigue par micro irrigation**[02]**

PAYS	Superficie en micro-irrigation (ha)	PAYS	Superficie en micro-irrigation (ha)
USA	392.000	Australie	59.000
Israël	127.000	France	51.000
Espagne	112.000	Portugal	24.000
Afrique Sud	102.000	Italie	21.000
Egypte	68.000	Brésil	20.000

I.2.2. Histoire de la micro irrigation en Algérie**[03]**

En Algérie, cette technique d'irrigation localisée est à ses débuts. Elle a été introduite et implantée dans quelques zones de manière disparate sans une prise en charge sérieuse par les services concernés et sans l'implication directe des spécialistes. Elle couvrirait actuellement quelques milliers d'hectares localisés en majorité dans le Sud du pays et dans les zones dominées par les cultures céréalières et sous serres. La partie Nord de l'Algérie qui représente moins de 10 % de la superficie du pays, enregistre 90 % de l'écoulement total en eau, le reste du territoire est caractérisé par une aridité chronique. Croissants (Anonyme, 1990 ; Kettab, 2002).

Les problèmes engendrés par les limites de gestion de la ressource en eau, du sol et de l'énergie ont conduit à de nouveaux concepts et de nouvelles techniques de répartition d'eau englobées sous le terme de « l'irrigation localisée ».

En considérant les superficies actuellement irriguées, celles potentiellement aptes à l'irrigation localisée et en prenant un taux de 50 % de la superficie occupée par les cultures maraîchères (soit 20 % de la SAU irriguée), 50 % de la superficie des cultures fruitières (19 % de la SAU irriguée), 50 % de la superficie des cultures industrielles (2,5 %) et 50 % de la superficie irriguée occupée par la vigne (0,5 %), on totalise 42 % de la SAU irriguée nationale soit 190145 ha. Ce chiffre peut être relevé à 80 % en y associant d'autres cultures (cultures sous serre et palmiers). (Anonyme, 1990 ; Kettab, 2002)

I.2.3. Condition d'utilisation

[04]

L'irrigation au goutte à goutte, appelée aussi micro-irrigation, consiste à délivrer l'eau en gouttes à la surface du sol avec une faible dose (2-20 litres par heure). L'eau est canalisée dans des tuyaux en plastique munis d'orifices appelés goutteurs (émetteurs, distributeurs, jets d'eau, etc.). L'eau est délivrée au voisinage immédiat de la plante de sorte que l'humidification soit limitée à la zone racinaire du sol (figure 8). Ceci correspond à une utilisation plus efficace de l'eau qu'avec l'irrigation de surface ou par aspersion, où l'humidification concerne la totalité du sous-sol des plantations. En irrigation au goutte à goutte, la fréquence des arrosages est supérieure à celle des autres méthodes (d'habitude tous les 1 à 3 jours), ce qui maintient une forte humidité du sol, favorable à la croissance des cultures.

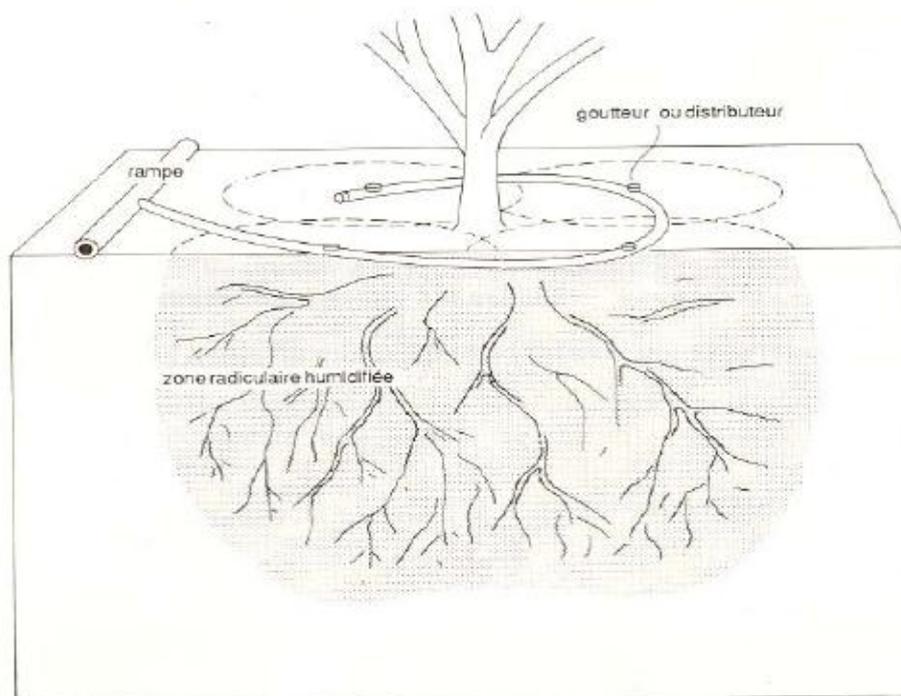


Fig. I .02.Zone humidifiée en irrigation au goutte à goutte

[2]

a) Cultures recommandées

L'irrigation au goutte à goutte convient surtout aux cultures en lignes (légumes, fruits), arboriculture, vigne. On peut utiliser un ou plusieurs goutteurs pour assurer une irrigation adéquate. Malgré le coût d'installation élevé, cette technique d'irrigation est réservée pour l'irrigation des cultures à forte productivité et de haute qualité.

b) Pentés adéquates

L'irrigation au goutte à goutte s'adapte à tout terrain irrigable. Les plantes sont cultivées le long d'une courbe de niveau et les canalisations de distribution d'eau (rampes en plastique) suivent elles aussi les courbes de niveau. Cette pratique a l'avantage de réduire les variations de pression de service des goutteurs résultant de l'irrégularité de la pente du terrain.

c) Types de sols appropriés

Cette méthode d'irrigation s'adapte presque à tous les types de sol. En sols argileux, le débit des goutteurs ou distributeurs est faible pour éviter la stagnation de l'eau ou bien l'écoulement par ruissellement. En sols sableux, les goutteurs doivent avoir un débit fort pour que l'infiltration de l'eau soit suffisante.

d) Qualité de l'eau

Le problème majeur de l'irrigation au goutte à goutte est le risque d'obstruction des goutteurs. La section de passage des eaux dans les goutteurs qu'on trouve sur le marché est très faible (diamètre de 0,2 à 2,0 mm). Par suite ces goutteurs risquent de se boucher si l'eau n'est pas propre. Par conséquent il est essentiel que l'eau soit exempte de toute matière solide en suspension, autrement dit la filtration de l'eau est obligatoire.

L'obstruction des goutteurs peut aussi provenir du dépôt des matières organiques, des algues, des dépôts d'engrais ou des engrais non dissous tels que le calcium et le fer. La filtration peut éliminer les matières en suspension, les algues et les matières organiques, mais la prévention contre toutes les causes de blocage nécessite le recours à des spécialistes, ou bien le concours du fournisseur du matériel d'irrigation. La salinité de l'eau ne constitue pas un handicap à l'utilisation de l'irrigation au goutte à goutte. D'autre part, comme l'eau est uniquement fournie au pied de la plante, cette technique réduit les pertes d'eau et limite le gaspillage. Donc cette technique, du fait de sa haute performance, est recommandée chaque fois que les ressources en eau sont limitées.

I.2.4. Schéma type d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte

La **figure. I.3.** représente le schéma d'une installation type d'irrigation au goutte à goutte; comme on le voit les éléments de cette installation sont:

L'unité de pompage.

L'unité de tête ou de contrôle en tête.

Les canalisations principales et secondaires.

Les rampes

Les goutteurs ou distributeurs.

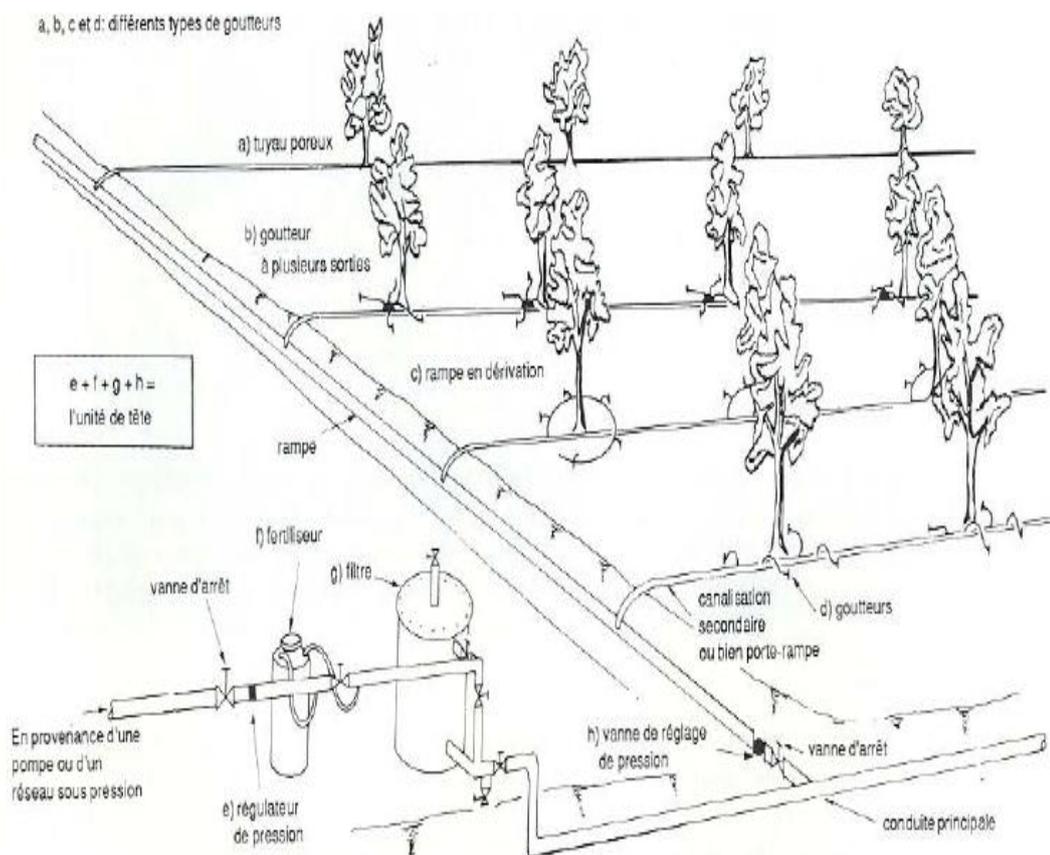


Fig. I.3. Schéma type d'une installation d'irrigation au goutte à goutte.[2]

L'unité de pompage puise l'eau de la source et la refoule à la pression désirée dans le réseau de distribution, pour assurer le bon fonctionnement des goutteurs.

L'**unité de tête** ou de **contrôle en tête** consiste en une série de vannes pour contrôler le débit et la pression dans le réseau. Elle peut aussi comporter un filtre pour la clarté de l'eau. Les filtres couramment utilisés sont les filtres à crépines et les filtres de sable pour retenir les

matières en suspension dans l'eau. Certaines unités de tête comportent aussi un fertiliseur qui a pour rôle d'injecter une dose préétablie d'engrais et d'autres matières nutritives dans l'eau d'irrigation; c'est un des grands avantages de l'irrigation au goutte à goutte par rapport aux autres méthodes d'irrigation.

Les **conduites principales, secondaires** et les **rampes** transportent l'eau de l'unité de tête pour la délivrer aux champs d'irrigation. Elles sont en PVC ou en polyéthylène. Elles doivent être enterrées dans le sol pour éviter leur dégradation sous l'effet du rayonnement solaire. Les rampes sont des tuyaux de 12 à 32 mm de diamètre.

Les **goutteurs** ou distributeurs sont des dispositifs qui ont pour rôle de délivrer le débit désiré à la plante. L'écartement courant des goutteurs est de 1 m environ, un ou plusieurs goutteurs peuvent être prévus pour irriguer un arbre. Pour les cultures en lignes, l'écartement des goutteurs est plus faible pour pouvoir humidifier la bande de terrain relative aux plantations. Plusieurs types de goutteurs ont été mis sur le marché ces dernières années. L'idée de base dans la conception des goutteurs est de fabriquer un spécimen dont le débit reste constant pour une large marge de pression, et en même temps ne se bouchant pas rapidement. **La figure 4** montrent différentes variétés de goutteurs. **La figure 5** illustre une rampe en dérivation ou en loupe.



Fig. I.4.Types de goutteurs

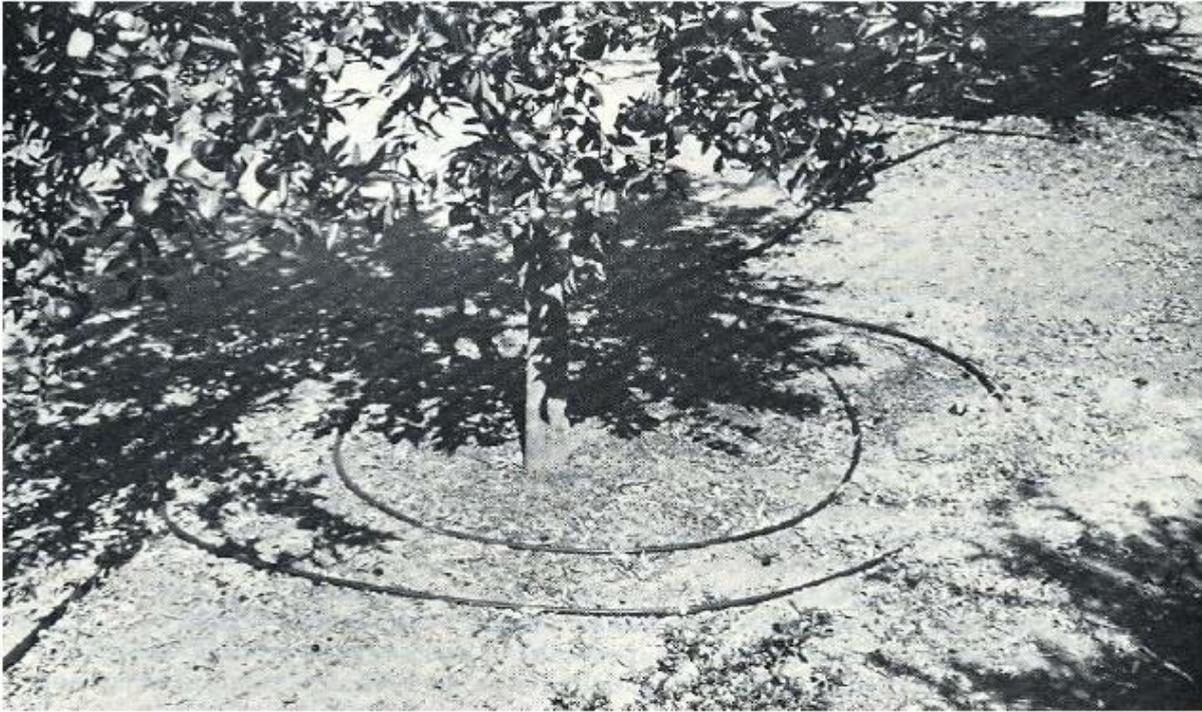


Fig. I.5. Rampe en dérivation (loupe)

I.2.5.Fonctionnement de l'irrigation au goutte a goutte

Une installation d'irrigation au goutte à goutte est à caractère permanent. Une installation peut être considérée comme permanente si elle reste en place pendant plusieurs saisons d'irrigation. Dans ces conditions cette installation peut être automatisée. L'automatisation est très commode quand la main d'œuvre est rare ou chère. Cependant, comme l'automatisation est liée à la disponibilité de spécialistes de haut niveau de technicité, elle est parfois abandonnée au profit d'autres techniques plus simples. Avec l'irrigation au goutte à goutte, il est possible de réduire l'espacement entre les arrosages (tous les jours s'il le faut), ce qui a un effet très bénéfique sur la croissance des plantes. Cependant, les plantes qui sont irriguées tous les jours ont des racines peu profondes, et par conséquent elles risquent de périr si l'irrigation est reportée de quelques jours en cas d'accident ou pour entretien.

- Profils d'humectation

Contrairement à l'irrigation de surface et à l'irrigation par aspersion, la zone humidifiée avec l'irrigation au goutte à goutte est seulement la zone racinaire des plantes, qu'on appelle aussi le «bulbe humide". En effet, la zone humidifiée (bulbe humide) constitue uniquement 30 % du volume du sol humidifié avec les autres méthodes d'irrigation. La forme du bulbe humide dépend du débit des goutteurs et de la nature du sol. La figure 12 illustre les effets des variations de débit des goutteurs pour deux types différents du sol, à savoir le sable et l'argile.

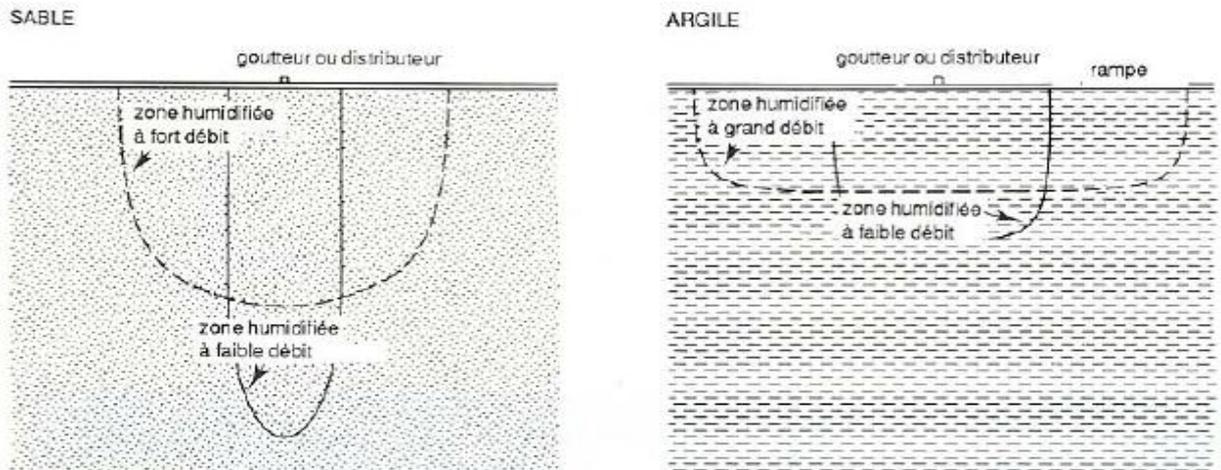


Fig. I.6. Profils d'humectation (bulbe humide) des sols sableux et argileux à faible et fort débits [4]

Bien qu'une partie seulement de la zone des plantations soit humidifiée, le volume total d'eau fourni est toujours égal aux besoins en eau des plantes. Il est absolument faux de conclure que l'économie d'eau enregistrée avec la méthode au goutte à goutte conduira à des besoins en eau nets des plantes plus faibles qu'avec les autres méthodes. Les besoins en eau nets ne sont pas fonction de la méthode d'irrigation. Les plantations ont toujours besoin du même volume d'eau nécessaire à leur croissance.

