

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 :**

**CONTRIBUTION A L'ELABORATION D'UN CODE DE  
CALCUL POUR UN RESEAU D'IRRIGATION EN GOUTTE  
A GOUTTE.**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> : IDDIR Lounes**

### **DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr M.MSSAHEL	M C	Président
M <sup>me</sup> L.S/BAHBOUH	M A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> H.BOUCAMA	M A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> S.HARKAT	M A.B	Examinatrice
Mr A.AYAD	M.A.A	Examineur
Mr S.YAHIAOUI	M.A.B	Promoteur

**J juillet-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 Fatima, Dihia qui ont toujours été là pour moi ;*

*Mon frère cadet Koussaila, quand aiment tous et je souhaite pour lui bonne chance dans ces études ;*

*A mon Grand père Djedi Hamou que je souhaite pour une longue vie, que dieu le garde ;*

*A la mémoire de mes Grand parents : Yaya Mbarca et Djedi mohamed, Yaya Ouardia que dieu les accueillent dans son vaste paradis ;*

*A toute ma grande famille ;*

*A tous mes amis de l'ENSH surtout mes copains de chambre ;*

# 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<sup>r</sup>: 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.*

*Monsieur **LATROUS.H** qui m'a toujours encouragé et pour tout ce qu'il a fait pour moi durant les années que je passer a l'ENSH ;*

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

*Je tiens aussi à remercier du font du cœur mes **amis Abd slam, Moumous, Yacine, Tarik, Halim, Latif, Mouloud, Hidouche, Faicel, Mounir, Mazigh, Sofiane, Oaui, moh, Salim** ,et aussi **Messad** 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 .*

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

## ملخص

إن الفلاحة في بلادنا قد أنهكت من قلة المياه و الجفاف خلال السنوات السابقة, وهذا عائد إلى الجفاف من جهة والى الانفجار الديموغرافي و تغير في ممارسة التطبيقات الفلاحية من جهة أخرى. من اجل التخفيف من هذه القلة في المجال أًفلاحي, التسيير الجيد لهذه الموارد ضرورة لا محال منها.

في هذا الإطار سوف نناقش تقنية السقي باقتراح اعداد برنامج حساب قادر على سعة شبكة الري بالتقطير,والذي سيسمح لنا بربح الوقت كما يفضل و يشجع هذه التقنية, و في هذا الإطار أيضا يمكن استعمال هذا البرنامج أيضا كأداة تساعد على اخذ القرار المناسب.و الذي سميناه

## IRRI-TECH .

## RESUME

Le secteur de l'agriculture dans notre pays a longuement souffert du manque d'eau et de la sécheresse durant des années à cause de la sécheresse d'une part, ainsi que de l'explosion démographique et des changements des pratiques agricoles d'une autre part.

Pour atténuer ce manque dans le secteur agricole, la bonne gestion de la ressource devient de plus en plus une nécessité.

C'est dans ce cadre que nous allons aborder la technique d'irrigation en proposant d'élaborer au cours de ce sujet un code de calcul capable de dimensionner un réseau d'irrigation en goutte à goutte, qui peut permettre de gagner du temps, favoriser et encourager cette technique, ainsi ce programme de calcul peut servir comme outil d'aide de prise de décision. Ce code de calcul on l'a nome **IRRI-TECH**.

## ABSTRACT

The sector of agriculture in our country suffered for a long time from the lack of water because of the drought, as well as of the demographic explosion and the changes of the agricultural practices .In order to cure this lack in the agricultural sector, the good management of the resource becomes more and more a necessity.

It is in this setting that we are going to approach the technique of irrigation while proposing a project of calculating capable to provide a network of irrigation in, that allows us win of the time. Moreover this program of calculation can serve like a tool of decision making help and this code of calculation is named **IRRI –TECH**.

# SOMMAIRE

Pages

## CHAPITRE I : CHAPITRE I : RECHERCHE BIOBLOGRIQUE SUR L'IRRIGATION SOUS PRESSION

Introduction.....	1
I.1. Histoire de l'irrigation.....	2
I.2. Système Irrigué.....	3
I.3. Déférents types de systèmes de l'irrigation sous pression .....	3
A. L'irrigation par aspersion .....	3
A.1. Avantages de l'irrigation par aspersion .....	3
A.2. Inconvénients de l'irrigation par aspersion .....	4
B. Micro irrigation .....	4
I.4. Histoire de la micro irrigation .....	5
I.5. Histoire en Algérie.....	6
I.6. Organes du système goutte a goutte .....	7
I.7. Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte.....	11
I.8. Fonctionnement de l'irrigation en goutte à goutte.....	11
I.8.1. Avantages de l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	12
I.8.2. Inconvénients de l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	13
I.8.3. Champ d'application du système en goutte à goutte.....	13
Conclusion.....	15

## CHAPITRE II INFLUENCE DES DONNEES CLIMATIQUES, PEDOLOGIQUES AINSI QUE LE CHOIX DE LA CULTURE SUR LE CHOIX DU RESEAU D'IRRIGATION

Introduction.....	16
II.1. Facteurs climatiques.....	16
II.1.1. La pluie.....	16
II.1.2. La Température .....	17
II.2. La pédologie.....	17
II.2.1. La structure du sol.....	17
II.2.2. La texture du sol.....	18
II.3. La réserve facilement utilisable.....	18
II.4. Types de cultures.....	19
II.5. Problématique et objectif du projet.....	20
Conclusion .....	20

## CHAPITRE III : ELABORATION D'UN CODE DE CALCUL POUR LE RESEAU EN GOUTTE A GOUTTE

Introduction.....	21
III.1.Présentation du compilateur utilise .....	22
III.2. Méthodologie de travail.....	21
III.3.Données à saisir pour la programmation du code de calcul .....	22
III.3.1.Les besoins .....	22
III.3.1.2Calcul de l'ETP .....	22
III.3.1.2Calcul de RFU .....	23
III.1.3.Calcul des besoins .....	24
III.2.Les doses, Fréquence, Durée d'arrosages .....	24
III.3.2.Dimensionnement du réseau en goutte -à- goutte .....	25
III.3.3Calcul des Diamètres :.....	26
III.3.4.Conduite principale et pompe .....	27
III.3.4.1Conduite principale .....	27
III.3.4.2.Pompe .....	28
III.4.Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation localisée.....	30
III.4.1.Possibilité d'approche en Algérie.....	30
III.5.Utilisation du programme pour les eaux usées .....	30
Conclusion .....	31

## Chapitre IV : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

Introduction.....	33
IV.1.Situation et climat.....	33
IV..1.1. Situation géographique.....	33
IV.1.2. Climatologie .....	37
IV.1.2.1.Température.....	37
IV.1.2.1.Nébulosité.....	38
IV.1.2.3. Vent.....	39
IV.1.2.4.Evaporation.....	39
IV.1.2.5.Insolation.....	40
IV.1.2.6.Humidité relative de l'air .....	40
IV.1.2.7.Pluviométrie .....	41
IV.1.2.7.1.Etude fréquentielle.....	42
a) Pourcentage fixe des précipitations .....	44
b) Formule empirique pour la précipitation de projet .....	44
c)Formule empirique.....	44
d) Méthode USDA – ACS .....	45
IV.1.2.8.Indices climatiques.....	45
IV.1.2.8.1.Indice d'aridité De Martonne .....	45
IV.1.2.8.2.Quotient pluviométrique d'Emberger.....	46

IV.1.2.8.3.Climogramme de Gaussen .....	47
IV.3.Caractéristiques de la région.....	47
IV.3.1.Géologie .....	47
IV-3-3- Hydrogéologie .....	51
Conclusion.....	52

## **Chapitre V : ETUDE AGROPEDOLOGIQUE**

Introduction.....	53
V.1.Classification du sol de la station.....	53
V.2.Descriptions du profil pédologique.....	54
V.3. Composition granulométrique .....	54
V.4. Caractéristiques physiques du sol .....	55
V.5.Caractéristique chimiques du sol.....	56
V.6.Qualité des eaux d'irrigation et classification.....	57
V.6.1.Qualité des eaux d'irrigation.....	57
V.6.1.1.Les sources de sidi aissa.....	58
V.6.1.2.Classification des eaux d'irrigation.....	58
V.6.2.Le coefficient d'adsorption du sodium SAR .....	59
V.7.Les aptitudes culturales.....	59
Conclusion.....	60

## **Chapitre VI : Régime d'irrigation**

Introduction.....	61
IV.1.Définition.....	61
IV.2.Besoins en eau des cultures .....	61
IV.2.1.L'évapotranspiration.....	61
IV.2.1.2.Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration.....	62
IV.2.1.3.Calcul de l'évapotranspiration .....	62
IV.3.Détermination des besoins en eau d'irrigation.....	63
IV.3.1.Définition.....	63
IV.3.2. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	63
Conclusion.....	68

## Chapitre VII : Calcul de l'installation du goutte a goutte

Introduction .....	69
VII.1. les composants essentiels d'une installation d'irrigation localisée .....	69
VII.1.1. un point de fourniture d'eau sous pression appropriée .....	69
VII.1.2. L'unité de tête.....	69
VII.1.3. La conduite principale.....	69
VII.1.4. Les porte rampes.....	69
VII.1.5. Les rampes .....	69
VII.1.6. Les distributeurs .....	69
VII.2.Calcul du réseau en goutte-à-goutte .....	70
VII.2.1.Nombre de postes .....	70
VII.2.2.Choix des goutteurs dans la zone d'étude et la densité des cultures .....	70
VII.2.3.Surface correspondant à une rampe .....	70
VII.2.4.Nombre de rampes dans le poste .....	70
VII.2.5.Débit de la rampe.....	70
VII.2.6.Débit de porte rampe .....	70
VII.2.7.Calcul hydraulique .....	71
VII.2.7.1.Débit .....	71
VII.2.7.2.Conditions hydrauliques .....	71
VII.2.8.Calcul de la rampe .....	72
VII.2.8.1.Le diamètre .....	72
VII.2.9.Calcul du porte-rampe .....	72
VII.2.9.1.Le diamètre .....	72
VII.2.9.2.La perte de charge .....	73
VII.2.10. La conduite principale .....	74
VII.2.10.1.Le débit .....	74
VII.2.10.2.La longueur.....	74
VII.2.10.3.Le diamètre.....	74
VII.2.10.4. La perte de charge .....	74
VII.2.10.5.La vitesse .....	74
VII.2.10.5.La pression en tête de l'installation .....	74
VII.3. Choix de la pompe .....	75
VII.5.1. Débit de la pompe .....	75
VII.3.2. Hauteur d'élévation .....	75
VII.3.3.Choix de la pompe .....	78
VII.4. Réservoir de régulation.....	78
Conclusion.....	79
Conclusion generale.....	80

## LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau I .1. Superficie irrigue par micro irrigation.....	6
Tableau IV.1.points recueillis sur le terrain.....	35
Tableau IV.2.Températures extrêmes et moyennes mensuelles.....	37
Tableau IV.3.Nébulosité moyenne mensuelle .....	38
Tableau IV.4. Vitesse du vent.....	39
Tableau IV.5.L'évaporation moyenne mensuelle.....	40
Tableau IV.6.Insolations moyennes mensuelles .....	40
Tableau IV.7.Humidités relatives moyennes mensuelles.....	40
Tableau IV.8.pluviométries moyennes mensuelles.....	41
Tableau IV.9.Nombre moyen des jours pluvieux .....	42
Tableau IV.10.Calcul des probabilités de pluie .....	43
Tableau IV.11.Précipitations mensuelles de l'année de probabilité 80%.....	44
Tableau IV.12.Les limites de climat d'après l'indice de Martonne.....	46
Tableau V.1.Composition granulométrique.....	54
Tableau. V.2. Caractéristiques physiques du sol.....	55
Tableau V.3.Caractéristique chimiques du sol.....	56
Tableau V.4.Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique.....	57
Tableau V.5.Caractéristiques des eaux de la source de Sidi Aissa et l'eau potable de l'ENSH.....	58
Tableau V.6.Caractéristique chimiques des eaux de forage qui alimente notre parcelle en eau d'irrigation.....	59
Tableau VII.1.Résultats de calcul théorique du réseau localisé.....	73
Tableau VII.2.les pressions aux extrémités du réseau.....	75
Tableau VII.3. Caractéristiques de pompe.....	76

## LISTE DES FIGURES

	Pages
Fig.I.1. Schéma d'installation de la micro irrigation .....	4
Fig.I.2. types de goutteurs.....	7
Fig.I.2. types de goutteurs.....	8
Fig I.3. Goutteur en dérivation et goutteur en ligne.....	8
Fig I.4.Schéma et Photographie d'une gaine de micro irrigation.....	9
Fig I.5.Schéma de fonctionnement et Photographie d'un pulseur.....	10
Fig I.6.Schéma d'un tuyau poreux.....	10
Fig I.7.Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte.....	11
Fig .III.1.Calcul de l'ETP.....	23
Fig.III.2.Calcul de l'RFU.....	23
Fig.III.3.Calcul des besoins.....	24
Fig.III .4.Calcul des doses d'arrosages.....	25
Fig .III.5.Calculs pour rampe et porte rampe.....	26
Fig .III.6. Calcul des diamètres.....	27
Fig .III.7. Calcul pour conduite principale et de la pompe.....	28
Fig III.8. code de calcul complet.....	29
Fig.IV.1.Situation géographique de notre station d'étude .....	34
Fig.IV.2.Photos areine de la parcelle d'étude.....	34
Fig. IV.3. Appareils géodésiques.....	35
Fig.IV.4. Graphe des températures.....	38
Fig.IV.5.Graphe des vitesses du vent.....	39
Fig.IV.6.Graphe de la pluviométrie.....	41
Fig.IV.7.Climogramme de gaussen.....	47
Fig.IV.8.Aperçu géologique de la plaine de la Mitidja (Bennie and Partner, 1983).....	49
Fig.IV.9. Affleurement des roches volcaniques cal co-alcalines du Miocène (Bennie and Partner, 1983).....	50
Fig VI.1.Calcul de l'ETP.....	63
Fig.VI.2.Calcul de la RFU.....	64
Fig.VI.3.Calcul des besoins.....	64
Fig.VI .4.Calcul des doses d'arrosages .....	67
Fig.VII.2. Calcul des paramètres de la rampe et de la porte rampes.....	73
Fig.VII.1.Calcul des diamètres et des pertes de charges pour la rampe et porte rampe.....	73
Fig.VII.3.Calcul des paramètres de la conduite principale et de la pompe.....	76
VIII.4. Calcul des différents paramètres des besoins et de dimensionnement du réseau en goutte à goutte.....	77

## **Listes des Planches**

Planche N °01 : plan topographique

Planche N°02 : Conception d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'eau est la clef de tous les développements socio-économiques et de la préservation d'écosystèmes sains. Avec l'accroissement de la population et l'augmentation des exigences que fait peser le développement sur les eaux souterraines et de surface pour les besoins des secteurs domestique, agricole et industriel.

Dans notre pays, le secteur de l'agriculture a longuement souffert du manque d'eau et de la sécheresse durant des années à cause des changements climatiques et environnementaux d'une part, ainsi que de l'explosion démographique et des changements des pratiques agricoles d'autre part.

Pour atténuer ce manque dans le secteur agricole la bonne gestion de la ressource devient de plus en plus une nécessité.

C'est dans cette optique que l'on veut aborder la technique d'irrigation localisée qui est réputée pour son taux d'efficacité remarquable par rapport aux autres techniques.

En effet on propose d'élaborer au cours de ce sujet un code de calcul capable de dimensionner un réseau d'irrigation en goutte à goutte, qui peut permettre de gagner du temps, de favoriser et d'encourager cette technique, un programme de calcul qui peut servir comme outil d'aide de prise de décision.

Pour bien mener cette étude, nous allons axer ce travail sur trois parties essentielles :

La première traite dans un premier chapitre une revue bibliographique sur les techniques d'irrigation sous pression, ainsi que l'influence des paramètres climatiques, pédologiques, ainsi du choix de la culture sur le choix du réseau d'irrigation dans un deuxième chapitre.

La deuxième partie est la programmation proprement dite qui est répertoriée dans le troisième chapitre intitulé Elaboration d'une base de données nécessaire pour la programmation.