L'économie d'eau résultant de l'utilisation du goutte à goutte est due à la réduction des pertes par percolation profonde, par ruissellement en surface et par évaporation du sol. Cette économie d'eau est fonction aussi bien des compétences des agriculteurs que des performances du matériel.

L'irrigation au goutte à goutte n'est pas un substitut aux autres méthodes d'irrigation qui se sont avérées efficaces dans des conditions de fonctionnement appropriées. L'irrigation au goutte à goutte est une méthode parmi d'autres. Elle est recommandée dans des conditions où la très bonne qualité de l'eau est marginale, où l'eau est rare et la main-d'œuvre est chère, et pour des terrains de mauvaise qualité et dans des conditions très défavorables (fortes pentes ou pentes irrégulières). Elle est surtout recommandée pour l'irrigation des cultures à hauts rendements, nécessitant un arrosage fréquent

I.2.6. Avantages de l'irrigation localisée (goutte à goutte)

- Une économie d'eau très importante : La perte du moyen de transport est minime. L'évaporation, le ruissellement et la percolation profonde sont réduits par rapport aux autres systèmes d'irrigation.
- Les économies d'énergie : Une petite unité de puissance est requise par rapport aux systèmes d'irrigation par aspersion.

- La réduction des mauvaises herbes et les maladies : . En raison de la surface mouillée limitée.
- Peut être automatisé : Engrais et produits chimiques peut être appliqués avec de l'eau à travers le système d'irrigation
- Amélioration de la production sur des terres marginales : Sur un terrain vallonné, de micro-irrigation systèmes peuvent fonctionner sans les eaux de ruissellement et sans ingérence du vent.
 - Une économie de mains d'œuvre (système fixe).
 - La non sensibilité aux vents forts.
 - Elle permet un dosage régulier en engrais.
 - L'humidité au voisinage des racines reste élevée.

I.2.7.Inconvénients de l'irrigation localisée (goutte à goutte).

- La gestion de ces Microsystèmes d'irrigation a normalement les besoins d'entretien plus élevés. Les particules de sol, d'algues, ou des dépôts minéraux peuvent obstruer les dispositifs d'émission.
- Dommages potentiels causés par des animaux: Les rongeurs et les insectes peuvent causer des dommages à certains composants
 - Coût d'investissement élevé :
 - Contrôle difficile des goutteurs.
 - Risque d'obstruction des goutteurs.
 - Risque de salinisation
 - Nécessite une main d'œuvre qualifiée.

I.2.8. Champ d'application du système en goutte à goutte

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

1. Cultures fruitières : Européennes, Méditerranéennes et Tropicales, sans aucune limitation ;
2. Cultures maraîchères et florales de pleine terre : plein champ ou sous tunnels plastiques ; Cultures arbustives en pots ;
3. Cultures hors – sol ; Grandes cultures : coton, canne à sucre, maïs, betteraves sucrières, tabac, bananiers, ... etc)
4. les cultures en rangs comme les melons, les asperges, les tomates, les oignons et les poivrons.
5. Les petits fruits tels que fraises, mûres, et les framboises
6. Les jardins familiaux

I.3. Analyse multicritères de choix de techniques d'arrosage

Tableau. I.02. Comparaison entre les systèmes d'irrigation

[4]

Contraintes	Irrigation par Aspersion	Irrigation localisé
<ul style="list-style-type: none"> • Contraintes naturelle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaporation + + ▪ Vent + + (m/s) ▪ Texture (limoneuse) + + ▪ Perméabilité (moy) + + + ▪ Pente (%) + + + ▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne) + + + • Contraintes agronomique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maraîchage + + ▪ Fourrages + + + ▪ Agrumes □ • Contraintes technique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Personnels qualifié + + + • Contraintes économique <ul style="list-style-type: none"> ▪ économie d'eau + + 		

Conclusion :

Les systèmes d'irrigation sous pression engendrent une économie d'eau moyennée 30 à 60 % par rapport aux systèmes gravitaires. Les systèmes d'irrigation localisée, quant à eux, peuvent engendrer une économie d'eau allant jusqu'à 50% par rapport aux systèmes par aspersion (limitation maximale de l'évaporation et de la percolation car l'eau est livrée à faible dose et n'humidifie qu'une fraction du sol).

Les systèmes d'irrigation localisée occasionnent les plus-values suivantes : Prévention du développement des mauvaises herbes et possibilité de fustigation. Ils ne sont pas adaptés si les cultures emblavées sont à enracinement profond ainsi que si les eaux sont trop chargées (sable, limon, matière organique, fer,...qui peuvent obstruer les tuyaux) ou trop salées (pas de lessivage).

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas de sols à faible profondeur, de sols légers et perméables, en cas de relief trop accidenté ainsi qu'en cas d'utilisation d'eau salée.

CHAPITRE .II.

Présentation de la zone d'étude.

Ce chapitre est consacré à une présentation bien détaillée de notre zone d'étude de point de vue situation géographique, caractéristiques climatiquesetc. afin de déterminer les différents paramètres qui nous permettront de caractériser la zone d'étude du point de vue climatique et qui nous aident à connaître la nature du climat de la zone d'étude, ce qui est indispensable dans une étude d'irrigation collective, puisque c'est la base du calcul des besoins en eaux d'irrigation.

II.1. Localisation de la zone du projet :

Le futur périmètre hydro-agricole de Chender se situe dans la région nord de l'Algérie, au sein de la wilaya de Boumerdes commune de Naciria. (**Fig. II.7**)

La commune de Naciria est située au Sud-est de la wilaya de Boumerdes qui s'étend sur une superficie de **6180Ha**, elle est délimitée par :

- **Au Nord** : les communes de OuledAissa, Bordj Menaiel et Baghlia
- **A l'Est** : la wilaya Tizi-Ouzou
- **A l'Ouest** : la commune de Bordj Menaiel
- **Au Sud** : la commune de Timezrit et la wilaya de Tizi-Ouzou

Elle est accessible à partir de :

- La **RN 12** qui relie du côté Est à Boumerdes, et du côté Ouest à Tizi-Ouzou
- La ligne de chemin de fer à voie unique, reliant avec Alger Tizi-Ouzou
- Le **CW 17** qui la traverse et la reliant avec Baghlia
- Le **CW 02** qui la traverse et la reliant avec Baghlia
- Le **CW 05** qui la relie en allant vers l'Est avec Tadmaït

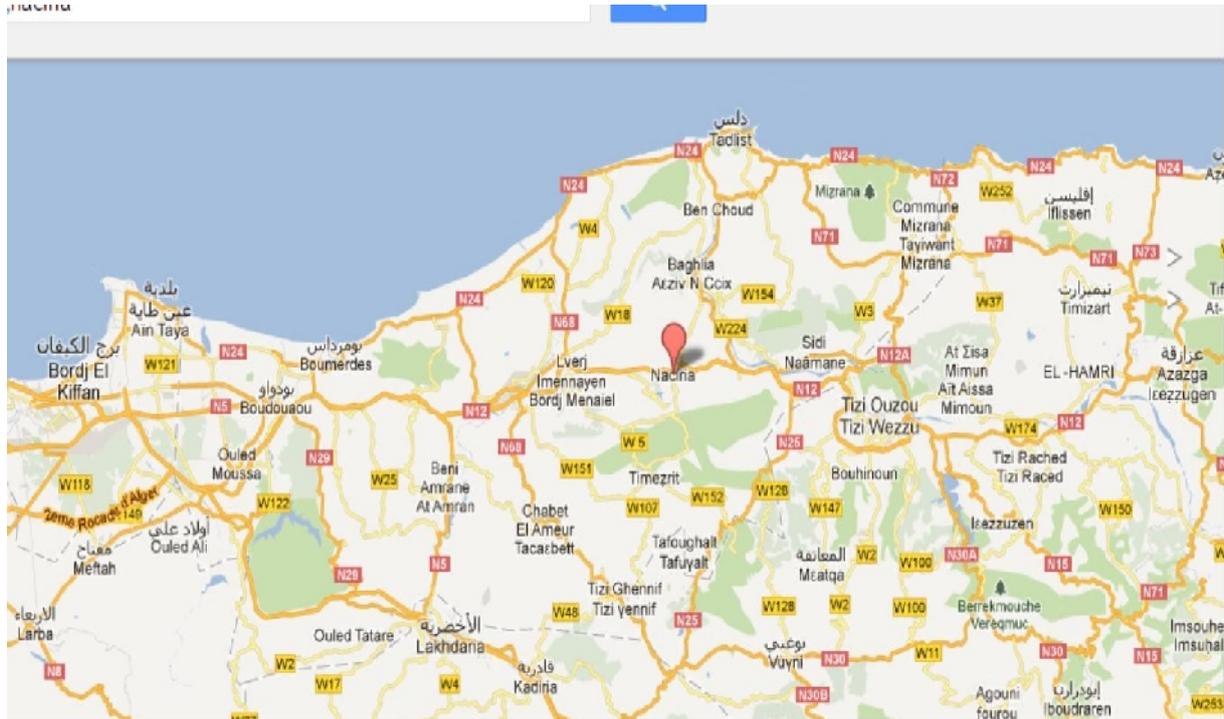


Fig. II.1.localisation de la ville de Naciria

- **Le périmètre du Chender**

Le périmètre irrigable de CHENDER est situé à sept kilomètres à l'ouest de la ville de Naciria. (voir les cartes ci –après)

- **Le barrage de Chender (boumraou)**

Le barrage de Chender ou bien Boumraou, a été construit en 1977 et constituera l'origine de l'eau pour le futur périmètre irrigué, qui se situe sur l'oued Chender, de capacité de $1,38 \text{ hm}^3$, de superficie de 80 ha et sa hauteur maximale c'est 24m.

Le barrage de Chender est présenté dans la figure suivante :

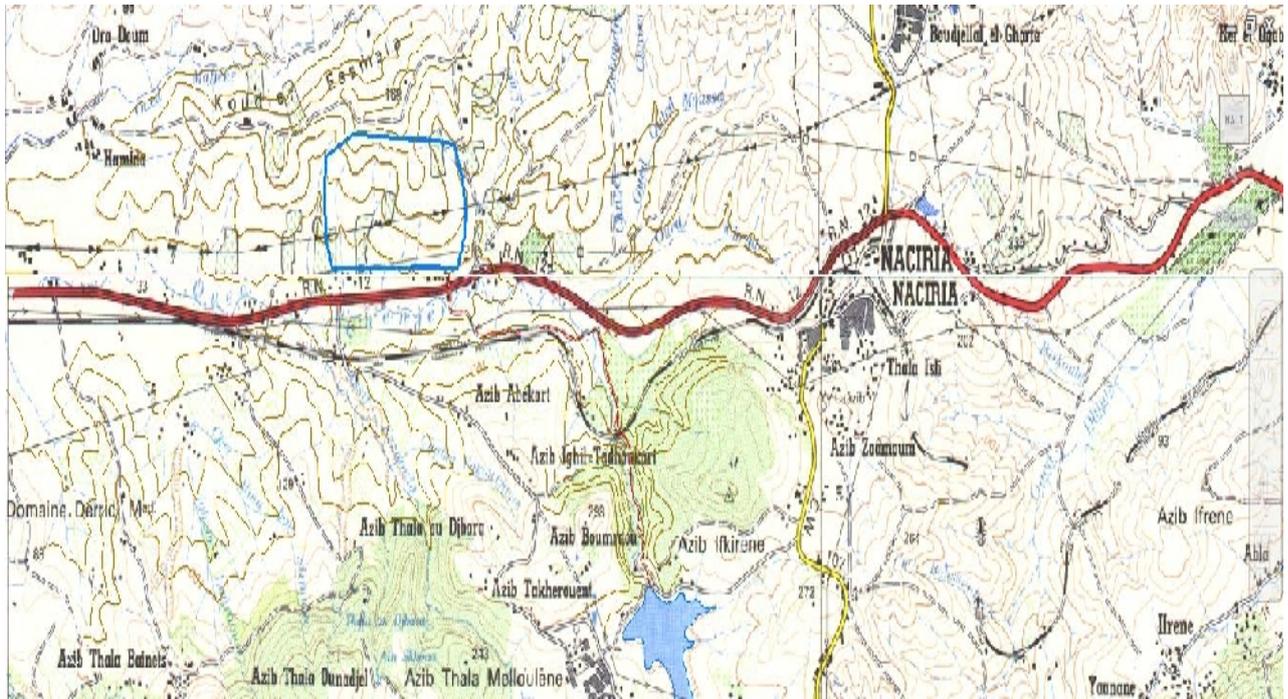


Fig. II.2. Localisation de périmètre Chender



Fig. II.3. Photo du barrage Chender prise à l'amont de sa cuvette

II.2. Le climat de la zone projet

II.2.1 - La pluviométrie :

La pluviométrie dans la région est assez élevée soit 837 mm a 1000 mm d'eau paran.les plus grandes précipitation se situent en novembre, décembre et janvier .la plus basse enregistrée est celle de mois de juillet .les pluies sont irrégulières et souvent acaractèretorrentiel.les résultats sont enregistrées a partir la station de Baghlia (022002) pendant la période (1968-2011).

Tableau .II.1: Valeurs moyennes de la pluviométrie aux stations de Baghlia.

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
S.P. BAGHLIA	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	annee
P moy(mm)	37,69	69,76	112,89	133,53	102,13	97,88	82,18	74,72	51,44	10,36	3,08	8,50	784,16
P moy(%)	4,81	8,90	14,40	17,03	13,02	12,48	10,48	9,53	6,56	1,32	0,39	1,08	100
P moy(%) saison	28,10			42,54			26,57			2,80			100

Source (ANRH) Blida

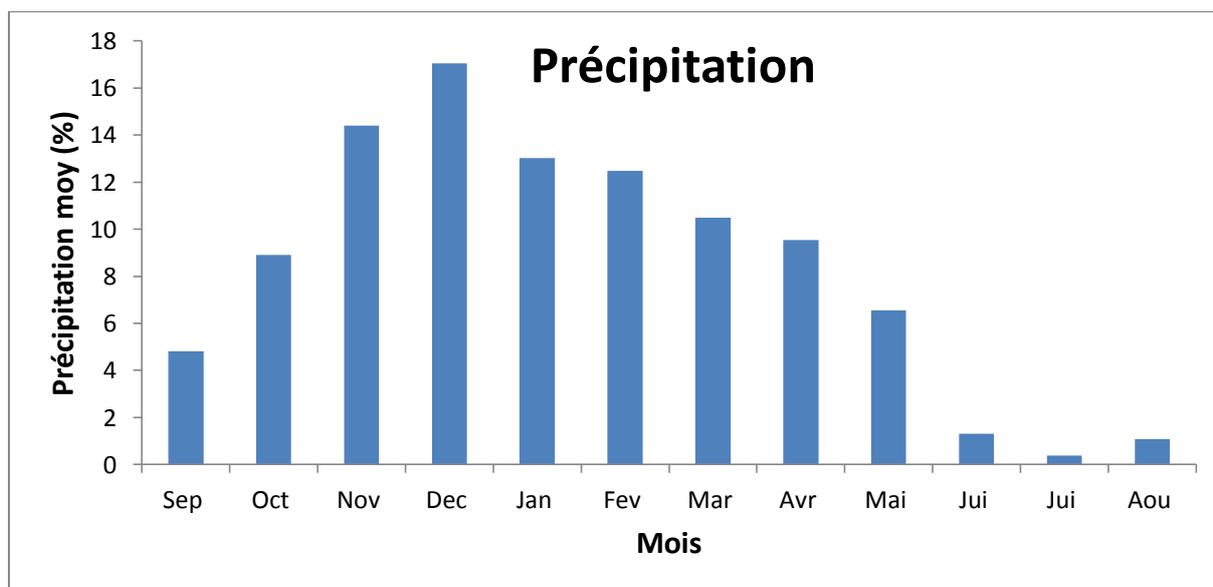


Fig. II.4. Histogramme de précipitation.

On remarque d'après le diagramme de précipitation :

- Le mois de Décembre le plus pluvieux qui représente 17,03% de la pluviométrie annuelle.
- Le mois de juillet est le plus sec qui représente 0,39% de la pluviométrie annuelle.

Les caractéristiques géographiques de la station sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau .II.2: Caractéristiques géographiques de la station de Baghlia.

Station	Latitude(x)	Longitude(y)	Z(m)	code
Baghlia	603.65	390	30	022002

Tableau .II.3: Caractéristiques géographiques de la station de Dellys.

Station	Latitude	Longitude	Z(m)	Code
Dellys	36°55 N	03°57 E	08	

Source : (ANRH) de Blida et (ONM) d'Alger

II.2.2.Les températures :

La température de l'air est un élément météorologique de grande importance en ce qui concerne le développement et la production des végétaux. Sa distribution spatiale dans une région est principalement conditionnée par des facteurs physiographiques, tels que le relief (altitude et exposition), la nature du sol et de son revêtement, la proximité des grandes superficies d'eau et le régime des vents.

Dans le tableau ci-après, on indique les valeurs moyennes mensuelles et annuelles des températures, les moyennes des maximales, les moyennes des minimales, les moyennes journalières de la température de l'air, pendant la période 1994-2004.

Tableau. II.4: Valeurs moyennes des températures.

Paramètres	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Annee
Température max(c°)	26.5	24.6	19.9	17.4	16.4	16.4	17.6	19.3	21.5	24.8	27.4	29.1	21.1
Température min(c°)	19.9	17.3	13.1	10.8	9.8	9.4	10.6	11.9	14.8	18.3	21	22.3	14.9
Température moy(c°)	23.2	21	16.5	14.1	13.1	12.9	14.1	15.6	18.2	21.6	24.2	25.7	18.3

Source Office Nationale de la Météorologie (ONM)

La température moyenne la plus élevée est celle du mois d'Aout avec 25.7°. Or le maximal absolu c'est 29.1°

La chaleur aussi a des actions néfastes sur le sol et la végétation (évapotranspiration) et brulures sur les plantes.

Dans l'ensemble on distingue deux périodes :

- L'une humide s'étalant de mois d'Octobre au mois d'Avril
- L'autre sèche qui s'étale du mois de Mai au mois de Septembre

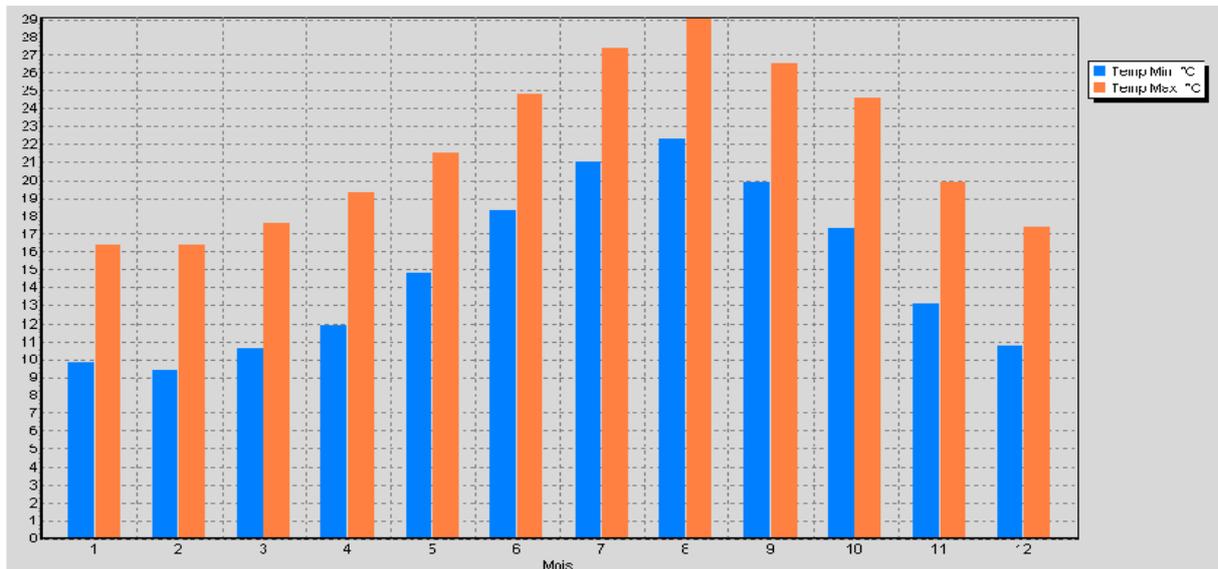


Fig. II.5. Histogramme de température (max et min)

II.2.3.L'humidité relative :

La moyenne annuelle de l'humidité relative est de 64%. Et sa variation n'a pas c'est important, d'après les résultats sont entres 60 a 68% durant toutes les saisons.

Tableau .II.5.Moyennes annuelles de l'humidité relative de l'air(%) station de Dellys :

Station de Dellys	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Annee
Humidité relative(%)	68	67	66	63	66	68	62	60	65	65	56	62	64

Source Office Nationale de la Météorologie (ONM)

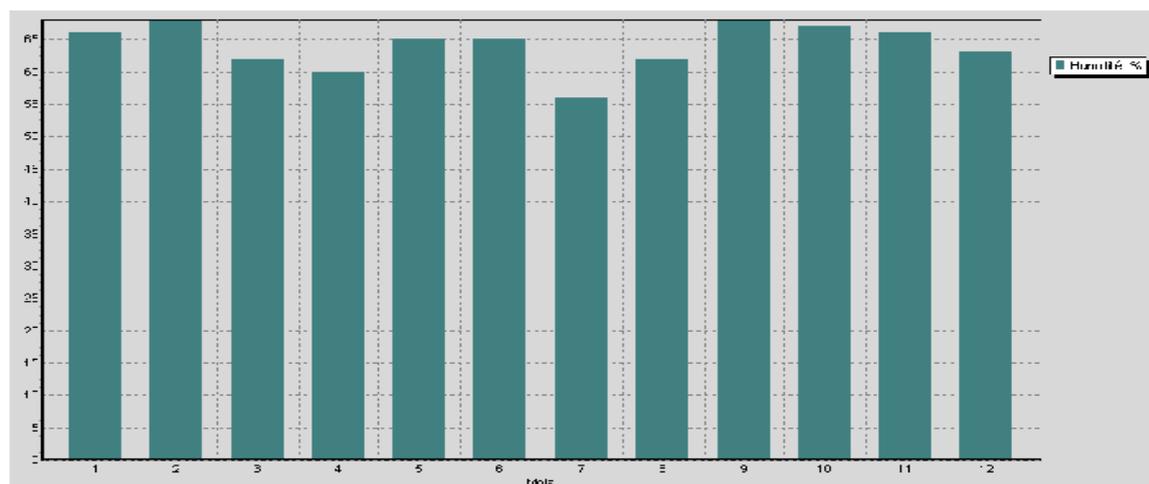


Fig. II.6. Histogramme d'humidité relative

II.2.4. Le vent :

Les vents dominants qui sont les plus à craindre soufflent du Nord et de l'Ouest avec une vitesse moyenne de 6m /s, comme il y a parfois des vents très violents :25m/s mais qui sont rares .

Tableau. II.6.Les vitesses moyennes du vent (m/s) de la station de Dellys.

Station de Dellys	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Année
Vitesse de vent (m /s)	2.8	2.6	3.5	4.1	3.7	3.4	3	3.4	2.9	2.7	2.8	2.6	3.1

Source Office Nationale de la Météorologie (ONM)

II.2.5.le sirocco :

Le siroco est un vent très chaud qui vient du sud se souffle environ 7 jours par an. Certes, cette durée est courte, mais ses conséquences sont parfois catastrophiques sur les cultures.

II.2.6.L'insolation :

La moyenne annuelle d'insolation est estimée à 8heures par jour avec une pointe au mois de juillet où est enregistrés 10.4 h par jour et une valeur minimale pendant le mois de décembre (4.6 h par jour).

Tableau. II.7. Moyenne mensuelle de l'insolation

mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Annee
Moyenne (heure)	256	230	166	142	155	189	226	257	271	298	323	295.5	2808
Heure /jour	8.5	7.4	5.5	4.6	5	6.7	7.3	8.6	8.8	9.9	10.4	9.7	92.3

Source Office Nationale de la Météorologie (ONM)

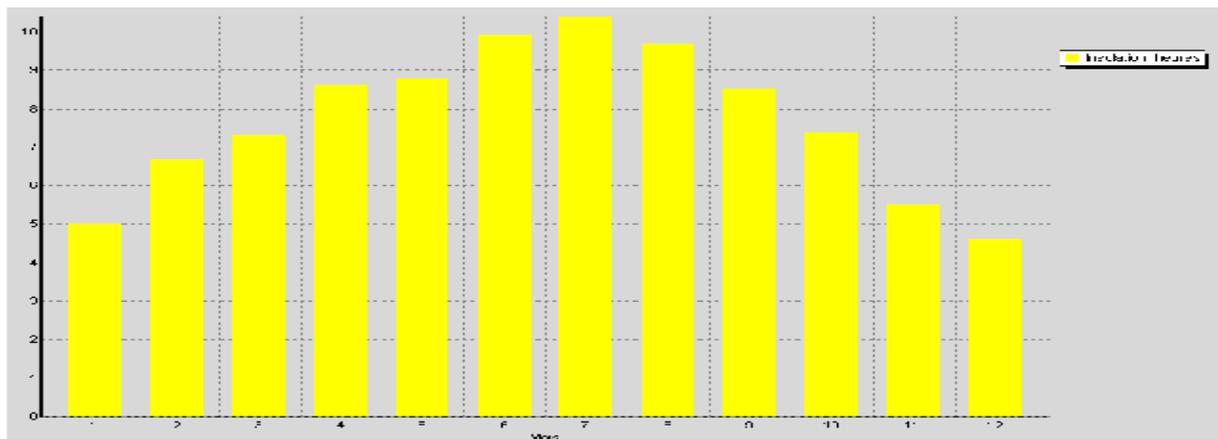


Fig. II.7. Histogramme d'insolation

II.2.7.Classification du climat :

D'APRES L'INDICE D'ARIDITE DE MARTONNE IA :

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

Avec :

p: précipitation annuelle en mm.p = 784.16 mm

T: Température moyenne en (°c). T = 25.7 °c

$$AN: IA = \frac{P}{T+10} = \frac{784.16}{25.7+10} = 21.97$$

Tableau de référence :

Tableau. II.8 .Classification du climat.

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

Selon la classification de Martonne, notre climat est relativement humide, ce qui rend l'irrigation parfois utile.

- Quotient pluviométrique D'Emberger :

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

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

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger

p : Précipitation moyenne annuel mm

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

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

Avec : p : 784,16 mm

M : 29,1°c

m : 12,9° c

On aura
$$Q = \frac{2.1000.784,16}{(29,1+273)^2 - (9,4+273)^2} = 164,64$$

Et on se référant au diagramme bioclimatique la valeur de q situe notre zone donne.

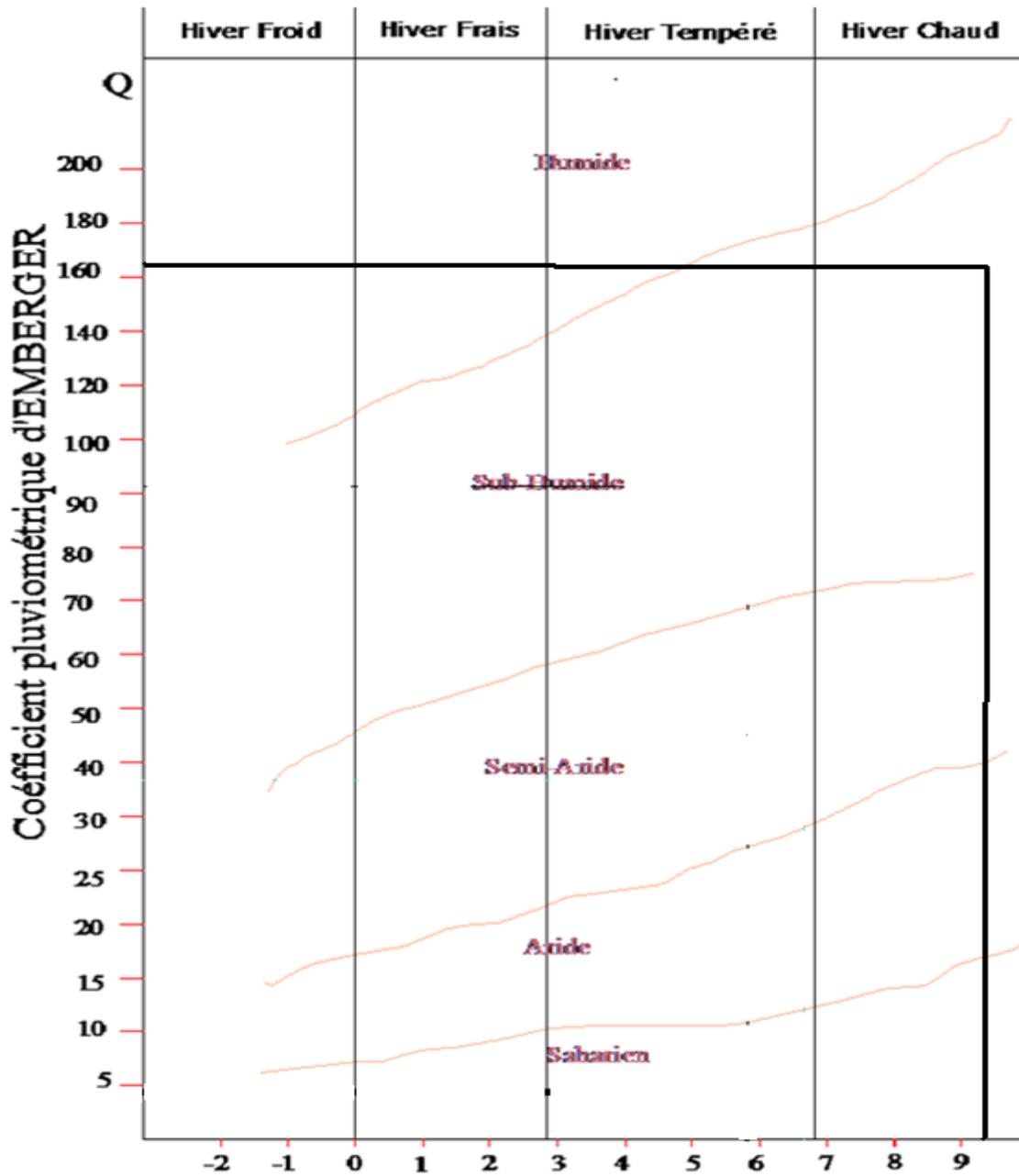


Fig. II .8. Diagramme bioclimatique.

L'étage bioclimatique : sub-humide.

Sous l'étage : hiver chaud.

II.3.le diagramme ombrothermique de Gausсен:

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

Tableau. II.9.Les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou
Pmoy(mm)	37,7	69,8	112,9	133,5	102,1	97,9	82,2	74,7	51,4	10,4	3,08	8,50
T°moy(c)	23.2	21	16.5	14.1	13.1	12.9	14.1	15.6	18.2	21.6	24.2	25.7

Le climogramme de Gausсен est une représentation graphique de variation de Précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche). Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse totale, cette période correspond d'après le graphé aux mois de juin, juillet et août. En cette période l'irrigation est nécessaire.(Fig.II.9)

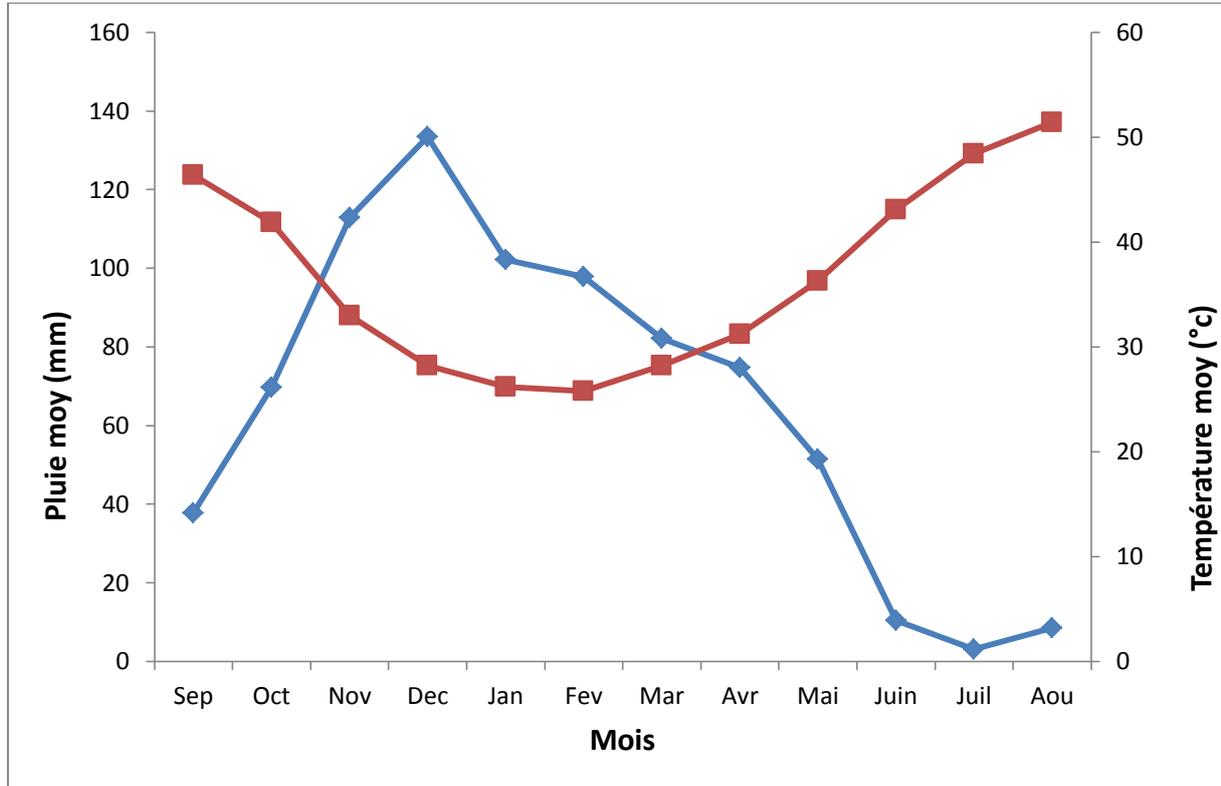


Fig. II.9.Diagramme Ombrothermique de Gausсен de Baghlia.

II.4. La Géomorphologie Du Site

II.4.1.Le Relief

La commune de Naciria se caractérise par la présence de deux ensembles topographique différenciés par leur massivité .Au Nord la topographie est peu mouvementée par contre au sud les reliefs sont plus étendus avec certaines dépressions intérieures de ce fait le ensemble morphologique dominants sont deux types :

▪ **Les dépressions**

La plus importante est celle qu'empreinte la route et la voie ferrée Alger-TiziOuzou orientée Est-Ouest, cette dépression a tendance à se refermer a quelques kilomètre à l'Est de l'ACL de Naciria. Elle se prolonge par de petites dépressions, vers le sud de la commune, formant le lit de certains cours d'eau.

La seconde zone de dépression occupe une position centrale dans le territoire de la commune, c'est dans cette cuvette qu'a été édifié le barrage de Chender.

▪ **Les Montagnes :**

Entourant les principales dépressions, les reliefs montagneux croissent en altitude de Nord vers le sud

La montagne s'affirme progressivement en direction de sud ou se trouve les sommets les plus élevés (Ighil El Had : 887m. Dans cette partie de la commune les reliefs sont plus compacts et moins compartimentés que ceux de la partie Nord.

Au Nord les reliefs les plus imposants ont une altitude proche des 300 m il s'agit de Koudiat Es Smala, AinKara, Djana et ThalaGheraf.

Au sud les principaux Djebels ont des altitudes dépassants les 300 m généralement.

II.4.2. La Topographie :

La remarque essentielle que révèle la lecture de la carte des pentes de la commune de Naciria concerne la présence des quatre grandes catégories de déclivité conventionnelles occupant des superficies variables.

De façon générale du fait d'une topographie légèrement dominée par un système montagneux les pentes supérieures a (12%) couvrent une large partie de territoire communal.

Les terrains à faible pentes (2%) sont très réduites et couvrent le moins de superficie. Ils se retrouvent généralement à l'intérieur des principales dépressions mentionnées plus hautes le long de l'axe Alger-Tizi-Ouzou et long de l'axe reliant Chender à Bouassem.

Cette déclivité est favorable à la construction lorsque la valeur agronomique des sols est faible. Elle rassemble par ailleurs les avantages de l'accessibilité (passage du réseau routier et fermé) et de la disponibilité en eau (zone de convergence du réseau hydrographique).

Pentes comprises, entre (2%) et (12%) plus, elles enlacent la première catégorie de pentes

Elles sont plus étendues que les précédentes, leur constructibilité est plus avantageuse, avec la même valeur agronomique. Cette zone rassemble les mêmes atouts que la catégorie précédente.

Pentes comprises entre (12%) et (25%) il s'agit des hauts piémonts caractérisés par des pentes relativement fortes. Ces terrains sont présentes au centre et dans la partie orientale. Ces sites peuvent accueillir un habitat éparé seulement.