Tandis que la dernière partie est une exécution du programme élaboré qui contient :

Le chapitre IV : Analyse des conditions naturelles

Le chapitre V : Etude agro pédologique

Le chapitre VI : Régime d'irrigation

Le chapitre VII : Calcul de l'installation du réseau en goutte à goutte

## **CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'IRRIGATION SOUS PRESSION**

### **Introduction :**

Le but principal de l'irrigation est toujours, que la région soit aride, semi-aride ou humide, d'empêcher que la croissance des cultures ne souffre du manque d'eau. Dans les régions arides et semi-arides, elle permet la culture intensive là où, sans elle, les plantes vivrières et textiles ne pourraient être produites en quantités suffisantes. Dans les pays moins arides, l'irrigation donne à l'agriculteur l'assurance que le rendement de ses cultures ne sera pas affecté telles que la fertilisation.

Les besoins d'irrigation et les méthodes employées sont très variables.

L'absence de principes d'irrigation d'une application étendue, qui seraient admis par tout le monde, vient ajouter aux difficultés que présentent l'organisation de nouveaux plans d'irrigation ainsi que le bon fonctionnement des systèmes existants et la bonne exploitation des cultures irriguées.

Dans notre document on va se concentrer sur l'irrigation sous pression plus particulièrement l'irrigation en goutte à goutte.

Cette technique n'est pas vraiment développée en Algérie, mais elle a de bonnes perspectives dans un pays à domination saharienne, car là, on parle toujours du manque d'eau et de sa salinité, le goutte à goutte avec son économie d'eau et ses possibilités de filtration demeure une meilleure solution pour les contraintes de l'irrigation dans de telles régions.

### **I.1. Histoire de l'irrigation:**

L'irrigation a été utilisée par les Égyptiens le long du Nil vers 5000 av. J.-C. Dès 2100 av. J.-C., des systèmes élaborés étaient en place, dont un canal de 19 km de long qui envoyait les eaux de la crue du Nil vers le lac Moeris. Dès l'an 2400 av. J.-C., l'irrigation constituait pour les Sumériens un important moyen d'alimenter en eau les champs du sud de la Mésopotamie (aujourd'hui le sud de l'Irak) et les Chinois utilisaient cette technique dès 2200 av. J.-C. Les Péruviens bâtirent des systèmes d'irrigation très complexes avant l'ère chrétienne et, à cette époque, les Amérindiens disposaient de plus de 100 000 ha de terres irriguées en Arizona. [01]

Le chadouf fut l'un des premiers instruments utilisés pour élever l'eau des rivières et l'amener vers les champs situés à un niveau plus élevé. Le chadouf consiste en un panier fixé à un bout d'une poutre à contrepoids. La *vis d'Archimède*, utilisée dans le même but, est un cylindre contenant une vis à large filetage que l'on tourne à la main. Le cylindre est fixé sur un plan incliné, l'extrémité basse plongée dans le ruisseau, et la vis en tournant fait monter l'eau. La noria, toujours utilisée en Inde, consiste en une roue verticale partiellement immergée dont la jante porte des paniers. Des bêtes de somme font tourner une roue horizontale, reliée par engrenage à la roue verticale. Les paniers se remplissent alors d'eau qu'ils vident dans un canal qui conduit l'eau vers les champs.

La construction de barrages en amont permettant de disposer d'eau au niveau souhaité est une méthode beaucoup moins pénible. L'eau s'écoule par gravité dans les canaux vers les zones en contrebas, où elle est ensuite distribuée dans des champs en pente douce. Cette méthode fut utilisée à grande échelle par les premières civilisations avec de simples terrassements. Fondamentalement, il s'agit du même principe que celui de l'irrigation moderne qui se sert de barrages de maçonnerie ou d'énormes structures en béton.

La Chine, avec ses nombreuses rizières, dépasse de loin tous les autres pays avec 77 millions d'hectares de terres irriguées. L'Inde arrive au deuxième rang avec 39 millions d'hectares, suivie par les États-Unis avec 21,4 millions d'hectares, le Pakistan avec 12,4 millions d'hectares et la Russie avec 11,5 millions d'hectares.

## **I.2.Système irrigué:**

Il s'agit d'un dispositif permettant d'apporter aux cultures l'eau nécessaire pour assurer leur production; l'irrigation est requise lorsque les précipitations sont trop faibles ou trop irrégulières pour garantir la production.

## **I.3.Déférents types des systèmes d'irrigation sous pression :**

Les économies d'eau ont une grande importance dans les recherches d'amélioration des techniques d'irrigation, tout particulièrement dans les pays arides. En effet plus-le climat est aride, plus la ressource en eau est limitée et plus les besoins en irrigation sont importants pour la production agricole. Il faut donc valoriser au mieux l'eau dont on dispose.

L'évolution des techniques d'irrigation y contribue grâce aux meilleures performances des équipements, à condition que ces équipements soient bien choisis et bien utilisés sur tout dans l'irrigation à sous pression.

Une analyse de cette évolution pour chacun des modes d'irrigation (par aspersion, micro-irrigation) met en évidence l'intérêt des progrès technologiques.

### **A. L'irrigation par aspersion :**

Elle s'est rapidement développée après la seconde guerre mondiale, notamment en Europe et aux Etats-Unis. L'eau est transportée dans des réseaux de conduites sous pression puis délivrée au niveau de la parcelle par des bornes qui régulent la pression et le débit. A l'aval de la borne des conduites (porte-rampes et rampes) alimentent sous pression des asperseurs rotatifs qui répandent l'eau en pluie

#### **A.1.Avantages de l'irrigation par aspersion :**

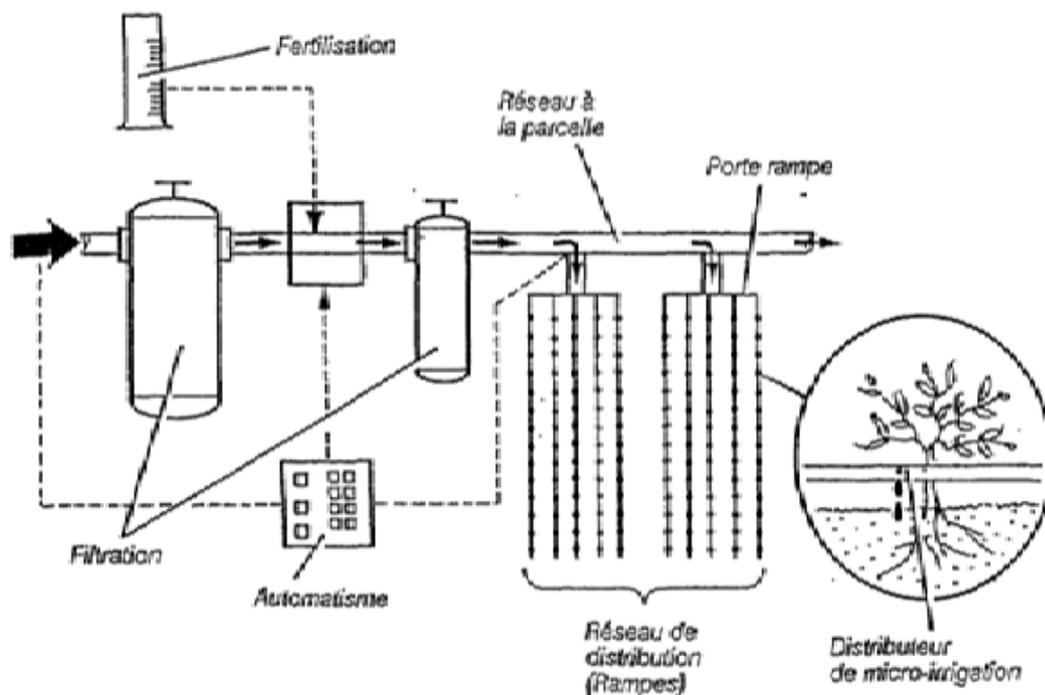
- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Permet une économie d'eau importante.
- Met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très simples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation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

**A.2. 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.

**B. Micro irrigation, irrigation en goutte à goutte, ou irrigation localisée:**

Utilisée sous serre, la micro-irrigation ou irrigation localisée 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.



**Fig. I.1. Schéma d'installation de la micro irrigation**

En utilisant de faibles débits avec de faibles pressions, cette technique présente l'avantage sur l'aspersion d'exiger peu d'énergie et des équipements légers. Les arrosages ne mouillent pas les feuilles, ne sont pas sensibles au vent et les pertes par évaporation sont limitées. La micro-irrigation permet un très bon contrôle des apports d'eau tant en ce qui concerne les quantités apportées que l'uniformité des apports : on peut atteindre des rendements hydrauliques de 95%, voire même plus élevés. Cela a condition toutefois que le système soit bien conçu et fonctionne bien. La conception du &eau, c'est-à-dire le choix des débits et de l'espacement des goutteurs, ainsi que la conduite de l'irrigation nécessitent une étude assez précise, qui tienne compte des caractéristiques du sol et de son aptitude à diffuser l'eau latéralement.

#### **I.4. Histoire de la micro irrigation :**

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 terrains occupée par SimchaBlass 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 expérimé 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. [02]

**Tableau I .1. Superficie irrigue par micro irrigation [03]**

<b>PAYS</b>	Superficie en micro-irrigation (ha)	<b>PAYS</b>	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.5. Histoire de la micro irrigation en Algérie:**

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.

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 ». [04]

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).

## I.6. Organes du système goutte à goutte :

**I.6.1. Les goutteurs** : sont de petits distributeurs fabriqués en plastique de haute technologie. Ils sont montés à intervalles réguliers sur de petits tubes en PE mou. Ces goutteurs sont divisés en deux groupes principaux selon la manière dont ils dissipent l'énergie de la pression:

- les types à orifice, avec une section d'écoulement de 0,2 à 0,35 mm<sup>2</sup>;
- les types à circuit long, avec une section relativement plus élevée de 1 à 4,5 mm<sup>2</sup>.

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

Les goutteurs à sorties multiples en dérivation sont aussi disponibles avec quatre à six sorties avec des micro-tubes de type «spaghetti». [05]



**Fig. I.2. Types de goutteurs**



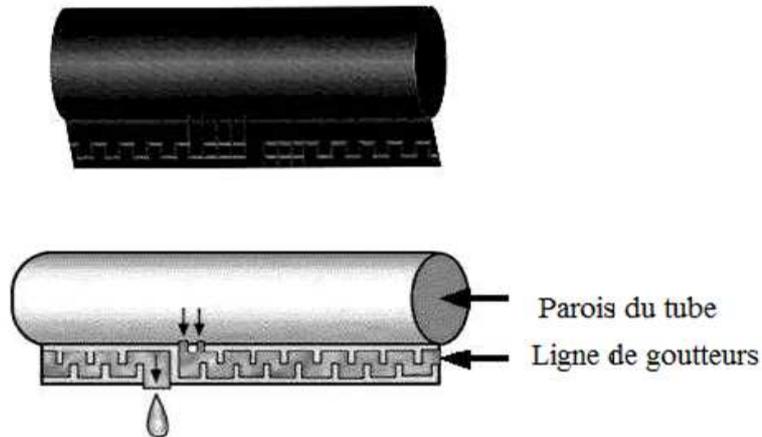
**Fig. I.2. Types de goutteurs**



**Fig. I.3. Goutteur en dérivation et goutteur en ligne.**

**I.6.2. Les gaines de micro-irrigation :**

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



**Fig. I.4.Schéma et Photographie d'une gaine de micro irrigation**

### **I.6.3.Les distributeurs à compensateur de pression :**

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

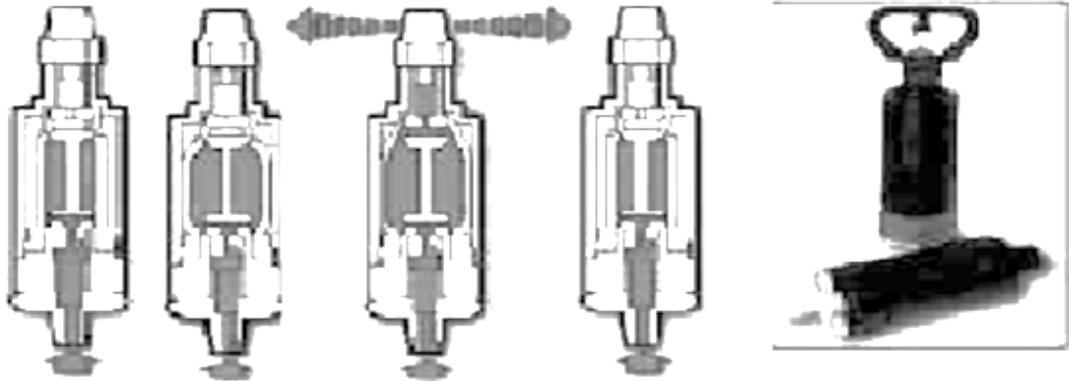
Ces distributeurs fournissent un débit d'eau constant pour toute pression supérieure à celle de fonctionnement prédéterminée. Ils permettent un taux uniforme d'écoulement tout au long de la conduite latérale quels que soient le nombre de distributeurs, l'espacement, la longueur ou l'élévation de la ligne, lorsque la pression est excessive dans la conduite. Grâce à ce système, les variations de pression dues aux pertes de charge dans les conduites latérales peuvent excéder 20 pour cent. Par conséquent, des tuyaux de plus petits diamètres, moins coûteux, peuvent être installés dans certains cas. Toutefois, les distributeurs.

### **I.6.4.Les pulseurs :**

Les pulseurs sont de petits dispositifs hydrauliques en plastique utilisés dans les systèmes de micro-irrigation pour réduire les débits dans les distributeurs et les systèmes à de très faibles niveaux pour obtenir des efficacités plus élevées. Les pulseurs utilisent un goutteur intégré d'un débit de 4 à 8 l/h qui alimente un manchon intégral en silicone. Celui-ci fonctionne à son tour comme une minuscule pompe pulsante générant des centaines d'impulsions par heure qui font s'écouler l'eau. Ainsi, ces pulseurs peuvent convertir un écoulement lent et continu en une émission instantanée de courtes giclées d'eau sous pression. Ce procédé permet des taux d'applications de l'eau de 0,3 à 0,8 mm/h avec les gicleurs, les mini-asperseurs et les diffuseurs, et de 100–300 cm<sup>3</sup>/h avec les goutteurs.

Ces dispositifs sont accouplés aux distributeurs, un pour chaque mini-asperseur ou diffuseur et un pour 20 à 70 goutteurs. L'eau fournie à chaque impulsion est de l'ordre de 0.5 cm<sup>3</sup>. Le

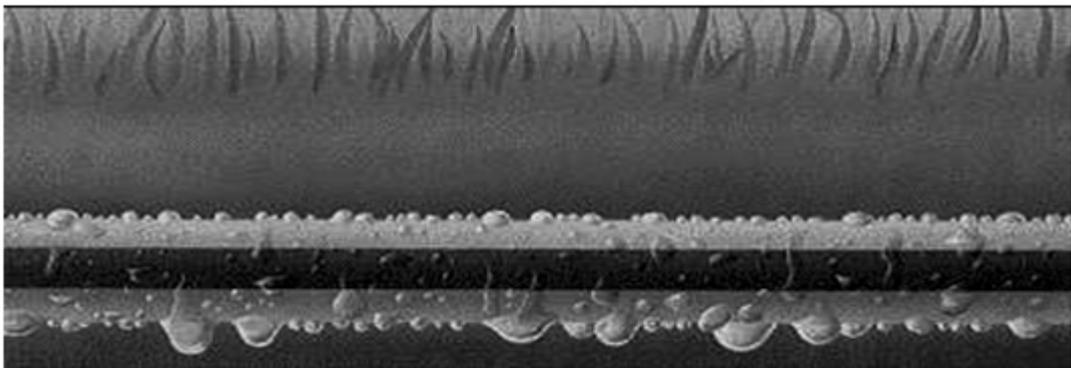
manchon de silicone reste fermé lorsque la pression de l'eau s'abaisse en fin d'irrigation et évite la vidange du système. Il existe également des pulseurs à pression compensée pour l'utilisation en montagne et terrain accidenté.



**Fig. I.5.Schéma de fonctionnement et Photographie d'un pulseur**

**I.6.5.Les tuyaux poreux :** Ces tuyaux sont des tubes de petits diamètres (environ 16 mm), flexibles et poreux, à paroi mince, faits de fibres de PE, de PVC, d'ABS (acrylonitrile butadiène styrène) ou de caoutchouc. Sous une faible pression, ils permettent à l'eau et aux engrais solubles de traverser la paroi du tube par transpiration et d'irriguer les cultures. Le débit du tube poreux n'est pas précis, car les dimensions des pores sont variables et instables

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



**Fig. I.6.Schéma d'un tuyau poreux**

### I.7.Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

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

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

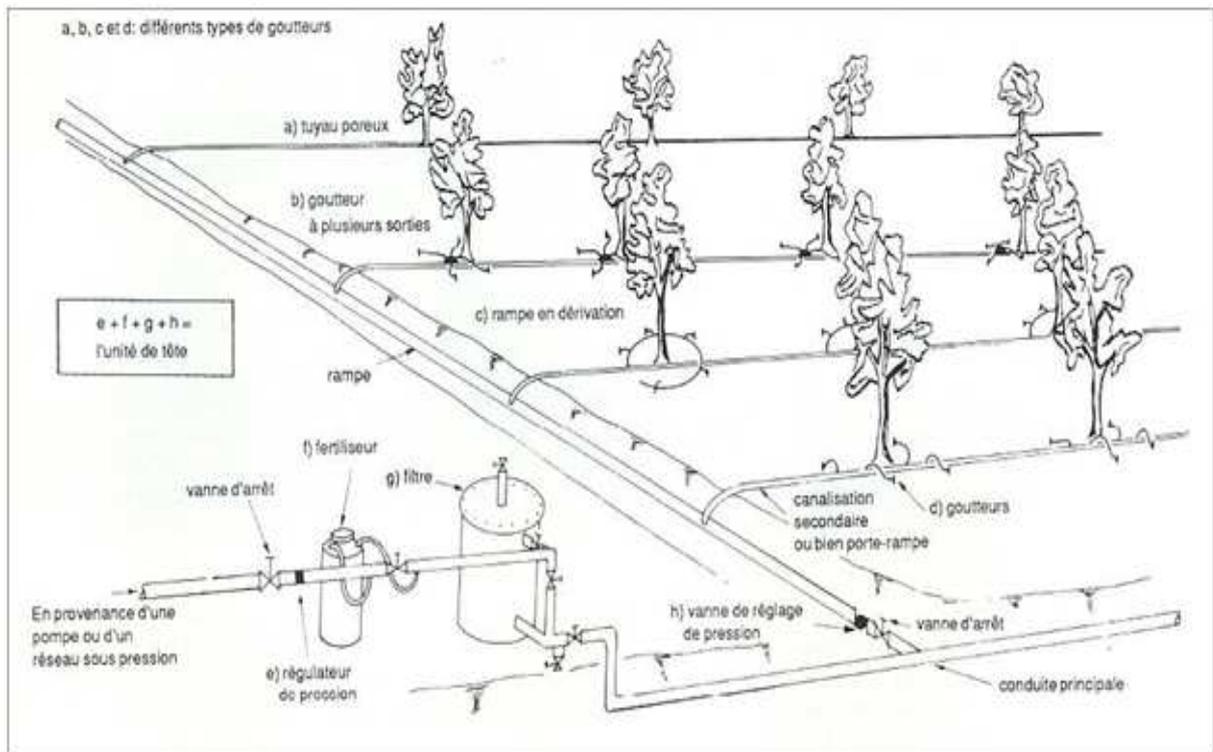


Fig. I.7.Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

### I.8.Fonctionnement de l'irrigation en goutte à goutte:

Une installation d'irrigation en goutte à goutte est à caractère permanent. Une installation peut être considérée comme permanente si elle reste en place pendant plusieurs saisons d'irrigation. Dans ces conditions cette installation peut être automatisée. L'automatisation est très commode quand la main-d'œuvre est rare ou chère. Cependant, comme l'automatisation est liée à la disponibilité de spécialistes de haut niveau de technicité, elle est parfois abandonnée au profit d'autres techniques plus simples. [06]

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.

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

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

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

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

### **I.8.1. 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.8.2.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.8.3.Champ d'application du système en goutte à goutte**

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

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

5. Les petits fruits tels que fraises, mûres, et les framboises
6. Les jardins familiaux

## **Conclusion**

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

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

C'est la raison pour laquelle nous allons au cours des prochains chapitres, essayer de traiter cette technique et détailler ses différents aspects pour la mettre en avant sur la scène et faciliter son usage.

## **CHAPITRE II : INFLUENCE DES DONNEES CLIMATIQUES, PEDOLOGIQUES AINSI QUE LE CHOIX DE LA CULTURE SUR LE CHOIX DU RESEAU D'IRRIGATION**

### **Introduction**

Avec l'irrigation, l'agriculteur dispose d'un puissant levier pour accroître et régulariser la production de ses cultures, à condition de pouvoir maîtriser son irrigation, afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal) visés. La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation, et surtout l'influence des certains facteurs essentiel pour le choix du réseau comme : les facteurs climatiques, pédologiques, ainsi le choix de la culture. Ces paramètres influents directement sur le choix du réseau qui veut dire les besoins de la culture.

Suivant le modèle de calcul des besoins

$$B=ERT-(P_{\text{eff}}+RFU)$$

On a:

### **II.1.Facteurs climatiques :**

Les facteurs climatiques jouent un rôle très important dans le choix du réseau bien évidemment sur les besoins de la culture que ce soit la pluie, température...etc.

#### **II.1.1.La pluie :**

Elle influe sur les besoins de la culture, quand les précipitations sont de faible intensité qui veut dire un climat aride, le déficit sera assez important et la culture va souffrir du manque d'eau, ce qui nous impose une irrigation excessive, ce qui nous amène à utiliser un réseau d'irrigation plus adapté pour les besoins et selon le type de cultures on peut choisir le type du réseau comme exemple pour :

- **Les cultures maraichères :** On utilise un réseau d'asperseur qui est mieux adapté pour ce type de cultures que les autres types de réseaux.

- **L'arboriculture :** Le choix le plus rationnel est le réseau en goutte à goutte ou bien gravitaire qui nous donne de très bons résultats.

Chapitre II..... Influence des données climatiques, pédologiques ainsi que le choix de la culture sur le choix du réseau d'irrigation

Si les précipitations étant d'une importante intensité, l'irrigation ne sera pas d'une importance.

**[Cours de 4<sup>ième</sup> et 3<sup>ième</sup> année d'agro pédologie et d'irrigation]**

### **II.1.2.La Température :**

Son influence sur la culture est importante, l'évapotranspiration est régie par la température qui selon son accroissement, l'évapotranspiration augmente ce qui fait amplifier les besoins de la culture.

Mais si on est dans des régions tropicales même si les températures sont très élevées, les précipitations sont d'une grande vivacité, ce qui fait que l'influence de la température diminue, avec le type de cultures tropicale, l'irrigation peut être sans importance ou bien une irrigation pas encombrante.

Si les températures sont moins fortes, son influence sera grande et les besoins seront élevés, l'utilisation d'un réseau en asperseur qui est mieux économique et plus fiable dans ce cas.

### **II.2.La pédologie :**

La pédologie est vitale dans le choix du réseau avec ses paramètres structure et texture, elle détermine le choix du réseau, comment elle joue ce rôle ?

L'étude pédologique est évidemment l'une des sources essentielles pour prendre en compte la nature et la distribution spatiale des caractéristiques et contraintes relevant des sols. Pour l'irrigation plusieurs caractéristiques sont considérées comme particulièrement importantes On peut citer notamment :

#### **II.2.1.La structure du sol :**

Principalement la porosité, dans les sols les plus courants, elle varie entre 30et60%, mais parfois elle peut atteindre des valeurs élevées 90% comme les sols sableux, dans ce cas-là l'irrigation est vraiment nécessaire pour ce sol la car l'infiltration est très élever, pour ce type de sol une irrigation en goutte à goutte ou bien en aspersion est efficace car il ne va pas y'avoir une très grande infiltration par apport aux autres types de réseaux qui seront pas efficace.

Mais c'est la porosité a une valeur très faible, on a à faire à des sols argileux avec une infiltration faible, dans ce cas-là une irrigation légère en goutte à goutte est préférable pour qu'il n'y aura pas de stagnation d'eau a la surface.

En plus de ça elle a une relation directe avec les précipitations et la température.

## Chapitre II..... Influence des données climatiques, pédologiques ainsi que le choix de la culture sur le choix du réseau d'irrigation

Si on a des précipitations élevées avec des températures normales et si la porosité est faible l'irrigation sera sans importance.

Sinon, si la porosité est élevée et même si les précipitations sont élevées et températures faibles une irrigation est obligatoire dans ce cas-là, avec un réseau en goutte à goutte.

[Cours de 4<sup>ième</sup> et 3<sup>ième</sup> année d'agro pédologie et d'irrigation]

### II.2.2. La texture du sol :

Soit la répartition de la taille de ses éléments constitutifs, l'utilisation de la texture comme critère de choix du réseau d'irrigation repose sur les types de ces éléments que soit Argile, Sable, Limon.

- Argile : ce type de sol a une infiltration faible ces des sols hydro morphes Même si les facteurs climatiques sont durent (climat aride) il n'ya que le réseau en goutte a goutte qu'il donne des bon résultats.

- Sable : quand le sol est sableux les infiltrations sont très élève, et le moque d'eau sera fatal pour la culture qui sera victime de manque d'eau, pour éviter ce déficit qui est important il faut irriguer mais en apportant des petites quantités d'eau dans des l'axes de temps petits ce qui nous amène à utiliser le réseau en goutte a goutte.

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible. Si le sol n'est pas profond on peut utiliser l'irrigation par submersion pour les cultures qui tolèrent la submersion de leurs feuillages. Si non une irrigation par aspersion ou en goutte à goutte est possible.

### II.3. La réserve facilement utilisable :

La réserve facilement utilisable joue un rôle très important pour déterminer les besoins de la culture ainsi que le choix du réseau d'irrigation, les racines de la culture sucent l'eau dans le sol facilement si la réserve en eau dans le sol est bien favorable à la culture, cette partie du sol est un bassin de rétention de l'eau dans le sol, si cette réserve augmente, les besoins de la culture

Chapitre II..... Influence des données climatiques, pédologiques ainsi que le choix de la culture sur le choix du réseau d'irrigation

seront moindres, de ce fait l'irrigation ne sera pas nécessaire. Mais si elle diminue d'une façon considérable c'est-à-dire quand elle tend vers le point de flétrissement, la culture va avoir des difficultés alors une irrigation est bien utile.

On peut trouver des sols où la réserve en eau est bien chargée même si les températures sont très importantes. Ce sont des sols hydro morphes riche en argile et en matières organiques, capables d'emmagasiner de grandes quantités d'eau, les besoins dans ce cas seront moindres mais on peut irriguer avec un réseau en goutte à goutte.

[Cours de 4<sup>ième</sup> et 3<sup>ième</sup> année d'agro pédologie et d'irrigation]

**II.4.Types de cultures :**

Le type de culture et le facteur le plus primordial dans le choix du réseau, elle exige des besoins bien précis et s'il ya des excès ou des déficits en eau, la culture risque une asphyxie des racines ou bien un dessèchement de la culture, c'est pour cette raison que le choix du réseau est primordiale pour la culture voici quelques exemples sur les cultures et les réseaux qu'on utilise.

**Tableau. II.1. Culture et réseau d'irrigation**

Cultures	Réseau d'irrigation approprié
Blé	Asperseur
Légumes	Asperseur
Tomates	Goutte à Goutte
Epinard	Asperseur
Mais	Asperseur
Oings	Asperseur
Vignes	Goutte à Goutte
Arboriculture	Goutte à Goutte ou gravitaire
Céréales	Asperseur
Agrumes	Asperseur
Dattier	Goutte à goutte ou gravitaire
Palmiers	Goutte à goutte ou gravitaire
Soja	Asperseur
Cacao	Raies
Riz	Submersion

## **II.5.Problématique et objectif du projet**

Au cours de ces dernières décennies, notre pays a connu des changements climatiques et environnementaux qui ont induit de façon directe à des pénuries alarmantes en eau.

En effet, le manque et la répartition souvent non gérée et mal maîtrisée de cette ressource, ont fait que le problème de la pénurie a touché tous les secteurs particulièrement l'agriculture.

De ce fait, la gestion rationnelle de la ressource nous oblige à optimiser son utilisation dans le domaine agricole, ceci en utilisant des moyens adaptés pour amener l'eau à la parcelle.

Comme on l'a abordé dans le chapitre I, le choix des techniques d'irrigation adéquates peut être un atout quant à la mobilisation, et la gestion de la ressource en eau.

Ce projet rentre dans ce contexte, il vise à mettre en avant la technique de l'irrigation localisée qui possède la meilleure efficacité en élaborant un code de calcul pour le dimensionnement des réseaux d'irrigation en goutte à goutte qui sera un outil d'aide de prise de décision.

### **Conclusion :**

Au cours de ce chapitre nous avons essayé de donner un aperçu général sur les paramètres et les facteurs essentiels capables d'influencer le choix du réseau d'irrigation.

En effet, nous avons pu dégager les interférences entre ces différents paramètres à savoir : le climat, la pédologie, ainsi que le type de culture à irriguer, et le degré d'influence de chacun d'entre eux.

Ceci va servir à bien assimiler et comprendre, le fonctionnement de cette entité complexe afin de nous aider dans le choix ultérieur du réseau.

### **III.ELABORATION D'UNE BASE DE DONNEES NECESSAIRE POUR LA PROGRAMMATION :**

#### **Introduction**

Afin de mettre au point un outil de gestion et de prise de décision qui traite la question de l'optimisation de la ressource en eau et le dimensionnement d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte nous sommes obligés de passer par la phase de programmation qui nécessite un certain nombre de notions que nous allons présenter et détailler dans ce chapitre.

#### **III.1.Présentation du compilateur utilisé :**

Pour l'élaboration du code de calcul souhaité nous avons utilisé un compilateur de programmation **DELPHI version 7** qui utilise le langage de programmation **Pascal objets**, dont la langue de programmation est en anglais avec des codes bien précis comme : IF, ELSE, STRTOFLOAT, FLOATTOSTR, BEGIN, END ...etc.

Le choix du langage a été fait en tenant compte du fait que celui-ci présente de divers avantages concernant surtout la saisie des bases de données et des modèles utilisés ainsi que leur représentation sous forme d'interfaces explicites pouvant faciliter ainsi l'utilisation ultérieure du code ressorti.

#### **III.2.Méthodologie de travail :**

Pour arriver au terme de la conception du code de calcul souhaité, nous nous sommes permis de nous tracer la méthodologie de travail suivante :

- ✓ Elaboration d'une interface graphique nécessaire à la programmation en tenant compte des paramètres des bases de données et ceux des modèles utilisés.
- ✓ Choix des codes de compatibilité pour chaque opération.
- ✓ Saisie des données des nomenclatures utilisées pour chaque paramètre de calcul et de chaque résultat.
- ✓ Saisie des modèles de calcul permettant l'évaluation des besoins en eau des cultures et le dimensionnement du réseau ; on en site : le modèle de calcul de l'ETP, celui de la RFU, de la pluie efficace, des besoins en eau des cultures, ainsi que tous les modèles de dimensionnement du réseau en goutte à goutte.
- ✓ Elaboration et saisie des codes de calculs à l'intérieur du programme.
- ✓ Déclaration des composants de chaque calcul au compilateur.

### **III.3.Données à saisir pour la programmation du code de calcul :**

L'utilisateur du programme de calcul doit saisir certaines données de départ afin d'estimer premièrement l'évaporation ETP, puis à partir de là, et en fonction des données pédologiques et du type de cultures, estimer les besoins en eau des cultures.

Après l'estimation de ces besoins, l'utilisateur doit encore saisir des informations concernant la parcelle ou le domaine où sera projeté le réseau, ainsi que les choix de variantes auxquelles il aura opté c'est-à-dire les caractéristiques hydrauliques du réseau.

Une fois que toutes ces informations sont saisies, le programme se chargera de ressortir automatiquement les dimensions des différents compartiments du réseau ainsi que de la pompe de soutient éventuelle (qui est essentielle dans notre cas).