Pentes supérieure à (25%), largement dominants, ces terrains occupant la majeure de celle-ci mais de façon réduite.

Ces terrains sont les domaines de la forêt ils sont défavorable à toute occupation (urbanisation, activité agricole, etc....)

II.4.3. Structure Géologique et Géotechnique

La commune de Naciria est révélatrice d'une particularité de la roche en place où prédominent de façon presque générale les marnes qui sont des roches tendres. Ces marnes gonflantes par temps humidité provoquent l'instabilité des terrains (qu'elles recouvrent) qui sont meubles et où se remarque une généralisation de glissement sur pentes fortes.

Sur cette roche les phénomènes érosifs sont intenses. Dans un tel contexte lithologique la constructibilité est défavorable surtout pour des volumes importants.

Il reste à signaler que la zone d'étude ne possède pas de nappe aquifère capable de subvenir aux besoins que ce soit agricoles ou domestiques ; et en ce qui nous intéresse, le problème de remontées des eaux profondes ne se pose même pas. Donc le risque de salinisation est écarté et pas de nécessité d'un réseau de drainage.

Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté le secteur d'étude sous différents angles et il faut surtout conclure que l'investissement dans le domaine agricole est beaucoup prometteur dans cette région où plusieurs facteurs sont favorables à savoir : La pédologie, la topographie, et le climat.

CHAPITRE.III.

Etude hydrologique.

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

Et L'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

III.1. Le réseau pluviométrique:

Pour l'étude des pluies nous avons utilisé la série pluviométrique de la station Baghlia (022002). Qui dispose d'une série longue et représentative pour la zone d'étude, par l'Agence Nationale des Ressources en Hydrauliques (ANRH)

Tableau.III.1. décrit ci-dessous, nous indique la position de cette station.

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X (Km)	Y (Km)			
Baghlia	022002	603,65	390	30	1968-2010	43

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique de Baghliaest donnée dans le tableau ci-après :

Tableau.III.2.Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.

Annee	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	jui	juil	aout	Annuel
1968	0	0	215	230,1	63,5	107	122,8	133,9	7,1	57,1	0	1,2	937,7
1969	31,5	185,2	76,6	297,9	53,8	34,2	72,9	110,5	78,3	8,9	1,2	2,4	953,4
1970	0	123,1	21,1	224,4	153,5	36,5	168,7	49,7	0,4	4,7	2,3	0	784,4
1971	122,6	80,3	288,8	98,6	235,1	122,6	105,2	128,1	119,7	26,1	1,4	31,1	1359,6
1972	66,1	114,3	53,7	285	171,1	308,3	108	40	0	30,3	0	3,2	1180
1973	176,6	68,1	23,3	174,4	19,3	261,9	341,5	124,6	2,5	4,5	0,2	3,5	1200,4
1974	29,6	123,2	71,2	30,1	37,8	83,9	116,4	35,3	78,1	22,6	0	28,9	657,1
1975	16,4	38	390	50,6	86,1	245,1	38,6	62,4	72,3	13,5	29,9	22,6	1065,5
1976	15,3	123	99,5	154,1	105,5	30,5	20,1	87,9	33	3,6	0,4	19,3	692,2
1977	3,9	17,6	97,5	11,5	135	41,6	110,8	168,1	96,4	1,3	0,7	0	684,4
1978	2,4	73,5	71,6	53,4	59,6	192,3	88,8	64,4	12	1,3	2,4	4,3	626
1979	93,5	85,3	186,3	45,6	134,2	54,8	95,7	127,2	16,2	0,4	0	0	839,2
1980	0,8	52,1	81,9	282,4	52,8	60,1	76,8	88,1	46,1	5,7	0	16,7	763,5
1981	2,9	48,7	21,6	128,6	180,8	118,6	28,7	15,1	36,3	7,6	0	8,3	597,2
1982	41,2	73,8	227,1	132,2	3	75,6	63,8	17,6	12,8	0	4,4	37,4	688,9
1983	3,4	31,6	71,4	71,7	82,8	123,8	38,2	28,5	88,8	10,1	0	0	550,3
1984	24	105,7	29,4	141,9	124,3	37,9	217,8	11,8	116,3	0	0	0	809,1
1985	78,3	65,9	120,2	54,7	72,9	106,4	171,1	56,9	4,6	12,8	5,9	0,4	750,1
1986	14,2	41	75,5	201,7	114,8	227,7	43	4,1	12,9	33	0	1,2	769,1
1987	97,3	45,7	118,5	48,2	65,5	46,9	66,4	58,5	24,7	21,4	3,2	0	596,3
1988	71,2	4,2	90	255,2	46,7	25,7	37,5	96,7	6	17,1	3,9	4,4	658,6
1989	33,8	24,1	100,7	49	84,2	0	35,6	61	79,6	13,8	42	0	523,8
1990	1,8	70,2	56,5	200,2	91,5	143,4	64,5	53	38,5	3	0	2,5	725,1
1991	15,8	190,3	51,9	14,2	157,3	52,5	90,2	102,6	57,9	31,4	2,3	0	766,4
1992	6	78,9	119,3	164,6	36,5	92	23,9	105,3	39,2	0	0	3,9	669,6
1993	29,4	53,3	83,4	130	94,2	64,3	0	56,6	4,8	0	0	0	516
1994	68,9	70	29,3	121,7	212,2	40,6	101,4	41,1	0,2	10,4	0	38,9	734,7
1995	11,7	18,4	17,1	80,6	166,2	221,2	46,2	143,6	34,2	12,6	6,1	9,2	767,1
1996	30,3	112,1	57,6	70,2	47,8	16	24,6	100,9	14	6,2	1,3	18,6	499,6
1997	61	71,4	160,5	144,9	56,9	91,5	62,4	110,5	269,2	1,1	0	1,8	1031,2
1998	44,1	51,5	139,4	111,6	148,3	103,2	83	32,5	21,7	0	0	2,4	737,7
1999	25,7	22,4	169,8	227,9	18,1	8,1	15,3	42,6	33,1	4,7	0	0	567,7
2000	25,2	75,7	71,5	53,8	226,7	86,7	1,5	40,3	30,9	0	0	7,8	620,1
2001	15,2	0	104,7	69,7	71,8	37	61,7	64,8	17,3	2,7	0	12	456,9
2002	18,1	40,4	228,5	234,4	267,4	105,9	41,3	118,2	42,1	0	3,5	0	1099,8
2003	46,1	39,9	59,4	151,4	115,2	54,1	112,4	79,2	177,7	0,5	0	9,9	845,8
2004	25,4	44,9	110,9	169,8	133,8	143,9	28,2	24	3,1	0	1,4	0	685,4
2005	54,7	51,8	102,8	108,6	112,7	154,6	20	18,5	98,3	2,2	1,9	3	729,1
2006	19,6	25,1	4,4	261	15,4	51,3	232,1	212,1	20,8	3	5,3	32,6	882,7
2007	50,1	254,9	212,6	86,1	4,8	17,6	97	39,8	84,1	8,5	15,4	0	870,9
2008	24,2	51,1	202	136,4	193,8	33	84,8	87	114,3	0	0	6,6	933,2
2009	128,9	55,5	112,3	127,1	92,3	98	108,1	103,2	46,8	0	0,6	29,6	902,4
2010	24,4	131,2	141,5	80,7	89,1	129,6	48,3	88,2	149,1	48,6	0	0	930,7

D'après les résultats du tableau pendant la période 1968–2010, On a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

III.2. Homogénéité de la série pluviométrique:

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

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

On divise la série complète en deux sous séries : **x** et **y** tel que : **N1** et **N2**

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement **N2 > N1**

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

M^r Wilcoxon:

[06]

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

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

$$W_y = |Rang y|$$

W_x : Somme des rangs des sous séries

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N1 + N2 + 1) \times N1 - 1}{2} \right) - 1,96 \times \left(\frac{N1 \times N2 (N1 + N2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right]$$

$$W_{\max} = (N1 + N2 + 1) N1 - W_{\min}$$

Le tableau suivant détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station de **Baghlia** :

Tableau.III.3.Test d'homogénéité.

Rang	Série	Séries Y	Série X	TRI (mm)	Y U X
	d'origine	(mm)	(mm)		
	P (mm)				
1	937,7	937,7	767,1	1359,6	Y
2	953,4	953,4	499,6	1200,4	Y
3	784,4	784,4	1031,2	1180	Y
4	1359,6	1359,6	737,7	1099,8	X
5	1180	1180	567,7	1065,5	Y
6	1200,4	1200,4	620,1	1031,2	X
7	657,1	657,1	456,9	953,4	Y
8	1065,5	1065,5	1099,8	937,7	Y
9	692,2	692,2	845,8	933,2	X
10	684,4	684,4	685,4	930,7	Y
11	626	626	729,1	902,4	X
12	839,2	839,2	882,7	882,7	X
13	763,5	763,5	870,9	870,9	X
14	597,2	597,2	933,2	845,8	Y
15	688,9	688,9	902,4	839,2	Y
16	550,3	550,3		809,1	Y
17	809,1	809,1		784,4	Y
18	750,1	750,1		769,1	X
19	769,1	769,1		767,1	Y
20	596,3	596,3		766,4	Y
21	658,6	658,6		763,5	Y
22	523,8	523,8		750,1	X
23	725,1	725,1		737,7	Y
24	766,4	766,4		734,7	X
25	669,6	669,6		729,1	Y
26	516	516		725,1	Y
27	734,7	734,7		692,2	Y
28	767,1	930,7		688,9	X
29	499,6			685,4	Y
30	1031,2			684,4	Y
31	737,7			669,6	Y
32	567,7			658,6	Y
33	620,1			657,1	Y
34	456,9			626	X
35	1099,8			620,1	Y
36	845,8			597,2	Y
37	685,4			596,3	X
38	729,1			567,7	Y
39	882,7			550,3	Y
40	870,9			523,8	Y
41	933,2			516	X
42	930,7			499,6	X
43	902,4			456,9	X

$W_y = 311$

Avec : $W_{\min} = 247,33$ et $247,33 < W_y < 397,67$

$W_{\max} = 397,67$

La condition de **M^rWilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de **Baghlia** est homogène.

III.3. Etude de l'échantillon:

Quel que soit la loi théorique d'ajustement à un échantillon, le procédé de calcul est même. il consiste à :

- classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant selon qu'on travaille à la fréquence au dépassement ou au non dépassement.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées ;
- calculer la fréquence expérimentale par une formule empirique ;
- Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon à savoir : moyenne, écart type ou coefficient de variation, coefficient d'asymétrie s'il existe.
- Reporter les points sur papier à probabilité appropriée à chaque loi ;
- Tracer la droite ou la courbe théorique appropriée ;
- Lire ou calculer la valeur extrême (quantile), c'est-à-dire la valeur correspondante à une probabilité donnée ;
- Tracer l'adéquation de la loi d'ajustement ;
- Calculer l'intervalle de confiance en générale à 95% sur les caractéristiques empiriques de l'échantillon et sur les valeurs extrêmes.

III.4. Choix du type de loi:

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un teste d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité permet de prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité

que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation soit inférieur à 0,5. (TOUIBIA 2004).

III.5. Ajustement de la série pluviométrique:

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

III.5.1. Ajustement a la loi normale (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

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

(fréquence au non dépassement)

u : la variable réduite de Gauss .Elle est donnée par :

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

La transformation : $x = \bar{x} + \sigma u$ est l'équation de la droite de Henry sur papier à probabilité gaussienne.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **Hyfran**

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de

Baghlia sont regroupés dans le tableau et la figure suivantes :

Caractéristiques de l'échantillon :

Caractéristiques	P min(mm)	P max(mm)	P moy(mm)	Ecart type	Médiane	cv	Cs	Ck
Valeurs	456	1360	779	201	744	0,258	0,896	3,33

Tableau .III.4.Ajustement à la loi de Gauss

Période	fréquence	Pluie(mm)	ecart-type	interv. De conf.
10000.0	0.9999	1530	88.3	1350 - 1700
2000.0	0.9995	1440	79.4	1290 - 1600
1000.0	0.9990	1400	75.4	1250 - 1550
200.0	0.9950	1300	65.1	1170 - 1420
100.0	0.9900	1250	60.3	1130 - 1370
50.0	0.9800	1190	55.2	1080 - 1300
20.0	0.9500	1110	48.0	1020 - 1200
10.0	0.9000	1040	42.1	954 - 1120
5.0	0.8000	948	36.2	877 - 1020
3.0	0.6667	865	32.5	802 - 929
2.0	0.5000	779	31.0	718 - 840
1.4286	0.3000	673	33.2	608 - 738
1.2500	0.2000	610	36.2	538 - 681
1.1111	0.1000	521	42.1	438 - 604
1.0526	0.0500	448	48.0	354 - 542
1.0204	0.0200	365	55.2	257 - 474
1.0101	0.0100	311	60.3	192 - 429
1.0050	0.0050	260	65.1	133 - 388
1.0010	0.0010	157	75.4	9.19 - 305
1.0005	0.0005	117	79.4	-39.1 - 272
1.0001	0.0001	30.4	88.3	-347

Ajustement à la loi
Normale (Maximum de vraisemblance)

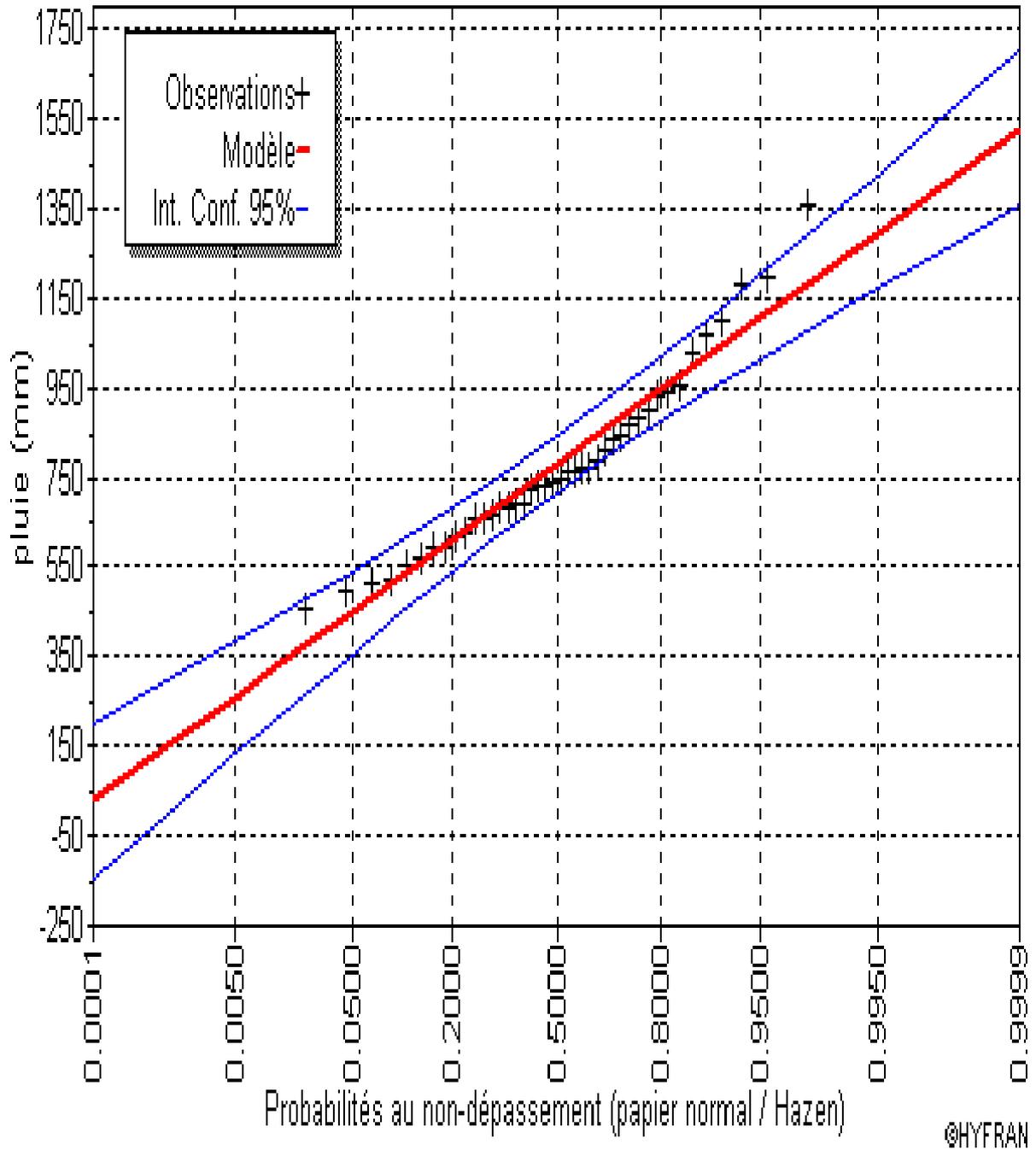


Fig.III.1.Ajustement à une loi normale.

III.5.2.Ajustement a la loi log-normale (Galton):

Une variable aléatoire X a une distribution log-normale lorsque $Y = \ln X$ est normale. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendu dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

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

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Baghliasont regroupés dans le tableau et la figure suivantes:

Tableau.III.5.Ajustement à la loi Log-Normal.