Le fonctionnement du programme de calcul est illustré comme suit :

#### **III.3.1.Les besoins :**

- La pluviométrie : la série à saisir est une série des pluies mensuelles.
- La température : introduire les températures moyennes.
- Le vent : le vent est en m/s.
- L'insolation : c'est en pourcentage pour chaque mois
- 

##### **III.3.1.1Calcul de l'ETP :**

Elle est calculée suivant le modèle de BLANY et CRIDEL qui est interprété par la formule suivante :

$$ETP = (8,13 + 0,46t) * I$$

- Les profondeurs racinaires : selon le stade végétatif de la culture en m.
- Les valeurs de Hcc, Hpf : en pourcentage.
- Y : valeur variable soit (1/3), (2/3), (1/2)

Une fois ces données saisies il suffit de cliquer sur le bouton [*calculer*] en bas du Panel, sinon sur le bouton [*effacer*] en cas où on veut insérer de nouvelles données.

**Calcul de l'ETP**

*Donnees*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Pluie(mm)	<input type="text"/>											
Temperature	<input type="text"/>											
Vent(m/s)	<input type="text"/>											
Insolation(%)	<input type="text"/>											

*resultat1*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
ETP(mm)	<input type="text"/>											

Fig. .III.1.Calcul de l'ETP

### III.3.1.2. Calcul de la réserve facilement utilisable RFU :

La réserve facilement utilisable est calculée en fonction des paramètres pédologiques et physico hydriques du sol, ainsi que du type de la culture. On la détermine suivant le modèle suivant :

$$RFU = ((Hcc - Hpf) / 100) * Y * Z$$

- Z : dépend du végétatif de la culture pour chaque mois.
- Hcc : Humidité à la capacité au champ.
- Hpf : humidité du sol au point de flétrissement.
- Y : Coefficient dépendant du sol et de la culture à irriguer

Une fois ces données saisies il suffit de cliquer sur le bouton [*calculer*] en bas du Panel, sinon le bouton [*effacer*] en cas de problème de saisie ou de nouvelles données.

**RFU**

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Z(m)	<input type="text"/>											
Hcc(%)	<input type="text"/>			Hpf(%)	<input type="text"/>			Y	<input type="text"/>			

*resultat2*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
RFU(mm)	<input type="text"/>											

Fig.III.2.Calcul de l'RFU

### III.1.3.Calcul des besoins en eau des cultures :

Les besoin en eau d'irrigation, est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour satisfaire son manque d'eau causé par l'évapotranspiration, la percolation et les infiltrations profondes ; pour évaluer ces besoins on utilise le modèle de calcul suivant :

$$B = ETR - (Peff + RFU).$$

$$ETR = ETP * Kc.$$

- Kc : Coefficient culturel qui dépend du stade végétatif de la culture.
- Peff : La pluie efficace est calculer avec l'aspe suivant  $Peff = P * Kc$ .

Une fois ces données saisies il suffit de cliquer sur le bouton **[calculer]** en bas du Panel, sinon le bouton **[effacer]** en cas où on veut insérer de nouvelles données.

The screenshot shows a software interface with the following components:

- Header:** "Bilan" in blue text.
- Input Section:**
  - Row 1: "Kc" with 12 empty input boxes for the months: Janvier, Fevrier, Mars, Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre, Octobre, Novembre, Decembre.
  - Row 2: "ETR(mm)" with 12 empty input boxes for the same months.
  - Row 3: "Peff(mm)" with 12 empty input boxes for the same months.
- Buttons:** A "calculer" button (highlighted with a dotted border) and an "effacer" button.
- Output Section:**
  - Header: "resultat3" in grey text.
  - Row: "Besoin" with 12 empty input boxes for the months: Janvier, Fevrier, Mars, Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre, Octobre, Novembre, Decembre.

Fig.III.3.Calcul des besoins

### III.2.Les doses, les Fréquences, et les Durées d'arrosages :

1. Les doses d'arrosages : sont les doses d'irrigation nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée, on distingue deux types de doses d'arrosages nette et brute, la première est une dose théorique et l'autre est pratique, elles sont exprimées avec des modèles bien précis, comme le montre le document.
  2. 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.
  3. Durée d'arrosage : exprimée en heures, c'est la durée d'irrigation dans une journée.
- ✓ Pour les formules de calcul, on utilise :
- $Dose\ net = ((Hcc - Hpf) / 100) * Y * Z * (P / 100).$
  - $Dose\ brut = (Dose\ net / (Eeff * Cu)).$

- *Fréquence d'arrosage = (Dose net/bjl)*
- *Durée d'arrosage = ((Db\*Ea\*Er)/ (G par arbre\*débit goutteur).*

Avec :

- **C<sub>s</sub>** : Couverture du sol de la culture.
- **E<sub>eff</sub>** : L'efficacité de l'arrosage, dépend de la texture du sol.
- **C<sub>u</sub>** : Coefficient d'uniformité.
- **G par arbre** : Nombre de points de distribution par arbre ;
- **E<sub>a</sub>** : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ;
- **Bande humidifie** : Largeur de la bande humidifiée ;
- **E<sub>r</sub>** : Ecartement entre rangs d'arbres= écartement entre rampes.

Une fois ces données saisies il suffit de cliquer sur le bouton [**calculer**] en bas du Panel, sinon le bouton [**effacer**] en cas où on veut insérer de nouvelles données.

The image shows a software interface for calculating irrigation doses. It is divided into two main sections: 'Besion' and 'dose d'arrosage'. The 'Besion' section contains input fields for Bj(mm/j), Cs(%), G par arbre, Ecart Arbres(m), and bande humidifie. The 'dose d'arrosage' section contains input fields for Dose net(mm), Dose brut(mm), Cu(%), Eeff(%), Frequence(j), Duree(h), Bjl(mm/j), Debit G(L/h), Ea(m), and Er(m). At the bottom, there are two buttons: 'calculer' and 'effacer'.

Fig.III .4.Calcul des doses d'arrosages

### III.3.2.Dimensionnement du réseau en goutte -à- goutte :

#### 1. Rampes et Porte Rampes :

Pour dimensionner un réseau en goutte-à-goutte plusieurs paramètres rentrent en jeux  
Comme : Largeur et longueur de la parcelle, longueur de la rampe et porte rampe, Débit d'une rampe et de la porte rampe .....etc.

- Longueur, Largeur de la parcelle : en m.
- Longueur de la rampe et porte rampe : en m.
- Nombre de rampes : indique la totalité des rampes dans la parcelle.

$$\text{Nombre de rampes} = (\text{largeur de la parcelle}/E_r)$$

Chapitre III.....Elaboration d'une base de données nécessaire pour la programmation

- Nombre d'arbres : présenté comme l'ensemble des arbres dans la parcelle.  
*Nombre d'arbres= (longueur de la rampe/Ecart entre les arbres)\*nombre de rampes*
- Nombre de goutteurs dans une rampe : les goutteurs sont réparties dans la rampe selon le nombre d'arbres et le nombre de goutteurs placés dans un arbre.  
*Nombre de goutteurs dans une rampe =nombre d'arbres dans un rang \*nombre de goutteurs pour chaque arbre.*
- Débit de la rampe : exprimé en (l/h), c'est le cumule des débits amener pour l'ensemble des arbres dans le même rang.  
*Débit de la rampe =nombre de goutteurs dans une rampe\*débit d'un goutteur.*
- Débit de la porte rampe : exprimé en (l/h), la somme des débits de chaque rampe.  
*Débit de la porte rampe =débit d'une rampe\*nombre de rampes*

Une fois ces données saisies il suffit de cliquer sur le bouton [*calculer*] en bas du Panel, sinon le bouton [*effacer*] en cas où on veut insérer de nouvelles données.

The screenshot shows a software panel titled "Rampes" with the following layout:

- Input fields for: *L rampe(m)*, *Largeur Parcelle*, *L p Rampe(m)*, *L parcelle(m)*, *Nbre de Rampes*, *Nbre G Rampe*, *Nbre d'arbres*, *Debit Rampe(l/h)*, and *Debit Porte Rampe(l/h)*.
- Buttons at the bottom: *calculer*, *III*, and *effacer*.

Fig. .III.5.Calculs pour rampe et porte rampe

III.3.3Calcul des Diamètres :

- Diamètre de la rampe : Calculé à partir du modèle suivant :

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

En normalise le diamètre selon les diamètres commercialisé

On calculer la perte de charge suivant la formule suivante

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

### Chapitre III.....Elaboration d'une base de données nécessaire pour la programmation

- Diamètre de la porte rampe : estimé suivant le modèle qui suit :

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

On normalise le diamètre selon les diamètres commercialisés, puis on calcule la perte de charge suivant la formule suivante

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

Une fois ces données saisies il suffit de cliquer sur le bouton [*calculer*] en bas du Panel, sinon le bouton [*effacer*] en cas où on veut insérer de nouvelles données.

Diametres	
<b>Rampe</b>	
D Rampe(mm)	<input type="text"/>
D Rampe Norm	<input type="text"/>
Pdc Rampe(m)	<input type="text"/>
<b>Porte Rampe</b>	
D P Rampe(mm)	<input type="text"/>
Dp rampe norm	<input type="text"/>
Pdc P Rampe(m)	<input type="text"/>
<b>calculer</b> <b>effacer</b>	

Fig. .III.6. Calcul des diamètres

#### III.3.4. Conduite principale et pompe :

##### III.3.4.1. Conduite principale :

Les paramètres de la conduite principale sont déterminés après le calcul de tous les paramètres des rampes et portes rampes. Le Débit, Diamètre, et Perte de charge sont les éléments essentiels pour le dimensionnement de la conduite.

- Longueur : exprimée en (m) c'est une valeur qu'il faut introduire
- Débit : le débit de la conduite principale est estimé en sommant tous les débits des portes rampes.
- Diamètre : il est calculé comme les diamètres des rampes et des portes rampes par la formule :

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

- La perte de charge est calculée suivant le modèle suivant

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

### III.3.4.2.Pompe :

Les caractéristiques de la pompe sont : la Hauteur Géométrique, le Débit et la Hauteur manométrique. Elles sont déterminées par les paramètres suivants:

- HG : Hauteur géométrique une valeur à introduire, exprimer en (m).
- Débit : exprimé en (h/l)
- Hmt : la hauteur manométrique totale égale à la somme des pertes de charges dans la conduite principale +les rampes+ les portes rampes + la pression dans le dernier goutteurs le plus défavorable (- ou+) la hauteur géométrique

Une fois ces données saisies il suffit de cliquer sur le bouton [*calculer*] en bas du Panel, sinon le bouton [*effacer*] en cas où on veut insérer de nouvelles données.

conduite principale		pompe	
Langueur(m)	<input type="text"/>	Diametre(mm)	<input type="text"/>
Debit(L/h)	<input type="text"/>	Pcharge(m)	<input type="text"/>
		HG(m)	<input type="text"/>
		Debit(m3/h)	<input type="text"/>
		HMT(m)	<input type="text"/>

**Fig. III.7. Calcul pour conduite principale et de la pompe**

L'ensemble de toutes ces étapes ont aboutis a un programme complet qui calcule que ce soit les besoins avec tous leurs paramètres ou le dimensionnement du réseau d'irrigation en goutte-à-goutte.

La figure qui suit illustre le programme complet :



fichier edition ?

### Calcul de l'ETP

*Donnees*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Pluie(mm)												
Temperature												
Vent(m/s)												
Insolation(%)												

---

*resultat1*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
ETP(mm)												

---

RFU

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Z(m)												

Hcc(%)       Hpf(%)       Y

---

*resultat2*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
RFU(mm)												

### Bilan

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Kc												
ETR(mm)												
Peff(mm)												

---

*resultat3*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Besoin												

### Besion

Bj(mm/j)   
 Cs(%)   
 G par arbre   
 Ecart Arbres(m)   
 bonde humidifie

---

### dose d'arrosage

Dose net(mm)       Cu(%)   
 Dose brut(mm)       Eeff(%)   
 Frequence(j)       Debit G(L/h)   
 Duree(h)       Ea(m)   
 BjL(mm/j)       Er(m)

---

### Rampes

L rampe(m)       Nbre de Rampes       Debit Rampe(L/h)   
 Largeur Parcelle       Nbre G Rampe   
 L p Rampe(m)       Nbre d'arbres       Debit Porte Rampe(L/h)   
 L parcelle(m)

---

### Diametres

#### Rampe

D Rampe(mm)   
 D Rampe Norm   
 Pdc Rampe(m)

#### Porte Rampe

D P Rampe(mm)   
 Dp rampe norm   
 Pdc P Rampe(m)

---

### Conduite principale et pompe

#### conduite principale

Langueur(m)       Diametre(mm)   
 Debit(L/h)       Pcharge(m)

#### pompe

HG(m)   
 Debit(m3/h)   
 HMT(m)

Fig. III.8.Code de calcul complet

#### **III.4.Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation localisée :**

Les eaux usées épurées peuvent être considérées comme une source en eau non négligeable pour être réutilisées par l'homme dans le domaine de l'irrigation.

Elles peuvent constituer en même temps une solution pour diminuer l'exploitation intensive des ressources en eau limitées.

La réutilisation des eaux épurées dans le monde a pris plusieurs formes :

1. l'usage aux fins d'agrément, qui a commencé en 1955 aux USA,
2. l'arrosage des parcs, des terrains de jeu, des pelouses comme en Australie et aux USA,
3. l'irrigation des différentes cultures agricoles : au Mexique irrigation de 85 000 hectares de maïs, en Hongrie 200 millions de mètre cubes d'eaux usées sont utilisés en 1991 pour l'irrigation de diverses cultures,
4. la recharge des nappes souterraines telles qu'en Grande Bretagne et en Israël, ou 20% des eaux usées sont infiltrées pour l'alimentation des eaux souterraines,
5. l'alimentation des chasses d'eau, cette pratique concernant 33% des foyers installés en zone urbaine au Japon,
6. l'utilisation comme eau de refroidissement industrielle, on cite l'usage de 4000m<sup>3</sup> par jour des eaux traitées en Australie.

##### **III.4.1.Possibilité d'approche en Algérie:**

Un certain nombre de conditions sont réunies pour envisager une réutilisation planifiée et contrôlée (par opposition à l'usage non déclaré spontané qui existe et existera probablement toujours, y compris dans les réseaux officiels) des effluents urbains.

#### **III.5.Utilisation du programme pour les eaux usées :**

Dans l'état actuel des connaissances on ne peut pas connaître clairement les risques liés à la réutilisation des eaux usées épurées aux différents types d'usages, car ces risques ont plusieurs formes de pollution :

- sanitaires liés aux personnes qui sont en contact direct (exploitant de stations, agriculteurs) ou indirect (visiteurs ou voisins des stations d'épurations)
- chimiques liés aux eaux souterraines par les nitrates, nitrites, pesticides, métaux lourds
- pollution microbiologiques liés à la terre irriguée, les eaux souterraines par les bactéries, virus ...
- pollution de l'air par H<sub>2</sub>S...

### Chapitre III.....Elaboration d'une base de données nécessaire pour la programmation

Donc pour irriguer avec les eaux usées il faut adopter des solutions plus sanitaires, a fin de limiter l'influence néfaste de risques non maîtrisés et étude complémentaire liant les techniques d'épuration avec les techniques d'irrigation, peut donner une vision complète de l'impact de ces types de projets sur l'homme et l'environnement.

En ce qui concerne l'utilisation du programme pour ce type d'eaux chargées, il faut dire que des précautions doivent être obligatoirement prises à l'amont du réseau vu que son utilisation directe peut affecter le bon fonctionnement du réseau et plus exactement, on parle du colmatage des gouteurs.

Ces précautions peuvent se répartir en trois propositions

- 1- Choisir le type de pompe adéquat qui peut fonctionner avec des eaux relativement chargées après que le programme ressorte ses caractéristiques.
- 2- Prévoir un bassin de tranquillisation en amont du réseau afin de laisser décanter les particules les plus grossières et d'éviter ainsi un colmatage prématuré du réseau tout en veillant à son nettoyage d'une façon régulière.
- 3- Prévoir si c'est possible des filtres à sables au sein même du réseau, et ceci peut bien sûr engendrer des pertes de charges supplémentaires mais qu'on peut tout de même anticiper en ajoutant une marge dans la détermination de la HMT de la pompe de soutien résultante.

On peut dire enfin que ce programme peut fonctionner aussi bien pour les eaux claires (de robinet) que pour des eaux chargées en prenant bien sur les précautions citées.

**Conclusion :**

Au terme de ce chapitre, nous sommes comme même parvenus à élaborer ce code de calcul qui permet en un laps de temps et avec beaucoup de facilité, de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que de faire le calcul de tous le réseau d'irrigation en goutte à goutte avec les caractéristiques de la pompe de soutient qui va avec, ceci en quelques clics.

L'avantage de l'utilisation de ce programme c'est qu'on peut ressortir les besoins en eau des cultures en tenant compte de la réserve du sol facilement utilisable RFU contrairement à quelques programmes déjà sur le marché à l'image de toutes les versions de CROPWAT, ajoutons à cela le fait que l'on peut les avoir séparément et les utiliser pour le dimensionnement de n'importe quel type de réseau en dehors du goutte à goutte.

Il faut dire également qu'il peut fonctionner même en utilisant des eaux chargées.

## **CHAPITRE IV : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES**

### **Introduction**

Dans le cadre du test, de l'exécution et de la mise en pratique du programme élaboré pour le calcul du réseau d'irrigation en gout à goutte, on propose dans ce qui suit de le faire sur une parcelle expérimentale et qui est la parcelle pilote de l'ENSH. Ceci en passant par les différentes étapes déjà abordées à commencer par la présentation de la parcelle pilote.

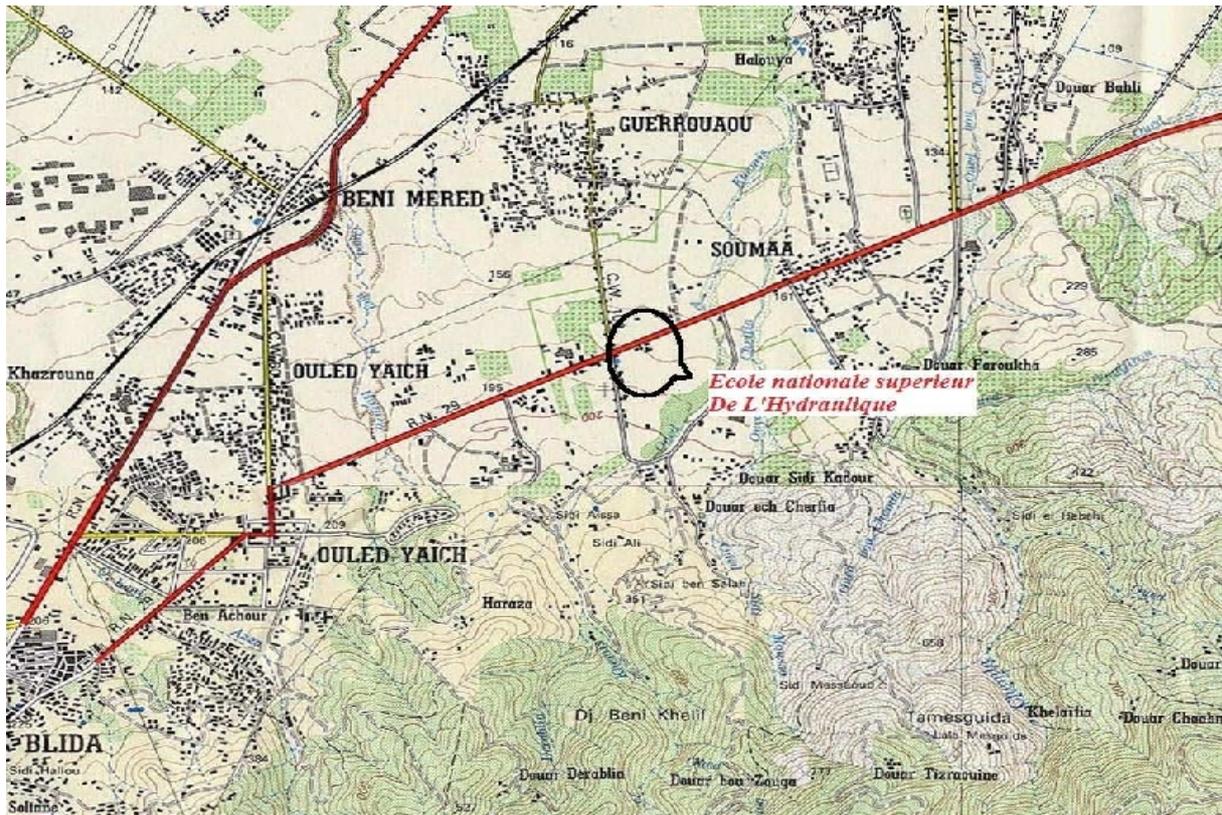
### **IV.1. Situation et climat :**

#### **IV.1.1 Situation géographique :**

Notre Parcelle d'irrigation se situe dans l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique qui se situe dans la commune de Guerrouaou wilaya de Blida, située au piémont de l'Atlas Blidéen à 5 Km de la ville de Blida et de 8 Km de la ville de Boufarik. Elle s'étend entre les parallèles 36°30' et 36° Nord et la longitude 3°20' et 2°40' Est. Elle est limitée :

- Au Sud par le bloc B de l'ENSH.
- Au Nord par la route national N° 29.
- Al'Est: parking de l'ENSH.
- A l'Ouest : route de Sidi Aissa.

La station s'étend entre les parallèles : 36° 30' 40" et 36° 31' 11" Nord et les longitudes 2°53'04'' et 2°53'22'' Est.



**Fig. IV.1.**Situation géographique de notre station d'étude



**Fig. IV.2.**Photo satellite de la parcelle d'étude

**Situation topographique :**

Notre parcelle pilote se trouve au sein même de l'école, elle est constituée d'un terrain relativement plat, travaillé et labouré. On signale que le sol en place est remangé et n'est pas d'origine.

Le levé topographique du site a été effectué sur site et a débuté le 31/04/2012 jusqu'au 02/05/2012 avec le matériel du laboratoire de géodésie à savoir le RDS équipé d'une boussole et un réflecteur. Comme le montre la figure suivante :



**Fig. IV.3. Appareils géodésiques**

Le travail a été effectué en fixant une seule station au milieu de la parcelle et à partir de laquelle nous avons balayé relativement tout le terrain en insistant sur les points de repère.

Les données des différents points recueillis sur le terrain sont représentées dans le tableau III.1.

N° de points	X	Y	Z
p1	99.995	79.473	199.74
p2	115.786	80.799	199.559
p3	162.547	78.312	199.539
p4	163.223	70.284	199.545
p5	174.903	71.071	199.546
p6	179.954	74.301	199.675
p7	180.931	27.681	200.257
p8	122.480	23.783	200.856
p9	100.962	22.445	201.031
p10	45.047	18.900	201.549
p11	36.368	18.812	201.739

N° de points	X	Y	Z
B23	140.354	74.528	199.413
B24	141.557	69.398	199.498
B25	141.588	67.304	199.596
B26	141.674	65.454	199.555
B27	143.353	67.369	199.657
B28	141.524	58.901	199.515
B29	141.930	52.363	199.609
B30	142.944	46.587	199.680
B31	144.366	42.011	199.948
B32	144.652	40.061	200.009
B33	146.232	42.184	199.895

p12	36.479	22.239	201.646
p13	28.153	41.249	201.155
p14	30.578	54.631	201.169
p15	18.443	57.988	201.246
p16	22.040	73.000	200.950
p17	75.851	77.505	199.623
L1	103.534	74.572	199.663
L2	119.217	76.209	199.592
L3	140.459	76.825	199.648
L4	152.236	74.234	199.596
L5	157.232	32.926	200.257
L6	122.371	29.059	200.375
L7	100.220	28.742	200.298
L8	77.298	26.942	200.730
L9	40.431	25.034	201.279
L10	40.861	45.028	200.647
L11	43.887	70.237	200.317
L12	63.539	70.894	200.037
L13	154.951	50.994	199.458
B1	99.882	56.085	199.950
B2	99.669	60.560	199.705
B3	104.094	70.029	199.650
B4	106.604	77.497	199.650
B5	112.767	73.174	199.769
B6	112.717	66.816	199.469
B7	114.713	56.900	199.760
B8	112.371	50.093	200.013
B9	117.353	45.636	200.175
B10	108.778	38.090	200.337
B11	101.619	42.076	200.206
B12	103.565	33.650	200.487
B13	106.976	29.700	200.643
B14	124.195	34.265	200.562
B15	125.606	45.556	200.094
B16	126.582	54.715	199.828
B17	130.420	52.930	199.760
B18	131.219	53.899	199.742
B19	132.449	52.998	199.689
B20	134.283	62.869	199.549
B21	135.991	68.630	199.496
B22	135.491	74.623	199.497

B34	145.520	34.682	200.187
B35	145.296	29.801	200.420
B36	150.067	32.875	200.64
B37	156.204	33.070	200.219
B38	157.418	37.836	200.052
B39	157.989	41.614	199.737
B40	156.733	46.340	199.744
B41	159.083	46.801	199.627
B42	159.654	42.041	199.771
B43	171.807	32.570	200.164
B44	168.079	30.579	200.147
B45	166.483	52.417	199.530
B46	155.886	61.137	199.493
B47	154.580	71.249	199.781
B56	35.724	25.624	201.489
B57	38.801	40.246	200.854
B58	40.236	52.505	200.722
B59	51.73	54.318	200.589
B60	58.106	49.124	200.296
B61	67.718	60.194	200.061
B62	96.197	62.691	200.05
B63	69.878	68.701	199.756
B64	86.548	61.974	199.913
B65	84.403	54.068	200.084
B66	80.071	46.81	200.348
B67	82.439	36.369	200.523
B68	83.768	28.026	200.647
B69	92.57	30.442	200.498
B70	92.717	39.174	200.323
B71	92.714	49.229	200.097
B72	93.84	59.106	199.783
B73	93.764	69.997	199.687
B74	103.258	69.772	199.607
B75	104.681	60.952	199.693
B76	105.047	51.964	199.862
B77	104.70	42.866	200.132
B78	104.473	33.691	200.457
pt1	107.704	56.948	199.756
pt2	108.493	60.838	199.674
pt3	103.743	60.068	199.771

**IV.1.2. Climatologie :**

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

Le climat se caractérise par ces différents paramètres :les précipitation, la température, l'évaporation, l'humidité relative, le vent ....etc.

**IV.1.2.1. Température**

Les températures extrêmes et moyennes sur la période d'observation (1979 à 2009) sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.2 : Températures extrêmes et moyennes mensuelles**

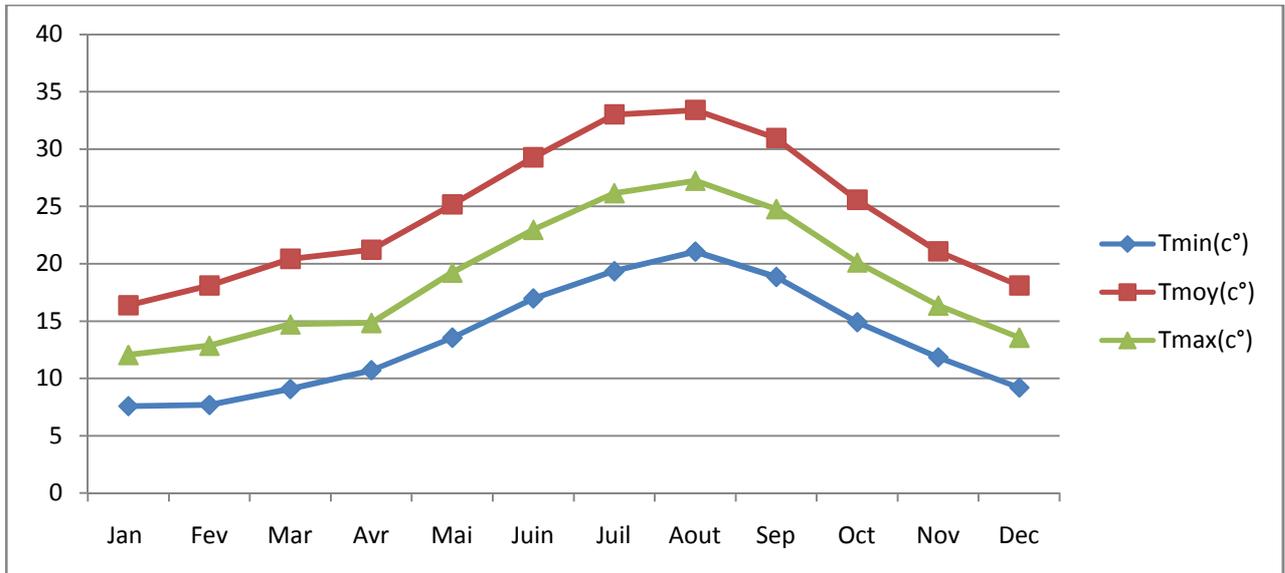
Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
T <sub>emin</sub> (°C)	7,54	7,61	9,02	10,51	13,37	16,38	19,46	21,30	18,83	14,87	9,42	9,12	13,12
T <sub>max</sub> (°C)	16,44	18,19	20,44	23,03	25,31	29,44	33,10	32,52	17,82	18,77	18,42	20,21	22,81
T <sub>moy</sub> (°C)	12,05	12,86	14,71	14,84	19,24	22,96	26,15	27,23	24,76	20,11	16,36	13,56	18,74

Source ANRHBLIDA

Avec: température maximale correspond à celle du mois d'août avec 32,52°C, (c'est le mois le plus chaud).

La température minimale correspond à celle du mois de janvier avec 7,54°C, (c'est le mois le plus froid).

A partir du tableau IV.1 on trace le graphe de température



**Fig. IV.4. Graphe des températures**

**IV.1.2.2. Nébulosité**

La nébulosité correspond à la fraction du ciel couvert par les nuages ou la quantité de nuage qui empêche l’ensoleillement de la surface du sol.

Les valeurs moyennes mensuelles de la nébulosité pour une période de 16 ans sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.3.Nébulosité moyenne mensuelle**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Valeur	4,7	4,3	4,5	4,6	3,5	3,0	2,1	2,4	3,1	4,0	4,7	4,5	3,8

Source: ONM

D’après le tableau en remarque :

- La valeur mensuelle maximale est de 4,7 observée au mois de Janvier et Novembre.
- La valeur mensuelle minimale est de 2,1 observée au mois de Juillet.
- Nébulosité = 10 indique un ciel totalement couvert.
- Nébulosité = 0 indique un ciel tout à fait claire.

**IV.1.2.3.Vent**

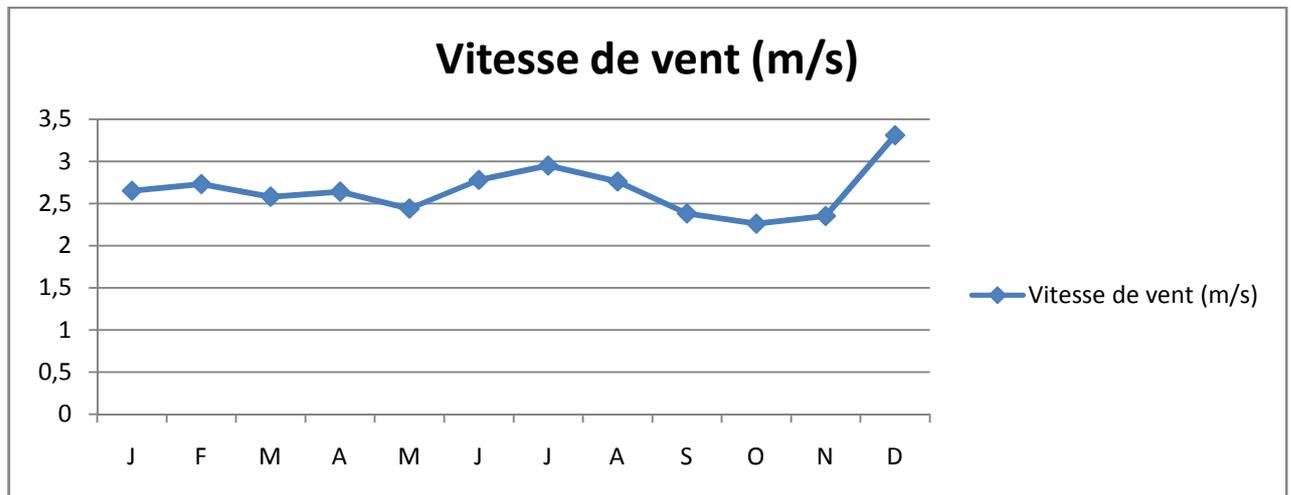
Le vent est un facteur destructif vu sont influence directe sur les sols, la végétation et les autres facteurs tel que les précipitations et l'évapotranspiration. Il intervient aussi dans le choix de type d'irrigation. La variation de vitesse de vent au cours de l'année est représentée dans le tableau IV.4. Pour 21 ans

**Tableau IV.4. Vitesse du vent**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vitesse de vent (m/s)	2,65	2,73	2,58	2,64	2,44	2,78	2,95	2,76	2,38	2,26	2,35	3,31

Source ANRH BLIDA

D'après le tableau IV.4 ; la vitesse maximale du vent est observée au mois de Décembre, elle est à 3,31m/s.