Période	fréquence	Pluie(mm)	écart-type	interv. De conf.
10000.0	0.9999	1900	208	1500 - 2310
2000.0	0.9995	1710	168	1380 - 2040
1000.0	0.9990	1630	152	1330 - 1930
200.0	0.9950	1430	115	1210 - 1660
100.0	0.9900	1350	100	1150 - 1540
50.0	0.9800	1260	85.8	1090 - 1430
20.0	0.9500	1140	67.4	1000 - 1270
10.0	0.9000	1040	54.1	933 - 1140
5.0	0.8000	931	41.7	849 - 1010
3.0	0.6667	841	33.7	774 - 907
2.0	0.5000	755	29.0	698 - 812
1.4286	0.3000	663	27.2	610 - 716
1.2500	0.2000	613	27.4	559 - 667
1.1111	0.1000	549	28.6	493 - 605
1.0526	0.0500	502	29.7	443 - 560
1.0204	0.0200	453	30.9	393 - 514
1.0101	0.0100	424	31.6	362 - 485
1.0050	0.0050	398	32.0	335 - 461
1.0010	0.0010	350	32.6	286 - 414
1.0005	0.0005	333	32.7	269 - 397
1.0001	0.0001	300	32.7	236 - 364

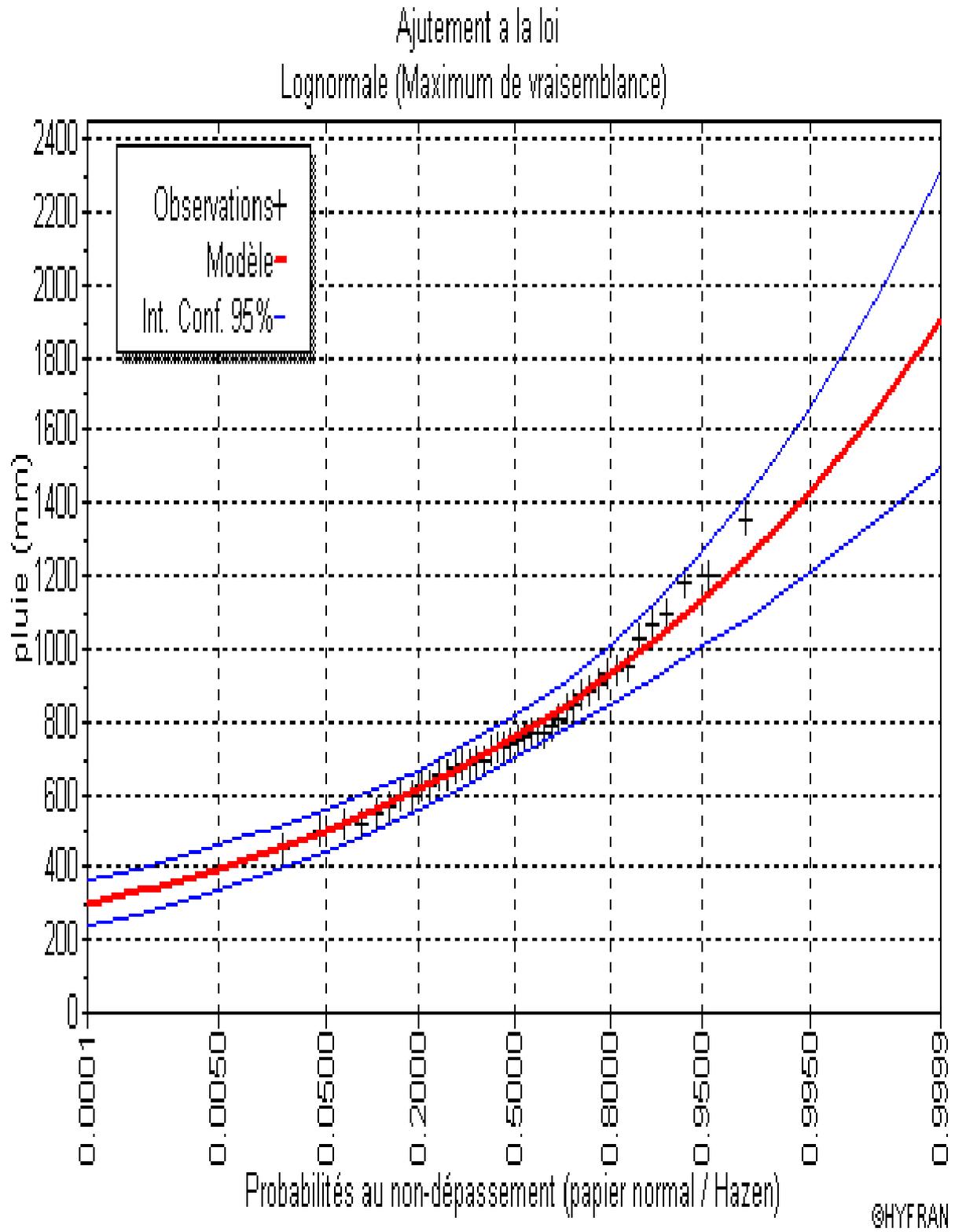


Fig.III.2. Ajustement à une loi log-normale.

III.6. Test de validité d'un ajustement:

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test du Khi carré ' χ^2 '

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour le quel une loi de répartition F(X) a été déterminée.

On divise cet échantillon en un certain nombre de classe K contenant chacune ni valeurs expérimentales. Le nombre Vi est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$V_i = N \int_{x_i}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i+1})]$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire X^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$x^2 \text{ calculée} = \sum_{i=1}^k \frac{(ni - vi)^2}{vi}$$

ni: nombre d'observations contenues dans la classe i.

vi : nombre d'observations théoriques calculés dans la classe i.

$$\gamma = k - 1 - m$$

Avec:

k: nombre de classes.

γ : degré de liberté.

m : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition Donc: $m=2$: pour la loi de **Gumbelet Gauss**

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ

Si cette probabilité est supérieure à 0,05, l'ajustement est satisfaisant.

III.6.1. Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :

Station **Baghlia**

Le test de validité de **Khi** carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel **Hyfran**.

Test d'adéquation: Loi Normale

Résultats

Khi carré = 6,00 = χ^2 calculée

Probabilité p (χ^2 calculée) = 0,3062

Degrés de liberté : $\gamma=5$

Nombre des classes $k=8$

III.6.2. Test de validité de l'ajustement à la loi Log-Normale:

Station **Baghlia**

Test d'adéquation: Loi log-Normale

Résultats

Khi carré = 1,81 = χ^2 calculée

Probabilité p (χ^2 calculée) = 0,8748

Degrés de liberté : $\gamma=5$

Nombre des classes $k=8$

Le test de **Khi** carré et les **Fig.III. 1;** **Fig.III.2.** montrent que la loi Normale présente une adéquation meilleure que la loi log Normale.

Sur la table de **Pearson** χ^2 théorique = 11,07 pour $\alpha = 5\%$ donc

$\chi^2_{calculée} < \chi^2_{théorique}$ (pour les deux lois).

L'adéquation de la loi est bonne autrement dit l'ajustement est bon pour une probabilité $1-\alpha$ soit 95%.

L'ajustement de la loi de **Gauss** aux précipitations annuelles est à considérer.

III.7. Détermination de l'année de calcul:

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

Comme nous sommes dans une région subhumide et que la pratique montre que pour ce type de climat la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80%.

Tableau.III.6.Précipitations mensuelles moyenne.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Annee
Pmoy(mm)	37,69	69,76	112,89	133,53	102,13	97,88	82,18	74,72	51,44	10,36	3,08	8,5	784,16

L'année de calcul est obtenue en appliquant la formule suivante:

$$P_{menseille20\%} = P_{menseilleMoy} * \frac{P_{20\%}}{P_{50\%}}$$

D'après le **Tableau.III.5.**

P80%= 640 mm

P50%= 779 mm

$$\text{Donc le rapport } \left(\frac{P_{20\%}}{P_{50\%}} \right) = 0,82$$

Donc le tableau de l'année de calcul est représenté dans le tableau suivant:

Tableau.III.7.Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Annee
P_{20%} (mm)	30,96	57,31	92,75	109,7	83,91	80,41	67,52	61,39	42,26	8,51	2,53	6,98	644,24

Conclusion:

Au terme de ce chapitre, il vient de conclure que la série pluviométrique représentant la région d'étude est homogène et qu'elle s'ajuste bien à la loi normale.

Les résultats de calcul montrent que

P80% = 640 mm

P50% = 779 mm

CHAPITRE .IV.

Evaluation des besoins des cultures.

VI.1. Définition

Le régime d'irrigation c'est l'ensemble du nombre de doses et des dates d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures cultivées, au cours de toute leur période de végétation, dans le but de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.

VI.2. Besoins en eau des cultures

La première étape de l'établissement d'un projet d'irrigation consiste à déterminer les besoins en eau des cultures.

En termes généraux, le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale.

De façon précise, le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans les conditions optimales de sol ; ces dernière consistent en une fertilité et une humidité suffisante pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré. Ce besoin en eau est appelé <<évapotranspiration maximum>> E.T.M

VI.3. Détermination de l'évapotranspiration**VI.3.1. Définition**

La quantité d'eau donnée à la plante n'est pas entièrement absorbée, l'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol dont l'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation.

On distingue deux types d'évapotranspiration:

a)Evapotranspiration potentielle ETP

L'évapotranspiration potentielle ETP définie comme l'ensemble des perte en eau d'un couvert végétal abondant bien alimenté en eau lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère)est le seul facteur qui limite cette évaporation .

On peut aussi définir l'ETP comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal présentant un développement foliaire maximum (un stade de pleine croissance) couvrant bien le sol ; ce dernier étant à la capacité au champ.

b) Evapotranspiration réelle ETR

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet) chaque parcelle va perdre par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle ETR. Celle-ci pour a bien sur être inférieure ou égal à l' ETP.

VI.3.2. Facteurs limitant l'évapotranspiration réelle ETR

L'ETR dépend principalement de trios facteurs:

a)le climat: la pluviométrie, insolation, luminosité, humidité relative et la température.....

b) la plante:à savoir

- Nature de la plante (la plante elle-même)
- Phase de croissance de la plante
- Densité de la couverture végétale

c) le sol:principalement la texture.

VI.3.3. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration

On distingue généralement deux méthodes:

a)les méthodes directes:

1. l'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique: l'appareil sert à mesurer

l'évapotranspiration en un lieu donné du sol nu ou plus généralement d'un couvert végétal.

2. l'évaporomètre piche: il s'agit d'un tube de verre rempli d'eau et fermé à son extrémité inférieure par une rondelle de papier buvard; la tranche d'eau évaporée à partir de celle-ci se lit directement sur les graduations du tube.

3. le bac évaporant: cet appareil très simple, permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. sous réserve qu'il soit correctement installé, il permet d'obtenir une bonne estimation de l'ETP.

b) les méthodes indirectes:

Ces méthodes permettent de calculer l'ETP à partir des formules ne comportant que des données climatiques. Celles-ci ont l'avantage d'être en général assez facilement dans de nombreuses régions.

Parmi ces formules, on peut citer: formule de turc, blaney criddle, penman, mais ces formules ne peut pas toutes équivalentes, leurs représentatives varies selon les paramètres utilisés et des régions climatiques ou elles ont été établies.

-les formules les plus utilisées en Algérie sont celles de:

Blaney–criddle (U.S.A 1945); turc (France 1960) et Penman (Angleterre 1948).pour notre étude;on va utiliser celle de Penman.

VI.3.4. Calcul de l'évapotranspiration par la Formule de Penman

Pour calculer l'ETP au pas de temps journalier, il est préférable d'utiliser la formule de Penman-Monteth, cette formule a pour avantage, au pas de temps journalier, de mieux prendre en compte, que celle de Penman, l'effet de la turbulence due au vent.

La formule est la suivante :

$$ETP = p'(t) \cdot \frac{Rn}{L} + \gamma \cdot \frac{Ea}{P(t) + \gamma}$$

Avec :

Rn : rayonnement net « climatique

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

L : chaleur latente de vaporisation ($2,5 \cdot 10^6$ J/Kg)

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

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

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

Tableau IV.1. Évapotranspiration en mm / jour

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET _o
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	9.8	16.4	66	3.7	5.0	8.8	2.20
Février	9.4	16.4	68	3.4	6.7	12.6	2.37
Mars	10.6	17.6	62	3.0	7.3	16.2	3.11
Avril	11.9	19.1	60	3.4	8.6	20.7	4.03
Mai	14.8	21.5	65	2.9	8.8	22.6	4.34
Juin	18.3	24.8	65	2.7	9.9	24.7	5.05
Juillet	21.0	27.4	56	2.8	10.4	25.0	5.92
Août	22.3	29.1	62	2.6	9.7	22.7	5.47
Septembre	19.9	26.5	68	2.8	8.5	18.6	4.27
Octobre	17.3	24.6	67	2.6	7.4	14.1	3.28
Novembre	13.1	19.9	66	3.5	5.5	9.6	2.60
Décembre	10.8	17.4	63	4.1	4.6	7.8	2.47
Moyenne	14.9	21.7	64	3.1	7.7	16.9	3.76

VI.4 .Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT 4.3 nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, ect...

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

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

Les valeurs mensuelles de $P_{20\%}$ et P_{eff} sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau. IV.2. : Précipitation efficaces dans la zone de projet

Mois	Pluie20%	Pluie eff.
	mm	mm
Janvier	83.9	67.1
Février	80.4	64.3
Mars	67.5	54.0
Avril	61.4	49.1
Mai	42.3	33.8
Juin	8.5	6.8
Juillet	2.5	2.0
Août	7.0	5.6
Septembre	31.0	24.8
Octobre	57.3	45.8
Novembre	92.8	74.2
Décembre	109.7	87.8
Total	644.2	515.4

VI.5. Détermination des besoins en eau d'irrigation

VI.5.1. Définition

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

VI.5.2 Calcul des besoins en eau d'irrigation

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

RFU : réserve facilement utilisable

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

Y : degré de tarissement

Da : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H_{cc} : humidité à la capacité au champ

H_{pf} : humidité au point de flétrissement

Pe_{eff} : pluie efficace

L'irrigation est faite lorsque B > 0.

Pour déterminer l ETP on utilisé le logiciel cropwat et le RFU se fait manuellement

Donc : $RFU = Y(H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z$

Tableau. IV.3.Calcul de RFU

les données	vignes	agrumes
H _{cc} (%)	19,33	19,33
H _{pf} (%)	8,67	8,67
Y	2/3	2/3
Z(m)	0,5	0,8
RFU (mm)	35,33	56,85

Les résultats de calcul pour les agrumes et les vignes sont représentés dans les deux tableaux suivants:

Tableau. IV.4.Evapotranspiration et besoins d'irrigation des agrumes

AGRUMES	ETO mm\mois	Pe _{eff} mm	K _c	ETO*K _c mm\mois	RFU mm	besoin (mm)	Eff	B brut mm
Sep	128,1	24,8	0,65	83,265	56,85	1,615	0,85	1,9
Oct.	98,4	45,8	0,65	63,96	0	/	0,85	/
Nov	78	74,2	0,67	52,26	0	/	0,85	/
Déc.	74,1	87,8	0,68	50,388	0	/	0,85	/
Jan	66	67,1	0,7	46,2	0	/	0,85	/
Fév.	71,1	64,3	0,72	51,192	0	/	0,85	/
Mar	93,3	54	0,73	68,109	0	/	0,85	/
Avr	120,9	49,1	0,75	90,675	0	/	0,85	
Mai	130,2	33,8	0,74	96,348	56,85	5,689	0,85	6,693
Juin	151,5	6,8	0,72	109,08	56,85	45,43	0,85	53,447
juil.	177,6	2	0,68	120,768	56,85	61,918	0,85	72,844
Aout	164,1	5,6	0,65	106,665	56,85	44,215	0,85	52,017
Total								186,901

Tableau. IV.5. Evapotranspiration et besoins d'irrigation des vignes

Vignes	ETO mois\mm	Pe _{eff} mm	K _c	ETO*K _c mm\mois	RFU mm	besoin (mm)	Eff	B brut mm
Sep	128,1	24,8	0,85	108,885	35,33	48,755	0,85	57,359
Oct.	98,4	45,8	0,85	83,64	35,33	2,51	0,85	2,953
Nov	78	74,2	0,83	64,74	0	/	0,85	/
Déc.	74,1	87,8	0,58	42,978	0	/	0,85	/
Jan	66	67,1	0,4	26,4	0	/	0,85	/
Fév.	71,1	64,3	0,4	28,44	0	/	0,85	/
Mar	93,3	54	0,4	37,32	0	/	0,85	/
Avr	120,9	49,1	0,4	48,36	0	/	0,85	/
Mai	130,2	33,8	0,4	52,08	0	/	0,85	/
Juin	151,5	6,8	0,63	95,445	35,33	137,575	0,85	161,853
juil.	177,6	2	0,84	149,184	35,33	111,854	0,85	131,593
Aout	164,1	5,6	0,85	139,485	35,33	98,555	0,85	115,947
Total								469,971

D'après les tableaux ; le mois de pointe est le mois d'Aout

Les besoins journaliers en eau d'irrigation localisée en été calculé comme suit :

$$ETM_{loc} = K_r \cdot ETM$$

Avec :

K_r : Coefficient de réduction, tel que :

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

C_s : Couverture du sol ; pour les vignes $C_s = 60\%$

➤ **Les Besoins:**

Remarque : les résultats des calculs sont représentés dans le tableau qui va suivre (Tableau. IV.5)

➤ **Les besoins d'irrigation nets**

Le besoin d'irrigation, B_{net} , est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

➤ **Les besoins d'irrigation bruts**

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

$$B_{rut} = B_{net} \cdot R_p + L \cdot R$$

R_p : Rendement de l'irrigation à la parcelle.

L_R : Besoins supplémentaires en eau pour le lessivage du sol.

$$R_p = \frac{E \cdot cu}{100}$$

Avec :

E : L'efficacité de l'arrosage, dépend de la texture du sol.

cu : Coefficient d'uniformité ($cu < 1$).

En première approximation, certains auteurs proposent de fixer à 10% des besoins nets la quantité d'eau supplémentaire que nécessitent le lessivage et les pertes inévitables par percolation profonde.

➤ **Le pourcentage du sol humidifié**

Le pourcentage du sol humidifié est déterminé soit :

- Selon l'écartement entre les rampes et la texture du sol
- En appliquant la formule suivante :

$$\frac{P}{100} = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot Sh}{Sa \cdot Sr}$$

Avec :

- P : Pourcentage du sol humidifié ;
 n : Nombre de points de distribution par arbre ;
 S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ;
 Sh : Largeur de la bande humidifiée ;
 Sr : Ecartement entre rangs d'arbres ;
 Sa : Espacement des arbres sur les rangs.

➤ **Doses d'arrosage****1. Dose d'arrosage nette**

La dose d'arrosage maximale nette qui peut être apportée par arrosage, mais en tenant compte du fait que seule une partie du volume de sol est humidifiée.

$$D_{nette} = (H_{CC} - H_{pb}) \cdot y \cdot Z \cdot \frac{P}{100}$$

Avec :

- D_{nette} : Quantité (hauteur d'eau maximale à apporter par arrosage (mm)).
 H_{CC} : Humidité à la capacité de rétention (mm/m) ;
 H_{pb} : Humidité au point de flétrissement (mm/m) ;
 Y : Degrés d'extraction de l'eau du sol (%) ;
 Z : Profondeur d'enracinement (m) ;
 P : pourcentage du sol humidifié.

2. Dose brute :

C'est le volume d'eau d'irrigation nécessaire en pratique . B_{net} et B_{brut} sont liées par l'équation suivante la dose brute d'arrosage dépend en fait de l'uniformité de l'irrigation et de l'efficience du réseau

$$Dose\ brut = \frac{D_{nette}}{\eta \times Cu}$$

tel que :

η : Rendement d'irrigation = 0.9

C_u : Coefficient d'uniformité d'arrosage

➤ **Fréquence d'arrosage :**

La fréquence ou espacement entre deux arrosages. Cette valeur dépend de la transpiration journalière moyenne dans la période de pointe des cultures et de la dose appliquée à chaque arrosage.

- La fréquence minimale des arrosages.