**Fig. IV.5.Graphe des vitesses du vent**

**IV.1.2.4.Evaporation**

L'évapotranspiration est un phénomène continu dans le temps. Elle est définie comme étant la quantité d'eau consommée qui comprend d'une part l'eau transpirée par la plante et d'autre part l'évaporation directe à partir de sol.

Cette évapotranspiration dépend du climat et de ses variations qui sont déterminées par certains paramètres qui sont l'humidité de l'air, la vitesse du vent, la température de l'air ainsi que la pression atmosphérique. Il s'agit en fait de la combinaison de deux phénomènes, le premier est l'évaporation de nature physique tandis que le second est la transpiration de nature biologique.

Les valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation sont représentées dans le tableau ci-après :

**Tableau IV.5.L'évaporation moyenne mensuelle pour 21 ans**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Evaporation (mm)	56	54,38	68,65	91,23	119,34	154,11	172,90	157,92	114,30	88,40	70,82	64,81

Source : ANRH Blida

On remarque d'après le tableau IV.5 ; que l'évaporation atteinte le maximum dans le mois de Juillet, elle atteint 172,90mm.

#### IV.1.2.5.Insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol. Les valeurs moyennes mensuelles et journalières sont représentées dans le tableau ci-après :

**Tableau IV.6.Insolutions moyennes mensuelles :**

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc
Insolation (heures)	4,43	6,00	7,09	7,65	9,66	10,12	11,29	10,58	9,29	7,07	5,32	4,09

Source: ONM

#### IV.1.2.6.Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et le couvert végétal.

L'humidité relative moyenne mensuelle est représentée dans le tableau suivant

**Tableau IV.7.Humidités relatives moyennes mensuelles pour 21 ans:**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Hr(%)	71	68	69	65	64	60	59	56	64	66	68	70	65

Source : ONM

D'après le tableau ci-dessus en remarque que :

- Le mois le plus humide est le mois de Janvier avec 71%

➤ Le mois le moins humide est le mois d’Août avec 56%.

**IV.1.2.7.Pluviométrie :**

a) pluviométries moyennes mensuelles :

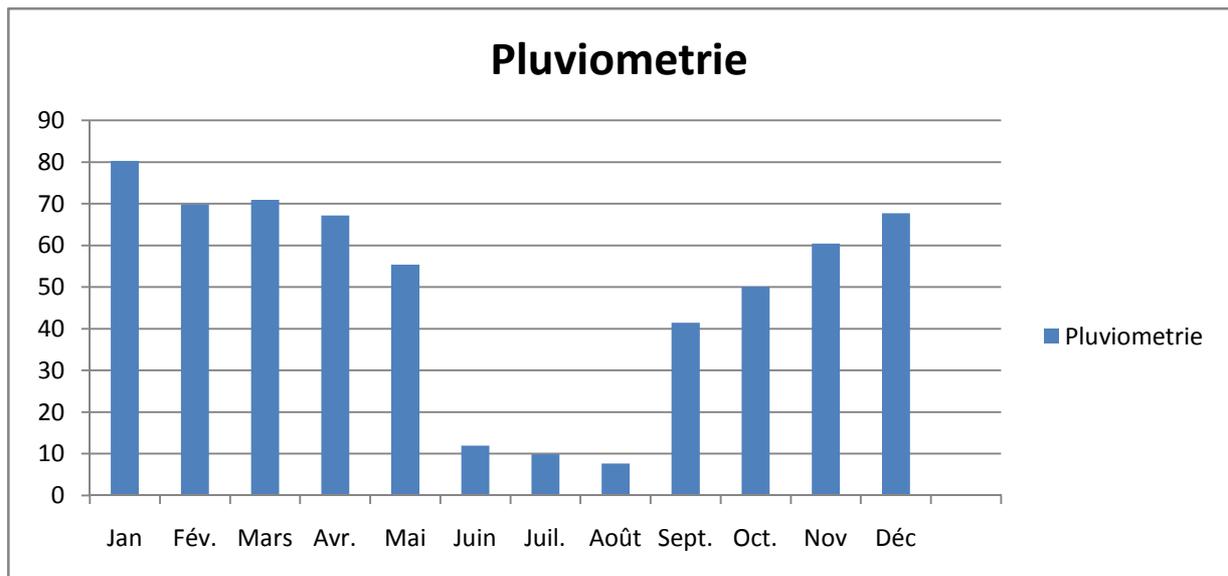
La pluviométrie moyennes observé a la station de soumaa durant 20 ans de 1979 a 2009 sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.8.pluviométries moyennes mensuelles (mm)**

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc	Année
Pluviométrie	80,30	69,88	70,91	67,21	55,40	11,97	9,87	7,69	41,47	50,13	60,47	67,74	593,04

Source ANRH BLIDA

- Saison humide de Décembre à Avril.
- Saison sèche de Mai, Juillet et Octobre.



**Fig. IV.6.Graphe de la pluviométrie**

La figure IV.6.Représente la répartition annuelles des moyennes mensuelles des précipitations, on constate que le mois de décembre est le mois le plus pluvieux, les précipitations sont presque nulles en Juillet et Août.

b) Nombre moyen de jours pluvieux :

La moyenne des journées pluvieuses pour la période donnée est représenté dans le tableau suivant :

**Tableau IV.9.Nombre moyen des jours pluvieux**

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc	Année
Jours	15	10	11	9	7	5	1	3	5	9	11	13	89

Source ANRH BLIDA

**IV.1.2.7.1.Etude fréquentielle**

Le but de l'étude fréquentielle est de déterminer l'année de calcul, pour notre région on opte la probabilité de 80%.

Une analyse statistique doit être faite sur la base des enregistrements pluviométriques effectués sur une longue période.

Les différentes étapes envisagées sont :

- 1/ Présenter les pluies totales annuelle pour une période donnée sous forme de tableau.
- 2/ Classer les données par ordre de grandeur décroissant.
- 3/ Classifier la position relevée selon la relation :

$$Fa = 100. \frac{m}{(n+1)} \quad (1)$$

Dans laquelle :

n : nombre d'enregistrements.

m : numéro du rang.

Fa : position relevée.

4/ Reporter les valeurs sur papier de probabilités comme il est indique sur la figure 7.

5/ Sélectionner les valeurs annuelles correspondant à une probabilité de 20,50 et 80 %.

6/ Déterminer les valeurs mensuelles pour l'année sèche par la relation suivante :

$$P_{isec} = P_{imoy} \cdot \frac{P_{sec}}{P_{moy}} \quad (2)$$

Dans laquelle :

$P_{imoy}$  : pluie moyenne mensuelle pour le mois i.

**Tableau IV.10.Calcul des probabilités de pluie :**

Valeurs de départ	Valeurs classées par ordre décroissant	Ordre de classement	Position relevée
911,2	999,4	1	2.63
717,9	938,4	2	5.26
936,2	936,2	3	7.89
999,4	911,2	4	10.53
797,4	846,5	5	13.16
684	797,4	6	15.79
846,5	787,7	7	18.42
574,5	783,9	8	21.05
626	773,9	9	23.68
609,7	760,8	10	26.32
787,7	756,6	11	28.95
617,8	717,9	12	31.58
520,4	695,4	13	34.21
596,7	684	14	36.84
523,8	678,1	15	39.47
938,4	675,9	16	42.11
640,1	664,8	17	44.74
783,9	640,1	18	47.37
422,2	626	19	50.00
579,2	617,8	20	52.63
416,9	609,7	21	55.26
491,9	596,7	22	57.89
695,4	579,5	23	60.53
443,9	574,5	24	63.16
470,2	568,4	25	65.79
568,4	523,8	26	68.42
756,6	523,5	27	71.05
386,1	520,4	28	73.68
675,9	491,9	29	76.32
453,7	470,2	30	78.95
384,7	453,7	31	81.58
523,5	443,9	32	84.21
410,1	422,2	33	86.84
664,8	416,9	34	89.47
773,8	410,1	35	92.11
760,8	386,1	36	94.74
678,1	384,7	37	97.37

D'après le tableau III.10.on trouve les valeurs correspondantes aux probabilités 50 et 80% qui sont :

$$F(50\%) = 626 \text{ mm.}$$

$$F(80\%) = 460 \text{ mm.}$$

D'après ces deux valeurs, on détermine l'année de calcul par l'application de la relation 4, les résultats de calcul sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.11.Précipitations mensuelles de l'année de probabilité 80%**

MOIS	Jan	Fiv	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
P80%	62.05	52.74	51.09	49.63	41.64	9.44	7.72	6.07	28.91	33.35	40.22	46.76	429.62

Calcul de la pluie efficace :

**a) Pourcentage fixe des précipitations**

$P_{eff} = a \cdot P_{tot}$  dans laquelle « a » est une fraction donnée par l'utilisateur pour tenir compte des pertes par ruissellement et percolation profonde. En général les pertes avoisinant 10 à 30%, auquel cas  $a = 0,7$  à  $0,9$ .

**b) Formule empirique pour la précipitation de projet**

Elle est basée sur une analyse réalisée pour différents climats aride et subhumide. Une formule empirique a été établie par AGLW/FAO pour déterminer la précipitation efficace correspondant à une probabilité de dépassement de 80% tenant compte des pertes estimées dues au ruissellement et à la percolation. Cette formule peut être utilisée dans les buts de conception où une probabilité au dépassement de 80% est requise, le calcul est le suivant :

$$P_{eff} = 0,6 P_{tot} - 10 \quad \text{pour } P_{tot} < 70 \text{ mm.} \quad (03)$$

$$P_{eff} = 0,8 P_{tot} - 24 \quad \text{pour } P_{tot} > 70 \text{ mm.} \quad (04)$$

**c) Formule empirique**

Les paramètres peuvent être déterminés à partir d'une analyse des données climatiques locales. La relation peut, dans la plupart des cas, être simplifiée par les équations suivantes :

$$P_{eff} = a \cdot P_{tot} + b \quad \text{pour } P_{tot} < z \text{ mm.} \quad (05)$$

$$P_{eff} = c \cdot P_{tot} + d \quad \text{pour } P_{tot} > z \text{ mm.} \quad (06)$$

Tel que : a, b, c et z sont des coefficients de corrélation

**d) Méthode USDA – ACS**

Les précipitations efficaces peuvent être calculées par les formules recommandées par l'United States Département of Agriculture-soil conservation service.

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{tot}} \cdot (1 - 0,2 P_{\text{tot}} / 125) \text{ pour } P_{\text{tot}} < 250 \text{ mm.} \quad (07)$$

$$P_{\text{eff}} = 125 + 0,1 P_{\text{tot}} \quad \text{pour } P_{\text{tot}} > 250 \text{ mm.} \quad (08)$$

En général, l'efficacité d'une précipitation diminue lorsque celle-ci augmente. Dans la plupart des cas quand les précipitations sont inférieures à 100 mm/mois. L'efficacité sera approximativement 80%.

On optera pour la première méthode qui est la méthode du pourcentage fixe des précipitations.

**IV.1.2.8.Indices climatiques****IV.1.2.8.1.Indice d'aridité De Martonne :**

L'indice d'aridité De Martonne définit comme le degré de sécheresse du climat et par conséquent il nous oriente dans le choix des cultures.

Il est calculé par la formule suivante :  $I = \frac{P}{T + 10}$  (09)

Avec : I : Indice De Martonne

P : Précipitation annuelle en (mm)

T : Température moyenne annuelle

$$I = \frac{651}{18.6 + 10} = 22.8 \quad (10)$$

**Tableau IV.12.Les limites de climat d'après l'indice de Martonne**

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

$I_A = 20,14$  mm donc  $20 < I_A \leq 30$ . On comparant la valeur trouver de «I» avec celle du tableau on peut conclure que notre climat est de type « relativement humide » donc l'irrigation est par fois utile.

#### IV.1.2.8.2.Quotient pluviométrique d'Emberger

Il permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger.

$$Q = \frac{1000}{\frac{(M + m)(M - m)}{2}} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2} \quad (11)$$

**Avec :**

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en Kelvin.

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en Kelvin.

$$M = 273 + 33,6 = 306,6 \text{ K}$$

$$m = 273 + 7,5 = 280,5 \text{ K}$$

$$\text{D'où : } Q = 2000 \frac{576,93}{(306,6)^2 - (280,5)^2} = 75,30$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (annexe 1) les valeurs obtenues de Q correspondent à un climat subhumide.

#### IV.1.2.8.3.Climogramme de Gaussen

Le Climogramme de Gaussen 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).

Dans notre cas, la période sèche commence du mois d'Mai jusqu'au mois d'Octobre

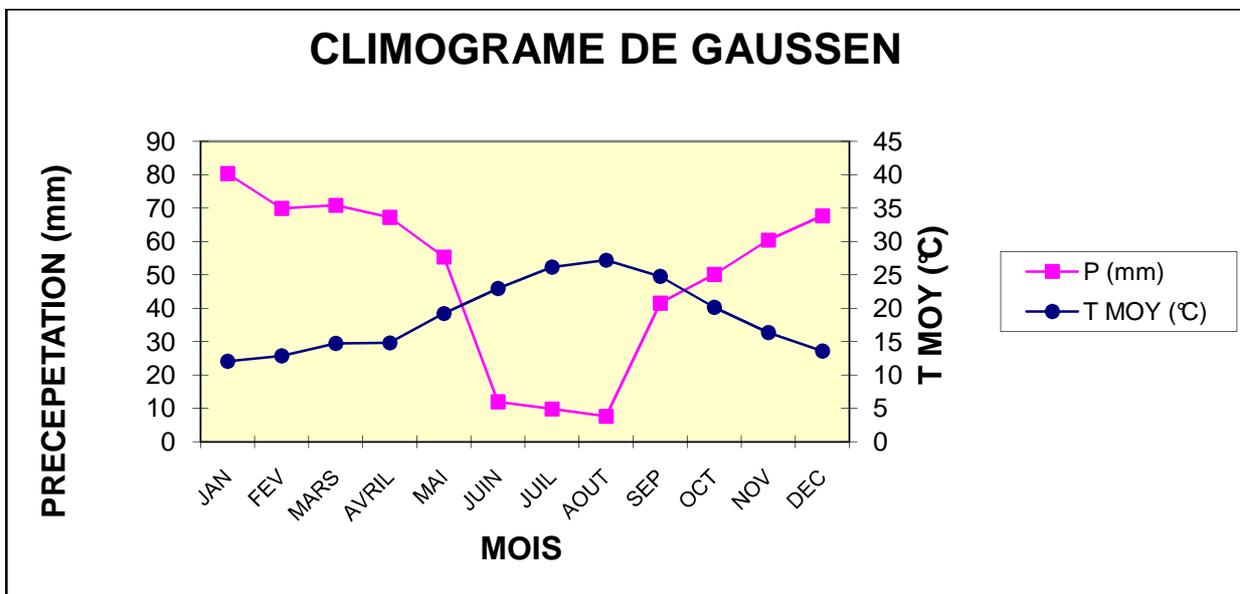


Fig.IV.7.Climogramme de gaussen

### IV.3.Caractéristiques de la région [07]

#### IV.3.1.Géologie

La Géologie de la Mitidja a fait l'objet de plusieurs études fondées sur les travaux majeurs de Glangeaud et Aymé (1952) qui avaient établi que la Mitidja était un bassin intra montagneux formé par effondrement rempli de dépôts d'âge plio-quaternaire. L'analyse structurale est abordée afin de préciser la disposition spatiale des réservoirs. Pour notre part, nous analyserons la litho stratigraphie, préalable nécessaire pour définir le milieu récepteur, mais aussi pour préciser

Chapitre: IV.....Analyse des conditions naturelles  
l'existence et la situation des éléments susceptibles d'intervenir sur le chimisme des eaux  
souterraines.

## **A. Succession lithostratigraphique**

### **.1. Le socle primaire**

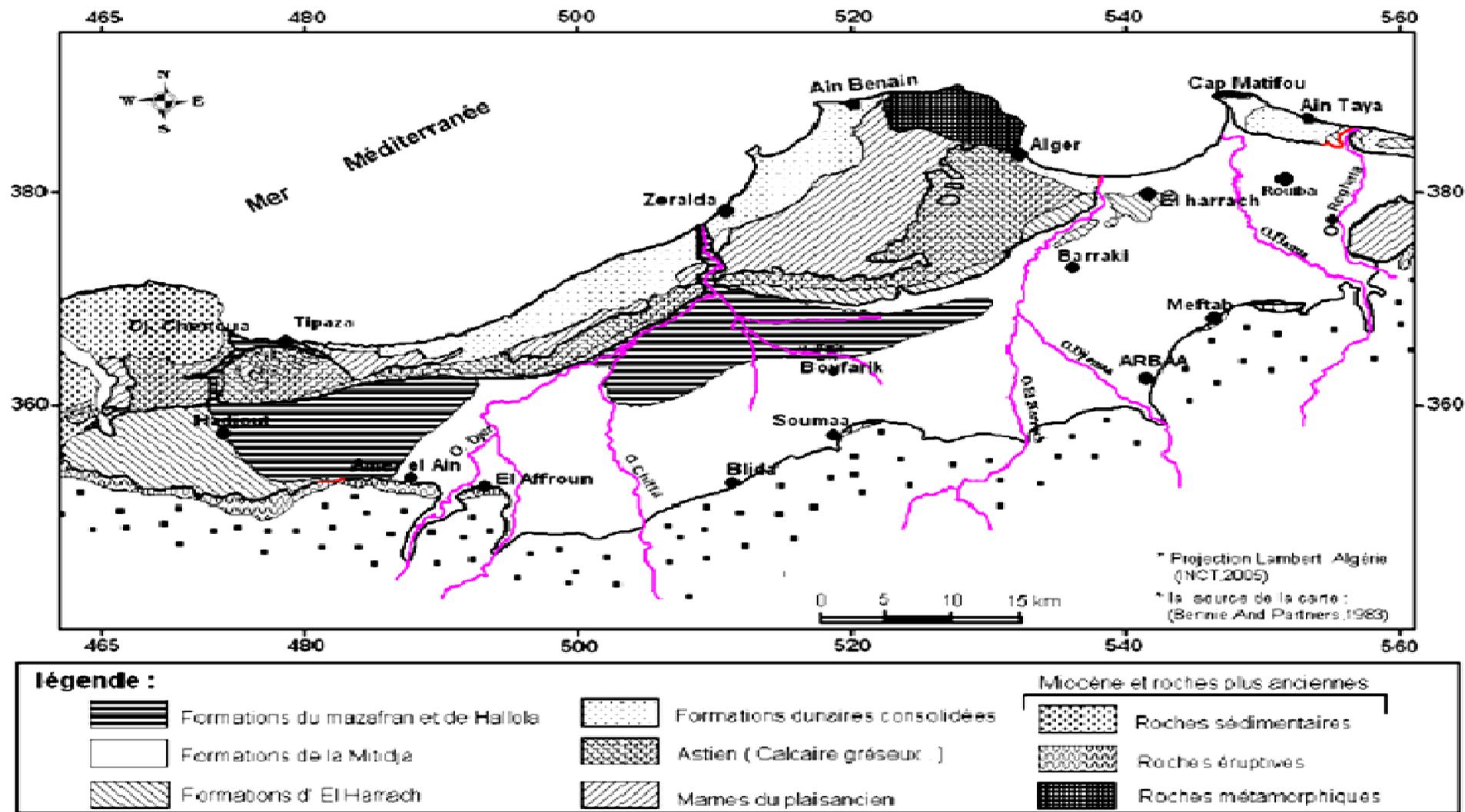
### **.2. Le Mésozoïque** On distingue:

- Les calcaires de l'Oued Sidi El Kebir ; calcaire massif cristallin d'âge jurassique.
- Les calcaires et grès de la Chiffa d'âge néocomien et aptien.
- Les flysch (marnes et calcaires) d'âge albien supérieur à sénonien.

### **.3. Le Tertiaire**

- **Le Miocène et roches plus anciennes**
- **Les roches éruptives du Tertiaire**

D'autres affleurements de roches volcaniques se rencontrent dans la région de Khemis El khechna et Thenia (Rhyolites - Andésites), (Figure IV.9).



>

Fig. IV.8. Aperçu géologique de la plaine de la Mitidja (Bennie and Partner, 1983)

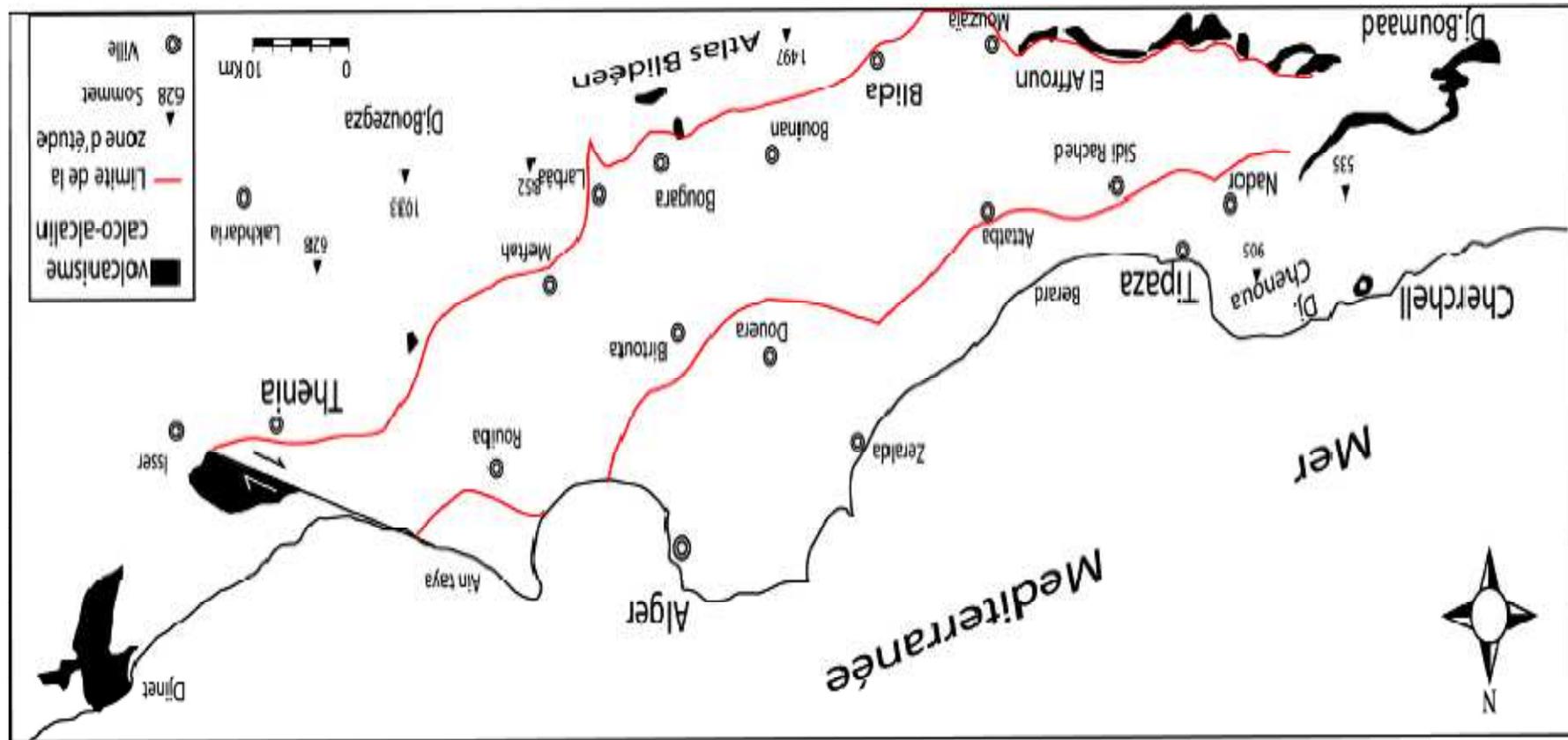


Fig. IV.9. Affleurement des roches volcaniques cal co-alkalines du Miocène (Bennie and Partner, 1983)

- **Le Plaisancien**

Il repose en discordance sur les formations du Miocène (Glangeaud ,1952). Il s'agit d'une formation constituée de niveau fossilifère glauconieux, de marnes jaunes et grises parfois sableuses.

- **L'Astien**

La formation de l'Astien comporte plusieurs faciès séparés par un niveau repère glauconieux de 4m à quelques centimètres d'épaisseur. Les lithologies les plus fréquemment rencontrées sont:

- Les calcaires ou calcaires sableux.
- Les grès.
- Les argiles calcaires jaunes.
- Les calcaires à faciès récifal.

#### **.4.Le Quaternaire : Formation de la Mitidja**

C'est l'emplacement de notre parcelle pilote, la formation de la Mitidja se compose principalement de matériaux alluviaux grossiers

- Des graviers.
- Des galets.
- Des limons ou argiles en quantités variables.

#### **Dépôts de la formation de la Mitidja**

Les dépôts de la formation de la Mitidja ont lieu pendant le Quaternaire moyen.

Il y a remplissage progressif par des dépôts essentiellement caillouteux et une accumulation rapide de dépôts d'origine continentale.

La parcelle à étudier n'est qu'une petite partie de la vaste plaine de la Mitidja.

#### **IV.3.2.Hydrogéologie**

La zone de la Mitidja dont se situe notre parcelle est constituée par des alluvions villafranchiennes de faible perméabilité.

Après la sécheresse, l'alimentation des nappes est faible et le pompage des eaux souterraines a créé un rabattement de la nappe. Le niveau aquifère se trouve à une profondeur de 20m en moyenne.

Il est constitué de gravier, de sable, et d'une faible proportion d'argile. La nappe est libre et repose sur un substratum argileux imperméable.

## Chapitre: IV .....Analyse des conditions naturelles

-Une série marneuse du plais ancien ou du miocène

-Un premier aquifère constitué par des grés Astien

-Une série semi-perméable formée par des argiles et des gravies

-Un ensemble d'aquifères, dits superficiels, représenté par des niveaux de graviers alternant avec des argiles.

La presque totalité des forages d'exploitation de la Mitidja s'adresse au niveau aquifère superficiels.

### **Conclusion**

L'analyse des conditions naturelles de la zone d'étude montre :

- Le climat de la région abritant notre parcelle pilote est un climat subhumide.
- L'irrigation est indispensable à partir du mois d'Avril jusqu'au mois de septembre.
- La nappe phréatique est très profonde, donc on peut en premier lieu exclure le problème de la salinité dû à la remonté de la nappe.



## CHAPITRE V : ETUDE AGROPEDOLOGIQUE

### Introduction

Toujours dans l'optique de tester et d'exécuter le programme, l'étude pédologique est incontournable du fait que c'est l'un des facteurs essentiels qui prennent compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols.

C'est grâce à la pédologie que l'on peut connaître précisément l'aptitude des sols aux cultures, Fertilité naturelle...etc.

Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment :

-La profondeur du sol qui enjoint l'épaisseur des couches accessibles aux racines, qui a une relation directe avec la réserve en eau disponible.

-La structure et la porosité des horizons qui jouent un rôle vital sur perméabilité du milieu.

-Les caractéristiques chimiques (PH, SAR, CE.....) qui influent sur l'éventail des possibilités culturales de la zone à irriguer.

La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées.

### V.1. Classification du sol de la parcelle

D'après la carte pédologique de la Mitidja, le sol de la station d'irrigation de l'E.N.S.H est classé comme suite :

**Classe** : sol peu évoluée

**Sous classe** : non climatique

**Groupe** : d'apport alluvial colluvial.

**Sous-groupe** : modal

**Famille** : alluvion colluvions

**Série** : peu profond.

## V.2.Descriptions du profil pédologique

On réalise un profil pédologique à l'intérieure de la station. On distingue quatre horizons ayant les caractéristiques suivantes :

**1<sup>er</sup> horizon : 0 ÷ 30 cm** : Peu humide, brun, texture équilibré, structure fragmentaire granuleuse, poreux, peut adhésive, friable, présence des chevelures racinaires, faible activité biologique.

**2<sup>eme</sup> horizon : 30 ÷ 60 cm** : Peu humide, marron clair, texture équilibré, structure fragmentaire polyédrique, poreux, peu adhésive, compacte, activité biologique nulle.

**3<sup>eme</sup> horizon : 60 ÷ 90 cm** : Sec, marron foncé, texture équilibré, structure particulière, peu poreux, peu adhésive, friable, activité biologique nulle.

**4<sup>eme</sup> horizon : 90 ÷ 130 cm** : Peu humide, marron foncé, texture équilibré, structure fragmentaire polyédrique, poreux, non adhésive, friable, l'activité biologique nulle. [08]

## V.3. Composition granulométrique :

La composition granulométrique du sol de la station E.N.S.H est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau V.1.Composition granulométrique**

Profondeur (cm)	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)	Texture
0 ÷ 30	35	45	36.8	Limoneuse-sableuse-argileuse
30 ÷ 60	18	36.9	45.1	sableuse-limoneuse-argileuse
60 ÷ 90	25	34.8	48.7	Sableuse-limoneuse-Argileuse
90 ÷ 130	19.5	38.1	42.4	Sableuse-limoneuse-Argileuse
Moyenne	19.5	37.25	43.25	Sableuse-limoneuse-Argileuse



- **La densité apparente:** c'est le rapport entre le poids sec d'un sol après passage à l'étuve et le volume apparent.

- **La densité réelle:** elle correspond à la matrice solide d'un sol

- **la porosité:** c'est le total des vides d'un sol. Elle est liée à la densité réelle et à la densité apparente par la relation suivante:

$$P = (D_r - D_a) \times 100 / D_r \quad (12)$$

Elle est exprimée en pourcentage

P: porosité

D<sub>r</sub>: densité réelle

D<sub>a</sub>: densité apparente

### V.5.Caractéristique chimiques du sol

Les caractéristiques chimiques du sol de la station E.N.S.H sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau V.3.Caractéristique chimiques du sol**

Profondeur (cm)	Propriétés chimiques du sol		
	PH eau	PH Kcl	CE ( μ S/cm)
<b>0-30</b>	8.50	7.61	150
<b>30-60</b>	8.68	7.70	83
<b>60-90</b>	8.21	7.38	48.5

A l'aide du résultat de l'analyse granulométrique de notre sol de la parcelle d'étude nous avons déterminées les propriétés hydrodynamiques.

**Tableau V.4. Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique:**

Caractéristiques	H <sub>cc</sub> (%)	H <sub>PF</sub> (%)	Porosité (%)	H <sub>cc</sub> - H <sub>PF</sub> (%)	RU mm/m
Horizon (cm)					
<b>0-30</b>	22	10	44	8	170
<b>30-60</b>	14	6	42	8	120
<b>60-90</b>	22	10	44	10	170

H<sub>PF</sub>: Humidité au point de flétrissement

H<sub>cc</sub>: Humidité à la capacité au champ

H<sub>cc</sub>- H<sub>PF</sub> : Humidité disponible

RU: Réserve utile

## **V.6. Qualité des eaux d'irrigation et classification:**

### **V.6.1. Qualité des eaux d'irrigation:**

L'école Nationale supérieure D'Hydraulique est alimentée par une source de prévenance de SIDI AISSA, cette eau va être stockée dans un réservoir.