Elle représente l'espacement maximal entre arrosage.

$$F_{\text{mini}} = \frac{D_{\text{nette}}}{ETM_{\text{loc}}}$$

➤ **Dure d'arrosage :**

$$d = \frac{D_{\text{brut}} \cdot S_d \cdot S_1}{Q_d} \text{ (heures)}$$

Avec :

S_d : L'espacement des distributeurs sur la rampe ;

S_1 : L'écartement entre les rampes ;

Q_d : Débit du distributeur en l/h.

$$\text{L'irrigation journalière sera : } D_j = \frac{D_{\text{ure}}}{F}$$

Tableau. IV.6. Calcul des besoins et les doses d'irrigation

Cultures	Vignes	Agrumes
Superficie (ha)	40	35
Kr	0,8	0,8
ETM (mm/j)	4,972	3,221
ETM loc. (mm/j)	3,978	3,221
B net (mm/j)	4,386	2,428
B brut (mm/j)	5,333	2,965
D net (mm)	7,066	11,37
D brut (mm)	9,81	15,79
d arrosage (h)	2	2
F min (jour)	2	4
Dj (h)	3	3

VI.5.3. Calcul des débits à transiter par le réseau collectif :

VI.5.3.1. Débits spécifiques :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.

Le débit spécifique ou débit fictif continu représente le débit qui devra être véhiculé par le système d'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des cultures durant le mois de pointe pendant un nombre fixe d'heures par jour et pour une surface d'un hectare. Ce débit est donné par la relation

suivante :

$$q_s = \frac{B}{T * t * k * 3,6} \quad (l/s/ha)$$

Avec :

B : besoins mensuels nets en eau des cultures (m³/ha) ;

T : durée de l'irrigation en jours (T = 31 jours) ;

t : durée de l'irrigation en heures par jour (t = 24h) ;

K : Coefficient correcteur du débit $\approx 0,75$ (car l'irrigation ne se fait pas en 24h/24h).

$$q_s = \frac{4699,71}{31.24.0,75.3,6} = 2,34 \quad (l/s/ha)$$

Le débit spécifique : $q_s = 2,34$ l/s/h est supérieur à 1,5 l/s/ha donc le choix reste pas valable. Donc on calcul débit spécifique du mois de pointe.

- Le mois de pointe est juin et les besoins de pointe sont de 161,853mm

Le débit spécifique :

$$q_s = \frac{1618,53}{31.24.0,75.3,6} = 0,81 \text{ (l/s/ha)}$$

$q_s = 0.81 \text{ l/s/ha}$ est inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix est valable.

VI.5.3.2. Débits caractéristiques :

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, déterminé en multipliant le débit spécifique de pointe par la surface agricole utile.

$$Q = q * S$$

Q : Débit caractéristique en (l/s).

q : Débit spécifique de pointe d'îlots (l/s/ha).

S : Surface de l'îlot (ha).

Pour agrumes : $Q = 0,81 * 35 = 28,35 \text{ (l/s)}$

Pour vignes : $Q = 0,81 * 40 = 32,2 \text{ (l/s)}$

Conclusion

L'étude qui a été faite au niveau de notre région dans le but de déterminer la méthode de calcul de l'évapotranspiration la plus favorable (méthode de Penman qui prend en considération les principaux facteurs climatiques), la connaissance des apports, des pertes d'eau et les besoins en eau des plantes, nous ont permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour les arboricultures.

CHAPITRE .V.

**Dimensionnement d'un réseau en
goutte a goutte .**

Introduction

Dès l'antiquité, il fut observé que l'apport d'eau aux plantes à très faible dose et de manière répétée donnait des résultats spectaculaires. De nombreux documents attestent l'utilisation, par les anciens, de jarres poreuses en terre cuite, les cultivateurs remplissaient les jarres d'eau et celles-ci libéraient pendant plusieurs jours, par suintement, une très faible quantité d'eau, le goutte à goutte était inventé.

Si l'idée est ancienne, l'utilisation à l'échelle industrielle ne remonte qu'aux années 1960. En effet, le goutte à goutte implique un réseau dense de conduites de faible diamètre sur les quelles sont montés des dispositifs calibrés capables de réduire la pression : les goutteurs. En maraîchage, par exemple, on peut avoir jusqu'à 6000 mètres de rampes et 15000 goutteurs à l'hectare.

C'est le développement de l'industrie des plastiques, dans la période après-guerre, qu'a permis de livrer sur le marché les éléments du goutte à goutte à un prix très compétitif.

V.1. Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte

Chaque parcelle doit être équipée d'un réseau composé d'une unité de tête qui est l'élément essentiel de tout réseau d'irrigation localisée. L'installation de tête a pour but de fournir de l'eau propre, éventuellement enrichie et traitée chimiquement, sous une pression régulée, et de la distribuer successivement vers tous les secteurs à irriguer.

Cette unité reliée au point de fourniture de l'eau, est généralement constituée des éléments suivants :

- ❖ Groupe de pompage ;
- ❖ Vanne ;
- ❖ Filtre à sable ;
- ❖ Débit mètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du bassin.
- ❖ Régulateur de pression : pour régler la pression ;
- ❖ Porte- rampes d'arrosage ;
- ❖ Conduites principales enterrées ;
- ❖ Rampe menue des goutteurs d'un écartement fixe selon le mode de plantation des cultures.

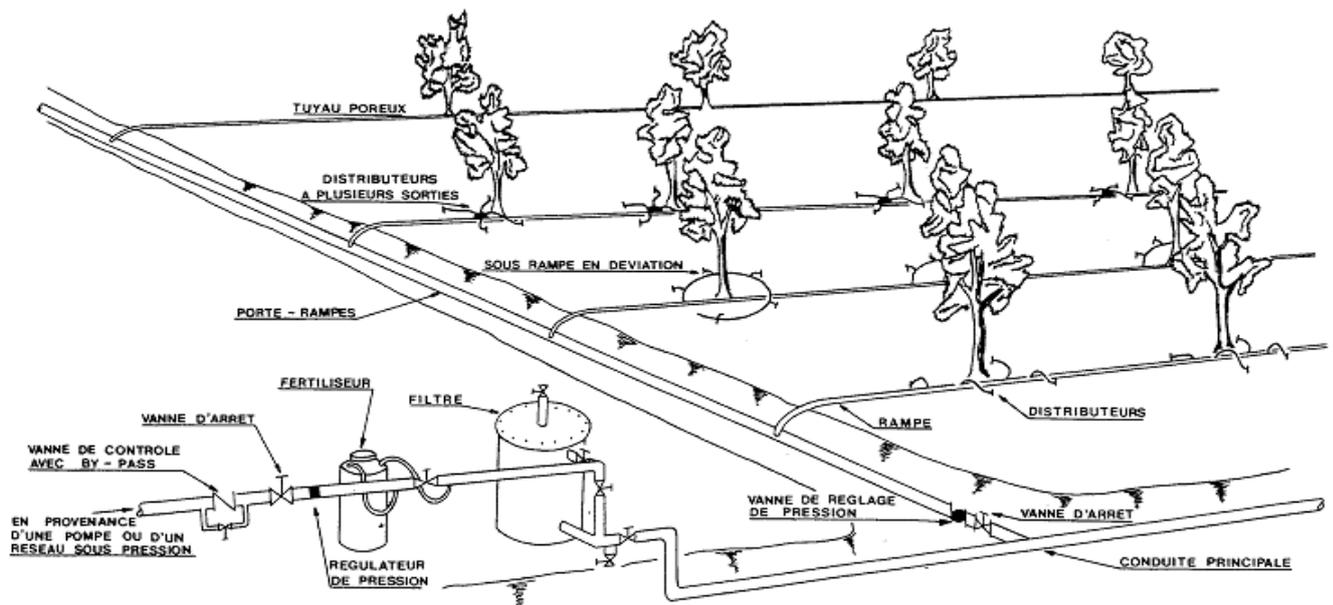


Fig .V.1.Parties essentielles d'un réseau de micro-irrigation

Le groupe de pompage est mis à la sortie du bassin d'accumulation, il peut être soit :

V.1.1. Filtre à sable

Le filtre à sable est une cuve à pression remplie d'une épaisse couche de sable calibrée qui arrête les éléments solides en suspension dans l'eau qui la traverse, il est indispensable pour arrêter les éléments organiques. Le sable peut être roulé ou concassé. Le sable peut être roulé d'une seule granulométrie, permet une filtration plus homogène. Pour un bon fonctionnement, le filtre doit retenir les particules de granulométrie supérieure à 1/7 de la plus petite dimension de passage de l'eau dans le distributeur.

V.1.2. Filtre à tamis

C'est une cuve à pression contenant une paroi filtrante au tamis en plastique ou en acier inox, dont les mailles varient de 80 à 150 μ , les particules de dimension supérieures à cette maille sont arrêtées par le tamis.

V.1.3. Régulateur de pression

Il permet de contrôler la pression en tête et la conduite principale.

V.1.4. Les goutteurs

Les goutteurs apportent l'eau à la surface du sol de manière ponctuelle.

Le rôle des goutteurs est de fournir un faible débit (quelques litres par heure). La pression de l'eau est dissipée dans le goutteur puis l'eau est évacuée à l'extérieur à pression nulle.

Au niveau de chaque poste on dénombre deux goutteurs par arbre d'un débit égal à 4 l/h pour chacun.

V.1.5. Les distributeurs

En irrigation localisée, l'eau est transportée le long des rangées des cultures et distribuée au voisinage des plantes.

Les distributeurs apportent l'eau au niveau du sol :

- ✓ ponctuellement : les goutteurs
- ✓ en diffusion : les mini diffuseurs
- ✓ linéairement : les gaines perforées

V.1.6. Les rampes et les portes rampe

La plupart des conduites en plastiques utilisées en irrigation sont fabriquées à partir des quatre matériaux suivants :

- Le chlorure de polyvinyle PVC ;
- le polyéthylène PE, de basse densité (PEBD) ou de haute densité (PEHD) ;
- le polypropylène PP ;
- l'acrylonitrile-butadiène styrène, ABS

Parmi eux, le PEBD et le PEHD sont les plus utilisés en irrigation localisée, en raison de sa plus grande résistance à la pression, le PVC est le plus économique dans les gros diamètres, alors que les PE (moins résistants) sont surtout utilisés en petits diamètres, pour les rampes et parfois les portes-rampe.

a. Les rampes

La plupart des rampes sont en tuyaux PE noir de basse densité (PEBD). Ce matériau est flexible et pas trop sensible au soleil, ce qui est important car les rampes sont posées à la surface du sol.

Les diamètres intérieurs vont de 05 à 25 mm, mais les plus courants sont 10, 12, 15 et 16 mm. L'épaisseur de parois est de 03 ou 04 mm suivant la pression (la pression de l'eau dans le tuyau réduit le risque de « craquage », mais il faut faire attention pendant la pause car il est très facile d'endommager les tuyaux lors de leur déroulement).

Les craquelures des tuyaux PE constituer de plusieurs fentes longitudinales peuvent être un problème lorsqu'on utilise les raccords cannelés extérieurement, c'est le cas des distributeurs en ligne lorsque le diamètre extérieur de la cannelure du distributeur est trop grand par rapport au diamètre du tuyau utilisé pour constituer la rampe.

b. Les porte-rampes

Les porte-rampes sont en PE ou en PVC, de 20 à 80 mm de diamètre, la majorité entre 20 et 50 mm de diamètre intérieur, le choix du diamètre dépend en partie du calcul hydraulique en partie du type de raccordement aux rampes parfois le porte-rampe sera d'un diamètre supérieur au diamètre nécessaire du point de vue hydraulique surtout si la rampe pénètre simplement par pression dans un trou réalisé dans la paroi du porte-rampe.

V.1.7. Les conduites principales

Elles sont semblables en irrigation localisée à ce qu'elles sont en aspersion classique, mais peuvent être plus petites et d'une pression inférieure en raison de l'utilisation des débits et des pressions plus faibles.

Dans les petits réseaux on peut utiliser des tuyaux PE mais il est plus fréquent de les faire en PVC.

Elles relient le bassin d'irrigation au reste de l'installation au moyen des vannes. Tout au long de son parcours elle alimente les porte-rampes.

V.2. Conduite d'amenée :

La conduite d'amenée, achemine l'eau gravitaire depuis le barrage jusqu'à le réservoir pris de périmètre.

La conduite est en acier caractériser par :

- un diamètre de $\varnothing 500$ mm
- une longueur de 3764m
- un débit de $0,54 m^3 /s$

V.3. Calcul de l'installation

V.3.1. Pour les vignes :

➤ Nombre de postes

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

Avec :

T_{\max} : temps maximum journalier de travail ;

T_F : L'irrigation journalière.

Théoriquement on prend une durée de travail de 20h ce qui donne :

$$N(p) : = \frac{18}{3} = 6 \text{ blocks.}$$

➤ **Surface correspondant à une rampe**

Elle est donnée par :

Al = longueur moyenne de la rampe * espacement entre rampes.

➤ **Nombre de rampes par poste**

Il est calculé par :

$$N(r) = \frac{\text{surface du poste}}{Al}$$

$$\text{Ou bien } N(r) = \frac{L}{Sr}$$

L : longueur de parcelle ;

Sr : espacement entre rampes.

On trouve les résultats suivants

Tableau .V.1. Caractéristiques générales du réseau localisé

Postes	Superficie (ha)	Rampes		N°bre de goutteurs	N°bre d'arbres
		Nbre	Longueur (m)		
Poste N°1, 2, 3, 4, 5, 6	6,67	150	222	33300	16650
Total	40	900		199800	99900

V.3.1.1. Le débit d'installation

Le débit de l'installation est calculé par la formule suivante :

$$Q = \frac{S}{N} \cdot \frac{D_{brut}}{d} \cdot 10$$

Avec :

Q = Débit de l'installation en m^3/h ;

S = Surface totale à irriguer en ha ;

N = Nombre de parcelles ;

D_{brut} = Dose brute en mm ;

d = Durée d'arrosage en heures.

Donc :

$$Q = \frac{40}{6} \cdot \frac{9,81}{7} \cdot 10 = 93,43 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q = 93428 \text{ l/h}.$$

V.3.1.2 Calcul hydraulique du réseau

V.3.1.2.2. Conditions hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

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

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

Avec :

$q(g)$: débit nominal du goutteur ;

$H(n)$: pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H(\text{max})}{10}$$

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

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : $p.c.s = 10\% \cdot \Delta H = 0.2 \text{ m}$

Perte de charge linéaire : $p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$

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

2/3 sur les rampes $P.d.c (r) = 1,2 \text{ m c e}$.

V.3.1.2.3. Calcul de la rampe

➤ Débit de la rampe

Le débit d'une rampe est donné par la relation :

$$Q_R = N_G \cdot Q_G \quad (1)$$

Avec :

Q_R = Débit de la rampe en l / h ;

N_G = Nombre de goutteurs par rampe ;

Q_G = Débit d'un goutteur en l / h.

Le débit de la rampe varie donc selon le nombre de goutteurs sur la rampe, c'est à dire suivant le nombre d'arbres et la longueur de la rampe.

➤ Le diamètre

Le diamètre est calculé d'après la suivante :

On propose que les rampes en PEBD

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

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.

➤ La perte de charge

La perte de charge est déterminée après le choix du diamètre par suivante :

$$J_r = \frac{0,478}{2,75} \cdot D r^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L r \quad (3)$$

Tel que :

J = Perte de charge en m ;

D = Diamètre en mm ;

Q = Le débit en l / h ;

L = Longueur en m.

V.3.1.2.4. Calcul du porte-rampe

➤ Débit du porte-rampe

Le débit d'un porte- rampe est calculé par la relation

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R.$$

Avec :

Q_{PR} = Débit du porte rampe en l / h ;

N_R = Nombre de rampes ;

Q_R = Débit d'une rampe en l / h.

➤ **Le diamètre**

Le diamètre du porte rampe est calculé par la formule (1)

On propose que les porte-rampes en PEBD

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

➤ **La perte de charge**

Elle est calculée après avoir déterminé le diamètre par la formule. (2)

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L$$

- Les résultats de calcul des différents postes sont représentés dans le **Tableau.V.2.**

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

N° Poste	Rampes						Porte- rampes					
	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J m.c.e	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J m.c.e
Poste	19,6	20	222	444	0,4	1,1	153,2	180	300	66600	0,73	0,28

Pour le diamètre de la rampe, on choisit le 16mm en raison de commodité et disponibilité sur le marché.

V.3.1.2.5. La conduite secondaire :

➤ **Le débit**

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule (1)

$$Q_{c.p} = N_G \cdot Q_G$$

N_G : nombre de gouteurs totale

Q_G = Débit d'un gouteur en l / h

➤ **La longueur :**

ona : L_{C,S} = 444 m

➤ **Le diamètre :**

Le diamètre de la conduite secondaire est calculé D'après la formule de « Bonin »

On dimensionne la conduite pour irriguer quatre postes à la fois

Donc Le débit de la conduite principale est de :

$$Q_{c.s} = 223204 \text{ l/h}$$

➤ **Le diamètre :**

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite secondaire est :

$$\varnothing = \sqrt{Q} \quad (4)$$

Q ; débit en m^3/s

$$\varnothing = \sqrt{0,062} = 249 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 250mm.

➤ **La perte de charge**

Elle est donnée par : (2)

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 500^{-4,75} \cdot 223204^{1,75} \cdot 444 = 0,26 \text{ m.c.e.}$$

Donc la perte de charge de la conduite secondaire $P.d.c = 0,25 \text{ m.c.e.}$

➤ **La vitesse :**

La vitesse pour tous les éléments du réseau est donnée par :

$$Q = V \cdot S \quad V = \frac{Q}{S} ; S = \frac{\pi d^2}{4} \quad V = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$V = 1,13 \text{ m/s}$$

V3.2. Pour les agrumes:

➤ **Nombre de postes**

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

Avec :

T_{\max} : temps maximum journalier de travail ;

T_F : L'irrigation journalière.

Théoriquement on prend une durée de travail de 20h ce qui donne :

$$N(p) := \frac{18}{3} = 6 \text{ blocks.}$$

Tableau V.3.Caractéristiques générales du réseau localisé

Postes	Superficie (ha)	Rampes		N°bre de goutteurs	N°bre d'arbres
		Nbre	Longueur (m)		
Poste N°1, 2, 3, 4, 5,6	5,83	62	233	7222	3611
Total	35	372		43332	21666

V.3.2.1. Le débit d'installation

Le débit de l'installation est calculé par la formule suivante :

$$Q = \frac{S}{N} \cdot \frac{D_{brut}}{d} \cdot 10$$

Avec :

Q = Débit de l'installation en m³/h ;

S = Surface totale à irriguer en ha ;

N = Nombre de parcelles ;

D_{brut} = Dose brute en mm ;

d = Durée d'arrosage en heures.

Donc :

$$Q = \frac{35}{6} \cdot \frac{15,79}{11} \cdot 10 = 83,73 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q = 83730 \text{ l/h}.$$

V.3.2.2. Calcul hydraulique du réseau**IV.3.2.2.1. Conditions hydrauliques**

H (n) : pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H (\text{max})}{10}$$

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

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : $p.c.s = 10\% \cdot \Delta H = 0.2 \text{ m}$

Perte de charge linéaire : $p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$

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.

V.3.2.2.2. Calcul de la rampe

➤ Débit de la rampe

Le débit d'une rampe est donné par la relation :

$$Q_R = N_G \cdot Q_G$$

➤ Le diamètre

Le diamètre est calculé d'après la formule (2)

➤ La perte de charge

La perte de charge est déterminée après le choix du diamètre par la formule (3)

V.3.2.2.3. Calcul du porte-rampe

➤ Débit du porte-rampe

Le débit d'un porte- rampe est calculé par la relation

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R.$$

➤ Le diamètre

Le diamètre du porte rampe est calculé par la formule (2)

➤ La perte de charge

Elle est calculée après avoir déterminé le diamètre par la formule (3)

- Les résultats de calcul des différents postes son représentés dans le **Tableau V.4.**

Tableau V.4 .Résultats de calcul théorique du réseau localisé

N°Poste	Rampes						Porte- rampes					
	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J m.c.e	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (mm)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)
Poste	20,2	20	233	466	0,42	1,2	108,4	125	250	28892	0,65	0,31

V.3.2.2.4. La conduite secondaire :

➤ Le débit

Le débit de la conduite secondaire est calculé par la formule

$$Q_{c.s} = N_G \cdot Q_G$$

➤ La longueur :

On a : $L_{C,P} = 1010$ m

➤ Le Débit :

Le diamètre de la conduite secondaire est calculé D'après la formule de « Bonin »

On dimensionne la conduite pour irriguer quatre postes à la fois

Donc Le débit de la conduite secondaire est de :

$$Q_{c.p} = 4 \cdot 43332 = 173328 \text{ l/h} = 48,15 \text{ l/s}$$

➤ Le diamètre :

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite secondaire est :

$$\varnothing = \sqrt[3]{Q} \quad (04)$$

Q ; débit en m^3/s

$$\varnothing = \sqrt[3]{48,15 \cdot 10^{-3}} = 219 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 225 mm.

➤ **La perte de charge**

Elle est donnée par la formule (3)

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 225^{-4,75} \cdot 173328^{1,75} \cdot 1010 = 0,8 \text{ m.c.e.}$$

Donc la perte de charge de la conduite secondaire $P.d.c = 1,74 \text{ m.c.e.}$

➤ **La vitesse :**

La vitesse pour tous les éléments du réseau est donnée par :

$$Q = V \cdot S$$

$$V = \frac{Q}{S} \quad S = \frac{\pi d^2}{4} \quad V = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$V = 1,21 \text{ m/s}$$

V.4. La conduite principale:

La conduite principale acheminée l'eau de réservoir vers les conduites secondaires avec un débit qui égale à la somme de débits de ces conduites ;

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

Le calcul se fait avec la formule Darcy-Weisbakh

$$\Delta H_t = \frac{K' * L_e * Q^\beta}{D_{av}^m}$$

- ΔH_t : Perte de charge totale (m)
- K' : Coefficient de frottement
- L_e : Longueur équivalente de la conduite (m)

$$L_e = L_g + L_{ee}$$

- L_g : Longueur géométrique de la conduite (m)
- L_{ee} : Longueur équivalente des pertes de charge singulière (m)

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à 15% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_t = 1,15 * \Delta H^{lin}$$

$$L_e = 1,15 * L_g$$

- Q : Débit véhiculé par la conduite (m^3/s) ;

- D_{av} : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;
- b : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- m : Exposant tenant compte du type du matériau.

Selon le type de matériau les coefficients K' , m et b sont donnés dans : **Tableau V.5**

Tableau V.5. Coefficients K' , m , β pour différents types de tuyau

Tuyau	K'	m	β
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
PEHD	0,001052	4,772	2

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q^\beta}{\Delta H_i}}$$

Pour notre étude, on prend : $K' = 0,001052$; $\beta = 2$; $m = 4,772$

Les résultats de calcul sont représentés dans : **Tableau. V.6.**

Tableau V.6 . Caractéristiques de la conduite principale

Tronçon	Q	V	L_{eq}	ΔH	D_{calc}	D_{norm}
	(m^3/s)	(m/s)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)
Réservoir vers Réseau	0.27	0,94	110	2,4	306	315

V.4.1. La pression en tête de l'installation

Elle est calculée à partir du point le plus défavorable

$$P = P_G + J(R) + J(PR) + J_{tot} + P_{Fi}$$

Avec :

P = Pression entête de l'installation en m ;

P_G = Pression d'un goutteur = 1 bar ;

$J(R)$ = perte de charge dans la rampe en m ;

$J(PR)$ = Perte de charge dans le porte- rampe ;

P_{Fi} : la perte de charge dans le filtre ;

J_{tot} = Perte de charge totale ; $J_{tot} = (1.1 \div 1.15) * J_{lin}$.

J_{lin} = Perte de charge linéaire en m ; tel que : $J_{lin} = J(CP) + J_{cs} + J_R$

Tel que :

$J(CP)$ = Perte de charge dans la conduite principale en m ;

J_{FE} = Perte de charge dans la conduite reliant le de réservoir et la conduite principale en m ;

Donc :

$$P = P_G + J_R + J_{PR} + 1,15(J_{CP} + J_{CS} + J_R) + J_{FI}$$

AN :

$P_1 = 15,04 \text{ m c e}$ \longrightarrow pour la 1 parcelle

$P_2 = 16,41 \text{ m c e}$ \longrightarrow pour la 2 parcelle

V.5. Réservoir

Le réservoir de régulation est alimenté à partir de barrage

$$V = Q * t + V_1$$

V : volume de réservoir

Q : débit de la conduite principale

t : temps d'arrosage

V_1 : volume d'incendie égale à 20 m^3

$$V = 552 \text{ m}^3$$

Conclusion :

Dans ce chapitre on a fait la description sur les caractéristiques générales du réseau, et puis on a déterminé les débits, les diamètres et les pertes de charge qui nous assurent L'écoulement dans ces conduites à des diamètres normalisés

CHAPITRE .VI

Evaluation du cout de projet.

Introduction :

Les devis proposés à l'irrigant sont actuellement très fluctuants pour une même parcelle ; ceci est dû :

- ☞ A l'importance de l'installation de tête : filtration selon la nature des eaux et matériel de fertilisation ;
- ☞ Au coût du matériel selon les entreprises ;
- ☞ Aux services fournis par l'entreprise.

Certains devis ne comportent que la fourniture et parfois des fouilles, la pose, le montage du réseau et parfois des différentes pièces des goutteurs étant à la charge de l'exploitant.

D'autre part, prévoient non seulement une part de l'installation, mais aussi une certaine assistance de maintenance du réseau.

L'objectif de ce chapitre est donc l'évaluation du coût estimatif de notre projet.

VI.1. Devis du réseau d'irrigation en goutte à goutte :**VI.1.2. Dépenses des équipements :**

Les prix unitaires des pièces et accessoires sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau .VI.1.Facture des pièces de réseau d'irrigation localisée :

Pièces	Prix unitaire (DA)	Unité de mesure	Quantité	Total
Tube Ø20 PEBD	33	m/l	234528	7739424
Tube Ø 125 PEBD	1000	m/l	1500	1500000
Tube Ø180 PEHD	1650	m/l	1800	2970000
Tube Ø225 PEHD	3150	m/l	1010	3181500
Tube Ø250 PEHD	4100	m/l	554	2271400
Vanne Ø250	24000	Un	1	24000
Vanne Ø180	15574	Un	1	15574
Colle PVC	858	Un	1716	2574
Bouchon Ø20	50	Un	1038	51900
Bouchon Ø180	315	Un	6	1890
Bouchon Ø125	230	Un	6	1380
Bouchon Ø225	456	Un	2	912
Coude 90° Ø225	700	Un	2	1400
Fertiliseur	8500	Un	2	1700
Goutteur réglable	15	Un	243132	3646980
Total				21 410 634

VI.1.3 .Dépenses des travaux :

Le prix de terrassement est égal à :

Pour le déblai : $F_{\text{deb}} = V_{\text{deb}} \cdot K_{\text{deb}}$

K_{deb} : prix de 1 m^3 de déblai=300 DA

V_{deb} : volume total de déblai

Pour le remblai : $F_{\text{rem}} = V_{\text{rem}} \cdot K_{\text{rem}}$

K_{rem} : prix de 1 m^3 de remblai=100 DA

V_{rem} : volume total de remblai

- Calcul du volume de déblai et remblai

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

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

D : diamètre de la conduite (m)

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

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

$$\text{Déblai} = L \cdot H \cdot B$$

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

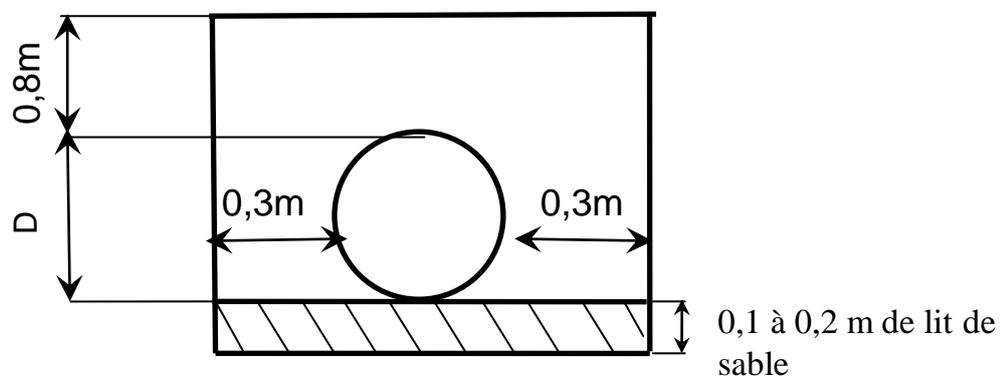


Tableau.VI.2.Calcul de terrassement :

Paramètres	Ø (mm)	B (m)	H (m)	L(m)	Déblai (m ³)	Remblai (m ³)
conduite principale	250	0,85	1,7	110	159	154
conduite secondaires	250	0,85	1,7	1454	2101	1816
Porte rampe	125	0,725	0,95	1500	1033	1015
porte rampe	180	0,78	1	1080	842	815

Donc :

- Pour le déblai:

$$F_{\text{deb}} = 4135 \times 300 = 1240500 \text{ DA}$$

- Pour le remblai :

$$F_{\text{rem}} = 3800 \times 100 = 380000 \text{ DA}$$

Le salaire des ouvriers est égal à 8000DA

Les autres frais 5000 DA

Donc : le total de terrassement est de **1.633.500 DA**

Donc le totale de projet est de *Vingt-trois millions Quarante-quatre milles Cent Trente-quatre DA* <<**23.044.134**>> *DA*

Conclusion :

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localisée est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements très chers (système de fertilisation et filtration...etc).

CHAPITRE .VII

Protection et sécurité de travail

Dans le monde, des millions d'accidents de travaux produisent chaque année. Certains sont mortels, d'autres ont pour conséquence une incapacité permanente, totale ou partielle.

Pour la plupart, les accidents de travail n'entraînent toutefois qu'une incapacité temporaire, qui peut néanmoins durer plusieurs mois.

Certes, des progrès ont été réalisés dans la prévention des accidents de travail, mais la sécurité de travail reste aujourd'hui un très grand sujet de préoccupation.

Mais, mettre en œuvre de la prévention ne peut être le seul fait de la direction, du service de protection ou du médecin attaché à l'entreprise. Il importe de donner à l'ensemble du personnel un véritable « esprit de sécurité » qui lui permettra de prévoir et d'agir d'une façon efficace.

La lutte contre les accidents est essentiellement une œuvre de solidarité humaine, réunissant tous ceux qui, du manœuvre au chef de l'entreprise, participent à la production. Convaincre, enseigner et exploiter intelligemment ce bon sens.

VII.1. Organisation de la prévention des accidents de travail

L'organisation de la prévention se présente à travers les activités professionnelles du pays comme une immense chaîne de solidarité, composée de multiples maillons, correspondant chacun aux différents services ou personnes intéressées figurés dans l'organigramme présenté dans la **Figure VII.1.**

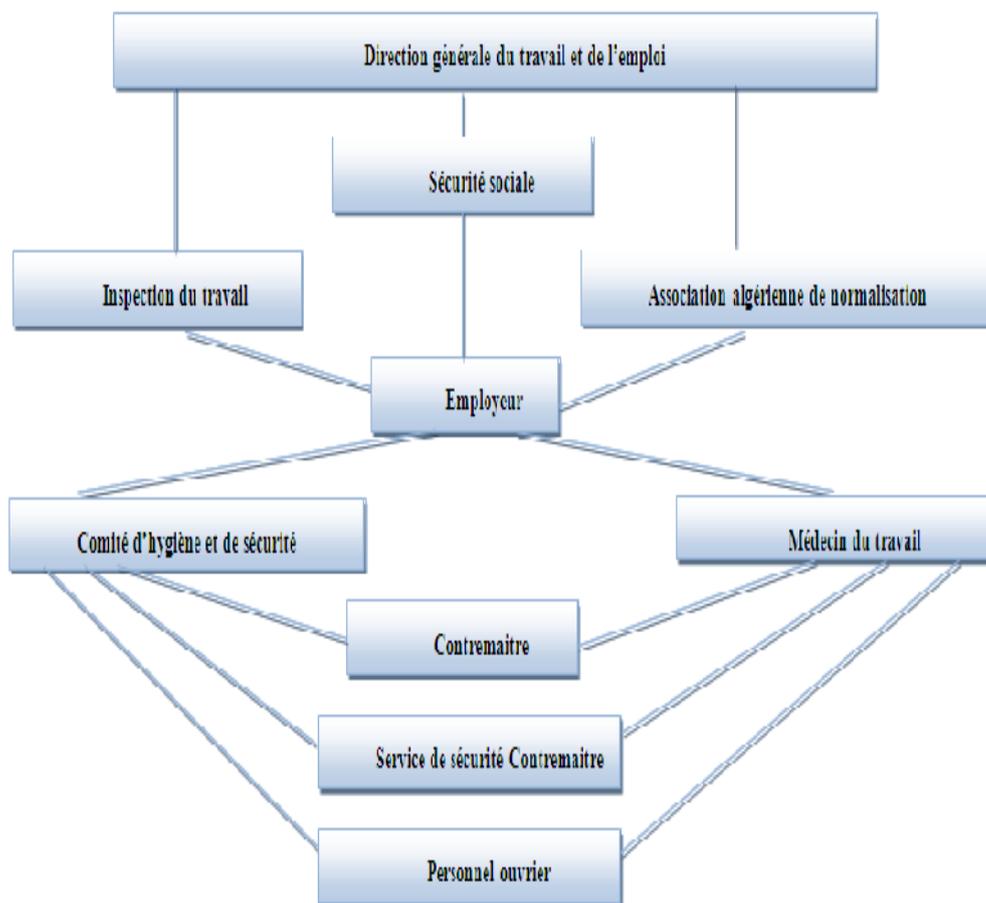


Fig. VII.1. Organigramme de la prévention (source...)

Le contremaître constitue le maillon essentiel de la chaîne de prévention des accidents de travail. Vu sous l'angle de la protection du personnel, le rôle du contremaître revêt trois aspects importants qui sont la pédagogie, la surveillance et la suggestion.

VII.2. Comité de sécurité

L'agent de sécurité fait la patrouille périodiquement dans le chantier et rapporte le résultat de la patrouille à la réunion tenue à cet égard.

VII.3. Instructions structurelles sur la sécurité

VII.3.1. Instructions à donner aux travailleurs et aux visiteurs du chantier

Quoiqu'il en soit, algérien ou étranger; la personne qui travaille ou pénètre dans le site doit être informée en matière de sécurité d'une façon qu'il respecte les normes de sécurité du chantier.

VII.3.2. Instructions à donner au chef d'équipe

Le chef d'équipe doit vérifier périodiquement les mesures préventives contre les accidents.

a. Réunion matinale en matière de sécurité

Le contremaître de chaque poste préside tous les matins une réunion pour expliquer les détails des travaux à exécuter en précisant les instructions sur la sécurité.

b. Mise en ordre du chantier

L'effectif de chaque poste s'engage à la mise en ordre du chantier une fois par mois à la date préalablement fixée.

VII.4. Contrôle et entretien du matériel

Les engins ne peuvent être utilisés sur le site qu'avec le bon de mise en service, qui sera émis à la suite du contrôle mécanique. Les engins utilisés doivent être soumis au contrôle journalier dont le résultat sera enregistré dans le rapport journalier.

Les engins doivent également être soumis au contrôle périodique dont le résultat sera enregistré dans le carnet d'entretien.

Les installations, les dispositifs et le matériel ou les engins utilisés doivent avoir notamment une résistance suffisante pour supporter les charges et les efforts auxquels ils sont soumis.

En outre, la stabilité des installations et des engins de toute nature mis en œuvre sur des chantiers doit être assurée d'une manière efficace.

VII.5. Principales fonctions du service de sécurité

Les principales fonctions du service de sécurité sont résumées comme suit :

VII.5.1. Etudes

- Participation au comité d'hygiène et de sécurité.
- Analyse des postes de travail « Etude Sécurité ».
- Suggestions du personnel.
- Statistique (élaboration et commentaire).
- Rapport avec l'administration.

VII.5.2. Exécution

- Mesures légales d'hygiène et de sécurité (code de travail).
- Réalisations pratiques des suggestions et des études.

VII.5.3. Contrôle

- Enquêtes à la suite des accidents.
- Inspections des installations.
- Visites périodiques effectuées par les organismes de contrôle.
- Contrôle éventuel des moyens de transport du personnel.

VII.5.4. Animation

- Lutte contre l'incendie et les accidents de trajet.
- Equipes de secours.
- Formation spéciale concernant certaines professions.

VII.5.5. Fonctions humaines**a. Sociale**

- Renseignements.
- Conseils.

b. Physiologique

- Etude physiologique du travail.
- Affectation et mouvement de la main-d'œuvre suivant l'avis du médecin du travail et en collaboration avec le service du personnel.

c. Psychologique

- Relations publiques intérieures de l'entreprise.
- Journal d'entreprise.
- Accueil des nouveaux embauchés.

- Développer l'esprit de sécurité.
- Causeries et expositions.

VII.6. Causes des accidents de travail

L'analyse des accidents les plus fréquents fait apparaître des causes à la fois humaines et techniques (industrielle).

VII.6.1. Causes humaines

Les facteurs concernent les actions dangereuses dans le travail dues au comportement humain qui nécessitent dans certains cas l'intervention d'un médecin et d'un psychologue tel que :

- La négligence des travailleurs.
- La fatigue excessive.
- La distraction.
- Les gestes néfastes.
- Inaptitude mentale ou physique.
- Adoption de la solution de facilité.
- Manque de concentration.
- L'agitation.
- La nervosité.

VII.6.2. Causes techniques

Les causes d'accident d'origine matérielle évoluent généralement pendant l'exécution des travaux. Elles proviennent :

- Des mauvaises conditions de travail.
- De l'encombrement du matériel dans les chantiers et le mauvais stockage.
- Des outils et engins utilisés (implantation, entretien).

VII.7. Causes des maladies professionnelles

VII.7.1. La poussière

Par son inhalation, la poussière est l'un des facteurs qui cause le plus de maladies graves. Parmi ces maladies, nous pouvons citer la silicose due aux poussières de silicium qui est l'une des plus grave et des plus fréquentes des maladies professionnelles. Notons également l'asbestose due aux poussières d'amiante, ainsi que la sidérose due aux poussières d'oxyde de fer.

VII.7.2. Le bruit

Les surdités professionnelles surviennent par traumatismes sonores dus à la nocivité du bruit pour l'oreille interne, surtout les bruits impulsifs inférieurs à une seconde et aigue, c'est une surdité de perception parce qu'elle se situe au niveau de l'oreille interne.

VII.8. Actions dangereuses dans le chantier

Les actions dangereuses sur le chantier sont :

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.
- Neutraliser les dispositifs de sécurité.
- Imprudence durant le travail, surtout lors des opérations de stockage et manutention.
- Adopter une position peu sûre.
- Travailler dans une altitude inappropriée.
- Suivre un rythme de travail inadapté.
- Plaisanter et manquer de concentration.
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou d'un engin.
- Intervenir sans précaution sur des installations sous tension, sous pression ou contenant des substances toxiques ou inflammables.

VII.8.1. Méthodes et moyens de prévention

Les méthodes et les moyens de prévention au niveau du chantier sont :

- Demander l'autorisation d'agir et avertir.
- La protection individuelle est obligatoire.
- Développer l'esprit de sécurité et d'hygiène.
- L'intervention à une meilleure utilisation.
- Veiller à une meilleure utilisation.
- Eviter toute cadence de travail supérieure à la normale.
- Veiller à être toujours concentré lors du travail notamment, lors de manipulation des engins dangereux.

VII.9. Conditions dangereuses dans le chantier

Les conditions dangereuses sur le chantier sont :

- Installation non protégée ou mal protégée.
- Outillages, engins et équipements en mauvais état.
- Matière défectueuse, stockage irrationnel.
- Protection individuelle inexistante.
- Défauts dans la construction.
- Eclairage défectueux.

- Facteur d'ambiance impropre.
- Conditions climatiques défavorables.
- Mauvaise disposition des lieux.

La protection du personnel doit être assurée d'une manière bien satisfaisante par les services appropriés. Les mesures à prendre sont :

- Les appareils de levage doivent être établis sur une surface présentant une résistance suffisante.
- Les câbles et les chaînes de levage ne doivent pas être soumis à des charges supérieures aux charges admissibles.
- Les travaux ne doivent être exécutés que lorsque l'installation est mise hors tension et hors danger.
- Les abris doivent être aérés et chauffés.
- Assurer une protection individuelle.
- Assurer un entretien continu.
- Assurer un stockage rationnel.

VII.10. Moyens employés pour promouvoir la sécurité de travail

Nous pouvons classer les différents moyens, généralement employés pour promouvoir la sécurité du travail comme suit:

a) L'action législative et réglementaire

Il s'agit de l'adoption des dispositions obligatoires sur les conditions générales de travail, la construction, l'entretien, l'inspection, les essais et l'utilisation du matériel et de l'outillage industriels, les devoirs des employeurs et des travailleurs, la formation professionnelle, la surveillance médicale, les premiers soins, etc.

b) La normalisation

La normalisation consiste en l'établissement des normes, officielles ou non officielles, relatives à la construction du matériel et de l'outillage industriels, aux normes de sécurité et d'hygiène, aux moyens de protection individuelle, etc.

c) L'inspection

L'inspection sur le chantier consiste à contrôler l'application des dispositions obligatoires.

d) La recherche technique

La recherche technique consiste à étudier les dispositifs de protection des machines, les méthodes de prévention des explosions, les matériaux et les modèles les meilleurs

pour l'équipement et l'outillage industriels, la recherche de substances de remplacement des substances nocives, etc.

e) La recherche médicale

La recherche médicale est consacrée à l'étude des effets physiologiques et pathologiques du milieu et des techniques utilisées, des particularités constitutionnelles qui prédisposent l'individu aux accidents, etc.

f) La recherche psychologique

La recherche psychologique consiste à étudier les particularités psychologiques qui prédisposent l'individu aux accidents.

g) La recherche statistique

La recherche statistique permet d'établir le nombre, la nature et les causes des accidents, les catégories de personnes qu'ils touchent, les opérations au cours desquelles ils surviennent, etc.

h) L'éducation

L'éducation consiste en l'enseignement de la sécurité dans les écoles techniques et professionnelles, etc.

i) La formation

La formation assure l'enseignement pratique de la sécurité aux travailleurs, et surtout aux travailleurs débutants.

j) La persuasion

La persuasion consiste à employer diverses méthodes de propagande et d'appel aux intéressés, pour faire naître «l'esprit de sécurité».

k) Les avantages financiers accordés par les assurances pour promouvoir la prévention

Par exemple, la réduction des primes pour les entreprises qui prennent des mesures de sécurité.

l) L'action de prévention dans l'entreprise

La prévention des accidents exige la collaboration de toute sorte de gens ; détenteurs du pouvoir législatif et réglementaire, fonctionnaires, ingénieurs et techniciens, médecins, psychologues, statisticiens, enseignants, et celle, bien entendu, des employeurs et des travailleurs eux-mêmes.

VII.11. Le coût des accidents de travail

Les accidents de travail peuvent avoir plusieurs types de coûts, il s'agit du «coût global des accidents», ou des « coûts directs et indirects », ou encore le coût «subjectif» (préjudice subi par la victime et sa famille considéré relativement à la valeur intangible de la vie

humaine et de la santé) et le coût pour l'économie (frais médicaux, perte de production, dégâts matériels, frais administratifs, etc.).

Les principaux paramètres qui entrent en jeu dans le calcul du coût de l'accident de travail sont :

- Coût du temps perdu par la victime de l'accident.
- Coût du temps perdu par les autres salariés qui ont interrompu leur travail:
- Coût du temps perdu par les agents de maîtrise, les chefs de service et autres cadres:
- Coût du temps des secouristes et du personnel des services hospitaliers, lorsque ce coût n'est pas pris en charge par une compagnie d'assurance.
- Dommages subis par les machines, l'outillage ou d'autres biens, perte de matières ou de fournitures.
- Coûts qu'entraîne la désorganisation de la production, les retards de livraison, la perte des bonus d'assurance, le paiement des dommages intérêts.
- Coût supporté par l'employeur au titre des régimes de prestations.
- Coût de la baisse de productivité de la victime à son retour au travail relativement au salaire (le salarié est payé intégralement même si les services qu'il peut fournir avant d'être complètement rétabli n'atteignent peut-être que la moitié de leur valeur normale)
- Manque à gagner sur la productivité de la victime et de l'équipement (moins bien utilisé).
- Coût dû à l'agitation causée par l'accident ou à rabatement qui peut lui succéder.
- Coût afférent aux frais généraux (les frais de loyer, de chauffage, d'éclairage, etc. continuent à courir alors que la victime n'est plus productive).

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce modeste travail, il vient de conclure que la bonne gestion de la ressource en eau passe inévitablement par l'optimisation de son usage surtout dans le domaine agricole. On entend par là, l'opportunité d'amener l'eau à la parcelle à sa juste quantité.

En effet, ce projet a consisté à utiliser la technique d'irrigation la plus performante du point de vue efficience et qui est le goutte à goutte.

Pour ce faire, nous avons commencé par l'évaluation des besoins en eau des cultures qui sont les agrumes et les vignes dans notre cas. Et après avoir fait le bilan hydrique, nous avons eu un débit total de 0,27 m³/s à amener à la parcelle.

Ce débit est distribué par le réseau dimensionné qui comporte deux parties : une pour les agrumes, et l'autre pour les vignes. Ces deux parties sont desservies par le même réservoir de 552 m³.

Le calcul du réseau en question a révélé que tous les point défavorables sont satisfaits en termes de pression, d'où la non nécessité d'une pompe de soutien.

Nous devons signaler également que la conduite d'amenée existante en acier, qui va du barrage jusqu'au réservoir présente quelques anomalies. En effet la forte pente et la nature du terrain qui est très accidenté du cheminement de celle-ci, provoque des surpressions dans certains tronçons, ce qui peut être très néfaste.

Pour y remédier nous avons proposé de la remplacer par une conduite en PEHD pouvant résister à de telles sollicitations.

Enfin, même si le cout de revient du projet est relativement élevé, son importance pour les citoyens et l'agriculture dans la région de Naceria est capitale.

Bibliographie

[01] Internet : Irrigation, 5th Edition, Claude H. Pair, editor, published by the Irrigation Association, 1983

Trickle Irrigation for Crop Production, F.S. Nakayama and D.A. Bucks, editors, published by Elsevier, 1986, ISBN 0-444-42615-9

[03]Internet :Histoire du système d'irrigation à goutte en Algérie

[02] Larhyss journal, issn1112-3680, N°06 decembre2007:ZELLA.L, SMAHI D.

[06]Manuel Pratique d'Hydrologie :Dr :TOUAIBIA.B(Mars 2004)

[04] Les Techniques Modernes d'Irrigation et les Economies d'Eau par: L.RIEUL.

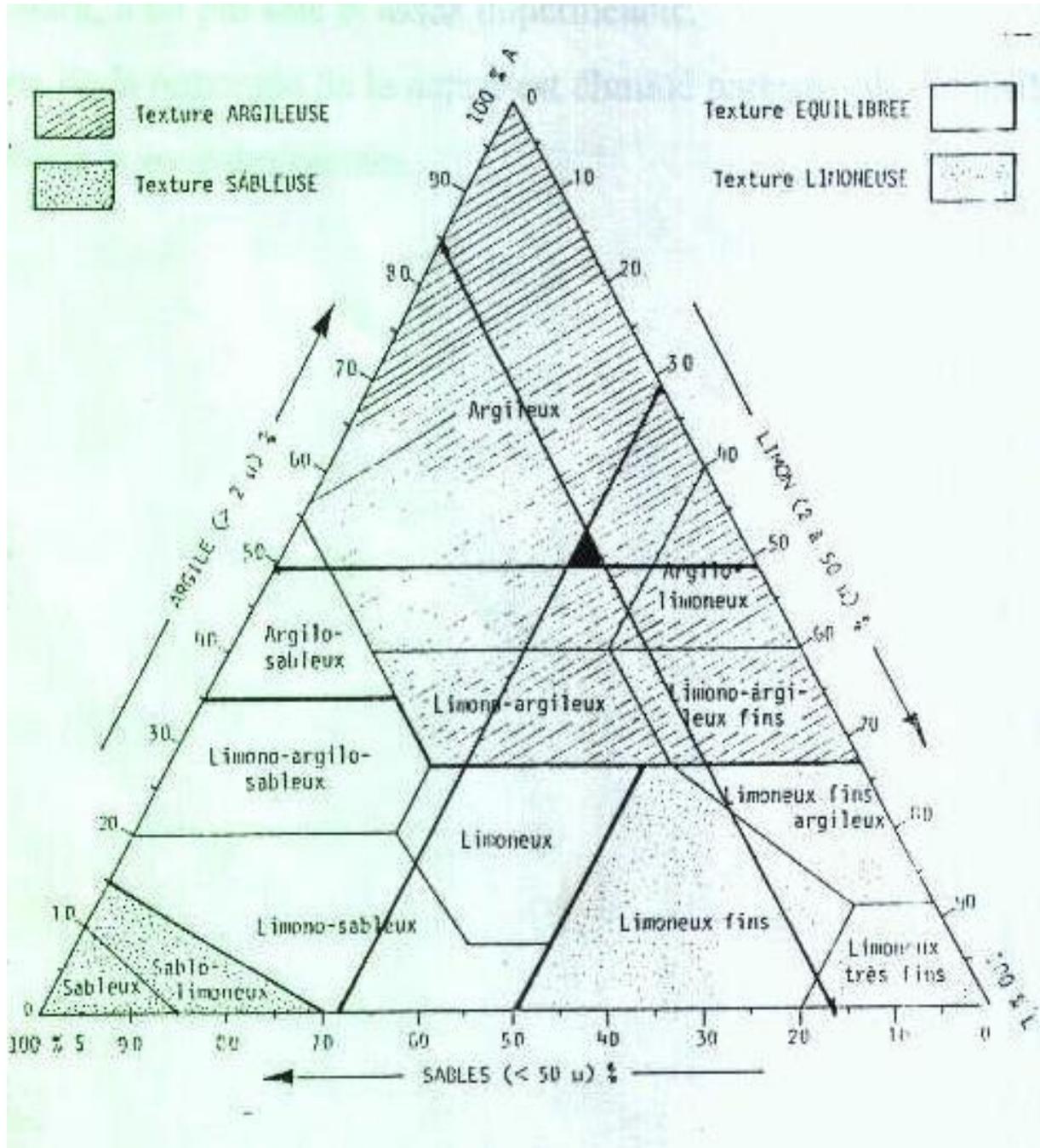
[05] Technique d'Irrigation Sous Pression par : A.PHOCAIDES (2008).

ANNEXE



Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE



Triangle de texture

ANNEXE

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)

Caractéristiques hydriques de quelques sols

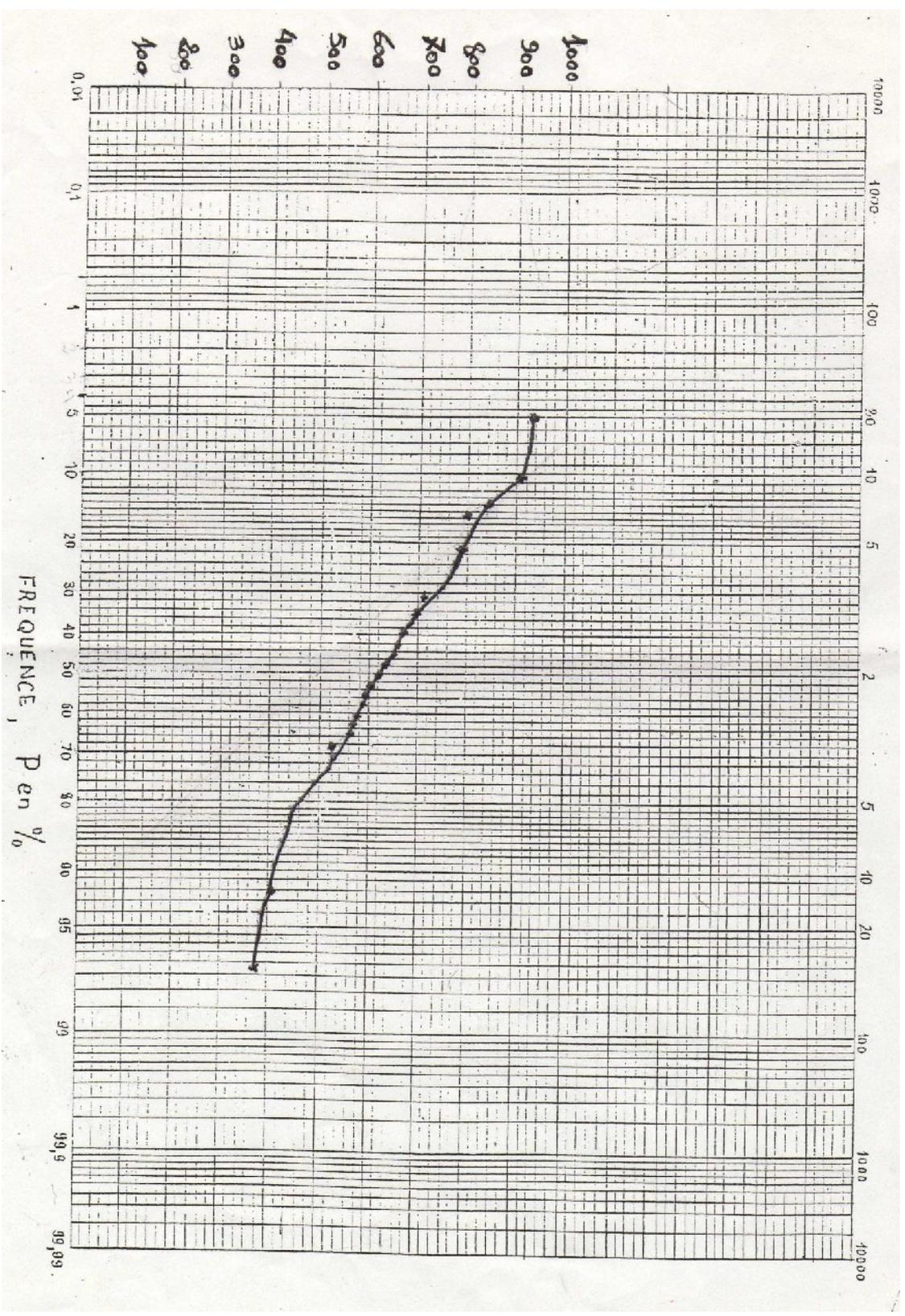
ANNEXE

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

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

ANNEXIE 8

Grappe de calcul de probabilité



NOMENCLATURE DES PRIX
TUBE POLYETHYLENE HAUTE DENSITE (PEHD)
A PARTIR DU 10/02/2009
Pression nominale 10 bars pour eau potable

Diamètre Extérieur	Pression nominale	Prix M/L HT	Prix M/L TTC
Ø020	PN10	30.00	35.10
Ø025	PN10	38.00	44.46
Ø032	PN10	59.00	69.03
Ø040	PN10	92.00	107.64
Ø050	PN10	140.00	163.80
Ø063	PN10	210.00	245.70
Ø075	PN10	300.00	351.00
Ø090	PN10	360.00	421.20
Ø110	PN10	540.00	631.80
Ø125	PN10	690.00	807.30
Ø160	PN10	1,120.00	1,310.40
Ø200	PN10	1,700.00	1,989.00
Ø250	PN10	2,730.00	3,194.10
Ø315	PN10	4,220.00	4,937.40
Ø400	PN10	6,950.00	8,131.50
Ø450	PN10	10,000.00	11,700.00
Ø500	PN10	10,700.00	12,519.00
Ø630	PN10	16,400.00	19,188.00
Ø 800	PN10	30,800.00	36,036.00