Le contrôle des paramètres qualitatifs de l'eau d'irrigation est d'une importance considérable et cela pour plusieurs raisons:

- Certaines substances sont intolérantes à cause des composés chimiques véhiculées par l'eau d'irrigation.
- L'eau d'irrigation de qualité médiocre peut entraîner le colmatage des systèmes d'irrigation, les goutteurs par exemple, qui sont sensibles aux substances chimiques en suspensions.

### V.6.1.1. Les sources de Sidi Aissa

Les sources de Sidi Aissa assurent l'alimentation en eau potable de l'école nationale supérieure de l'hydraulique. Et puisque la station d'irrigation à une petite superficie (0,6 ha) on peut faire un piquage dans le réseau d'AEP pour assurer l'irrigation de la station.

Les caractéristiques des eaux sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau V.5. Caractéristiques des eaux de la source de Sidi Aissa et l'eau potable de l'ENSH[09]**

Caractéristiques	PH	C.E (mmhos/cm)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	SAR
Eau brute (source)	7.4	0.48	10	67	31	0.25
Eau potable de l'ENSH (après traitement)	7.70	0.54	18	61	26	0.48

D'après le diagramme de classification de l'eau d'irrigation (norme USDA), (annexe), l'eau de la source est de classe (C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>), donc de très bonne qualité et il n'y a pas de risque du à la salinité ou à l'alcalinité.

### V.6.1.2. Classification des eaux d'irrigation:

Les eaux d'irrigation, en fonction des dangers qui peuvent entraîner leur utilisation sont réparties sous plusieurs classes.

On peut distinguer quatre classes de risque salin :

- Classe C<sub>1</sub>: C.E ≤ 0,25 mmhos/cm .....Risque faible.
- Classe C<sub>2</sub>: 0,25 < C.E ≤ 0,75 mmhos/cm .....Risque moyen.
- Classe C<sub>3</sub>: 0,75 < C.E ≤ 2,25 mmhos/cm .....Risque élevé.
- Classe C<sub>4</sub>: C.E > 2,25 mmhos/cm .....Risque très élevé.

**V.6.2.Le coefficient d'adsorption du sodium SAR :**

$$SAR = \frac{Na^+}{\frac{\sqrt{Ca^{++} + Mg^{++}}}{2}} \tag{13}$$

Quatre classes de risque alcalin peuvent être distinguées

- Classe S<sub>1</sub> : SAR ≤ 10 .....Risque faible
- Classe S<sub>2</sub> : 10 < SAR ≤ 18 .....Risque moyen
- Classe S<sub>3</sub> : 18 < SAR ≤ 26 .....Risque élevé
- Classe S<sub>4</sub> : SAR > 26 .....Risque très élevé.

**Tableau V.6.Caractéristique chimiques des eaux de forage qui alimente notre parcelle en eau d'irrigation:**

Caractéristique	PH	CE mm hors / cm	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/ l	SAR
Eau du forage	7.8	0.6	10	65	20	1.53

L'eau d'irrigation de notre parcelle appartient au couple (C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub>).

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation (voir annexe 3) mis par le service de: salins and alcali soils, notre eau est moyennement salée et il n'y a pas de risque lié à l'alcalinité, donc on peut la considéré comme de bonne qualité.

L'eau de la source de SIDI-AISSA est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre station.

**V.7.Les aptitudes culturales**

Notre zone d'étude est caractérisée par un climat relativement humide d'une part, d'autre part l'étude pédologique montre que le sol de la station à une texture limoneuse ainsi que le problème de la salinité du sol et des eaux d'irrigation n'est pas posé.

Le choix des cultures se fait selon plusieurs facteurs qui sont:

- Climat
- Sol
- Quantité des eaux d'irrigation

Et de ce fait nous optons pour **les vignes**.

**Conclusion:**

D'après l'étude, on a déterminé le type du sol, la qualité des eaux d'irrigation et les cultures répondant à l'aptitude culturale du sol.

De ce fait, il ressort que le choix des cultures ne pose pas de problème, dans notre étude et on va choisir les vignes.

## **CHAPITRE VI : REGIME D'IRRIGATION**

### **Introduction**

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

### **IV.1.Définition**

Le régime d'irrigation c'est et le nombre des 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.

IL permet de déterminer pour chaque culture :

- La consommation totale en eau.
- La dose d'irrigation.
- Les doses d'arrosage et leurs fréquences.

### **IV.2.Besoins en eau des cultures :**

En terme général 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 des conditions optimales de sol. Les besoins en eau des cultures sont loin d'être régulier durant toute la période végétative. Ils dépendent des échanges radiants (énergie solaire) et la turbulence de l'atmosphère qui sont deux phénomènes liés directement aux conditions climatiques (températures, précipitation, l'humidité de l'air, vitesse de vent, durée d'exploitation au soleil, ...).

#### **IV.2.1.L'évapotranspiration:**

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, en  $m^3/ha/jour$ , en  $m^3/ha/mois$  ou en  $m^3/ha/an$ . Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours par mois ou par an.

On distingue : l'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ ), L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

L'évapotranspiration de référence :est définie comme " le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 et 15 cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive "

L'évapotranspiration potentielle, c'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau et où le sol est à sa capacité de rétention ; c'est la limite maximale de l'évapotranspiration.

L'évapotranspiration réelle, c'est la valeur réelle de l'évapotranspiration, le plus souvent elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. [07]

#### IV.2.1.1.Méthode d'évaluation d'évapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi lesquelles:

- L'évapotranspiromètre
- Les stations expérimentales
- Méthode de bilan hydrique
- Méthode de bilan thermique
- Formules empiriques

Il existe plusieurs formules empiriques parmi lesquelles :

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

Dans notre cas nous avons travaillé avec le modèle de BLANEY-CRIDDLE.

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

$$ETP = P \times K \times (0.457 \times T + 8.13) \quad (14)$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm / jour

P : Pourcentage de la durée mensuelle de l'éclairement rapporté à la durée annuelle et ne dépend que de latitude

K : Coefficient qui est fonction de la culture et de la zone climatique.

T : Température moyenne mensuelle en (°c)

#### IV.2.1.3.Calcul de l'évapotranspiration

La détermination de l'évapotranspiration se fait par la formule **BLANEY-CRIDDLE**, par le programme élaboré.

<b>Calcul de l'ETP</b>												
<b>Donnees</b>												
	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Pluie(mm)	80,30	69,88	70,91	67,21	55,40	11,97	9,87	7,69	41,47	50,13	60,47	67,74
Temperature	12,05	12,86	14,71	14,82	19,24	22,96	26,15	27,23	24,76	20,11	16,36	13,56
Vent(m/s)	2,65	2,73	2,58	2,64	2,44	2,78	2,95	2,76	2,38	2,26	2,35	3,31
Insolation(%)	6,99	6,86	8,35	8,85	9,81	9,83	9,99	9,40	8,36	7,85	6,92	6,79
<b>calculer</b>						<b>effacer</b>						
<b>resultat1</b>												
	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
ETP(mm)	95,57427	96,35281	124,3866	132,2827	166,5777	183,7384	201,3884	194,1644	163,1838	136,4377	108,3367	97,55600

Fig. IV.1.Calcul de l'ETP

### IV.3.Détermination des besoins en eau d'irrigation

#### IV.3.1.Définition

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

#### IV.3.2. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

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

$$B = ETR - D - (Pe_{eff} + Ru) \tag{15}$$

**Avec :**

- B : Besoins en eau d'irrigation (mm);
  - ETR : Evapotranspiration réelle/jour ;
  - D : Le drainage ;
  - P : La précipitation (mm) ;
  - Ru : La réserve utile (mm) ;
- telle que :

$$Ru = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z \cdot d_a \tag{16}$$

**Avec :**

- H<sub>cc</sub> : Humidité à la capacité au champ;
- H<sub>pf</sub> : humidité du sol au point de flétrissement ;
- Z : Profondeur d'enracinement (m) ;
- d<sub>a</sub> : Densité apparente ;

$P_{eff}$  : Pluie efficace ;  $P_{eff} = \alpha \cdot P$  ; (17)

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

$\alpha$  : Coefficient tenant compte de l'efficience des pluies.

Le système d'irrigation goutte à goutte va être projeté sur la partie supérieure de notre parcelle (partie nord ouest de la parcelle). Elle occupe une superficie de 5148m<sup>2</sup>(44m X 117m).

La vigne est la culture qui a été choisie en fonction du climat, du type de sol, des eaux d'irrigation ainsi que de la résistance de l'espèce elle-même aux maladies.

Sa disposition sur le terrain est simple, elle est de 3m X 3m (distance entre les rampes et distance entre les arbres).

Le calcul de RFU et des besoins en eau d'irrigation se fait par le programme établi ;

Les résultats sont représentés comme suivant :

**RFU**

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	
Z(m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Hcc(%)	19,33			Hpf(%)			8,67			Y			0,67
<b>calculer</b>						<b>effacer</b>							

**resultat2**

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
RFU(mm)	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711

Fig.IV.2.Calcul de la RFU

**Bilan**

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Kc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,63	0,84	0,85	0,85	0,85	0,83	0,58
ETR(mm)	38,2297	38,54112	49,75464	52,91308	66,63108	115,7551	169,1662	165,0398	138,7062	115,9720	89,91946	56,58248
Peff(mm)	64,24	55,904	56,728	53,768	44,32	7,896	7,896	6,152	33,176	40,104	48,376	54,192
<b>calculer</b>						<b>effacer</b>						

**resultat3**

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Besoin	-61,7212	-53,0738	-42,6843	-36,5659	-13,3999	72,14815	125,5592	123,1768	69,81923	93,35128	5,832466	-33,3205

Fig.IV.3.Calcul des besoins

D'après la figure ; le mois de pointe est le mois d'Aout

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

$$ETM_{loc} = K_r \cdot ETM \quad (18)$$

**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 la figure qui va suivre

➤ **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).

$$B_{rut} = B_{net} \cdot R_p + L \cdot R \quad (19)$$

$R_p$  : Rendement de l'irrigation à la parcelle.

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

$$R_p = \frac{E \cdot cu}{100} \quad (20)$$

**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 (voir l'annexe 4).
- En appliquant la formule suivante :

$$\frac{P}{100} = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot Sh}{Sa \cdot Sr} \quad (21)$$

**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.

$$D_{nette} = (H_{CC} - H_{pb}) \cdot y \cdot Z \cdot \frac{P}{100} \quad (22)$$

**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

$$Dose\ brut = \frac{D_{nette}}{\eta \times Cu} \quad (23)$$

tel que :

- $\eta$  : Rendement d'irrigation = 0.9
- Cu : 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.

➤ **Dure d'arrosage :**

$$d = \frac{D_{brut} \cdot S_d \cdot S_1}{Q_d} \text{ (heures)} \quad (24)$$

**Avec :**

S<sub>d</sub> : L'espacement des distributeurs sur la rampe ;

S<sub>1</sub> : L'écartement entre les rampes ;

Q<sub>d</sub> : Débit du distributeur en l/h.

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

<i>Besion</i>		<i>dose d'arrosage</i>	
Bj(mm/j)	4,1853088133	Dose net(mm)	15,8715558
Cs(%)	60	Dose brut(mm)	19,5945130
G par arbre	2	Fréquence(j)	4
Ecart Arbres(m)	3	Duree(h)	7,3479423868
bonde humidifie	2	Bjl(mm/j)	3,3482470506
		Cu(%)	90
		Eeff(%)	90
		Debit G(l/h)	4
		Ea(m)	1
		Er(m)	3
<b>calculer</b>		<b>effacer</b>	

Fig.VI .4.Calcul des doses d'arrosages

### **Conclusion**

Cette étude nous a permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour la culture de notre parcelle et de connaître les modalités de son application (dose, durée d'arrosage...etc.)

Et on peut dire que le programme donne des résultats rationnels et très satisfaisants en attendant de le tester et de l'exécuter pour la partie dimensionnement du réseau en question.

## **CALCUL DE L'INSTALLATION DU RESEAU EN GOUTTE A GOUTE**

### **Introduction**

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

### **VII.1. les composants essentiels d'une installation d'irrigation localisée**

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

#### **VII.1.1. un point de fourniture d'eau sous pression appropriée**

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

#### **VII.1.2. L'unité de tête**

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

#### **VII.1.3. La conduite principale**

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

#### **VII.1.4. Les porte rampes**

Qui alimentent les rampes d'un seul cote ou des deux coté .Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité, soit en PVC.

#### **VII.1.5. Les rampes**

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

#### **VII.1.6. Les distributeurs**

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

## VII.2.Calcul du réseau en goutte-à-goutte :

### VII.2.1.Nombre de postes

Le nombre de postes est calculé par :

$$N(p) = \frac{T_{\max}}{T_F} \quad (28)$$

Avec :

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

$T_F$  : L'irrigation journalière.

Théoriquement on prend une durée de travail de 18h ce qui donne :

$$N(p) = \frac{18}{2} = 9 \text{ blocs.}$$

Dans notre cas, la surface destinée au vignes est de 5148m<sup>2</sup>. Un seul bloc est largement suffisant. De ce fait le temps de travail sera le temps nécessaire pour irriguer cette superficie.

### VII.2.1.Choix des goutteurs dans la zone d'étude et la densité des cultures

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

Pour chaque poste on doit déterminer les paramètres de calcul.

Lorsque tous les postes ont les mêmes surfaces, on fait les calculs pour un seul secteur

### VII.2.3.Surface correspondant à une rampe

Elle est donnée par :

$A_l$  = longueur moyenne de la rampe x espacement entre rampes

$$A_l = 117 * 3 = 351 \text{ m}^2$$

### VII.2.4.Nombre de rampes dans le poste

Il est calculé par :

$$N(r) = \frac{\text{surface du poste}}{A_l} \quad (29)$$

Avec  $A_l$  : Surface de la rampe  $A_l = L_r * l_r$  (longueur \* largeur) ( $l_r = S_r$ )

$$N(r) = \frac{5148}{351} \quad N(r) = 14 \text{ rampes}$$

### VII.2.5.Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g * q_g = 78 * 4 = 312 \text{ l/h} \quad (30)$$

**VII.2.6.Débit de porte rampe :**

$$Q_{pr}=N_r * Q_r= 14*312=4368 \text{ l/h} \quad (31)$$

**VII.2.7.Calcul hydraulique :**

**VII.2.7.1.Débit :**

$$Q_r = Q_g \cdot N_g$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

$Q_r$  : Débit de rampe

$Q_g$  : Débit de goutteur

$N_g$  : Nombre des goutteurs par rampe

$N_r$  : Nombre des rampes

$Q_{pr}$  : Débit de porte rampe

**VII.2.7.2.Conditions hydrauliques :**

Variation maximale de débits entre goutteurs

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

Variation maximale de la pression

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

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x \cdot \frac{\Delta H}{H_n}$$

Avec :

$q_g$  : Débit d'un goutteur

$H_n$  : Pression nominale

$$0,1 = 0,5 \cdot \frac{\Delta H}{10} \quad \Delta H = 2 \text{ mce}$$

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

$$Pdc \text{ (sing)} = 2 * 0,1 = 0,2 \text{ mce} \quad pdc \text{ (sing)} = 0,2$$

$$Pdc \text{ (linéaire)} = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce} \quad pdc \text{ (linéaire)} = 1,8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

$$\frac{1}{3} \text{ Sur la porte rampe } P.d.c \text{ (r)} = 1,2 \text{ m c e}$$

$\frac{2}{3}$  Sur les rampes P.d.c (pr) = 0,6 m c e

### VII.2.8.Calcul de la rampe

#### VII.2.8.1.Le diamètre

Le diamètre est calculé d'après la formule suivante :

$$\varnothing_{r(cal)} = \left[ \frac{P.d.c (r) \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{\frac{1}{4,75}} \quad (32)$$

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.

**$\varnothing_r=17,42mm$**

En normalise le diamètre avec les diamètres disponibles sur le marché.  $\implies \varnothing_p=20mm$

En recalcule la perte de charge avec le nouveau diamètre normalise, en trouve :

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L \quad (33)$$

P.c.d=0,31m.c.e

### VII.2.9.Calcul du porte-rampe

#### VII.2.9.1.Le diamètre

Le diamètre du porte rampe est calculé par la formule

$$\varnothing_{pr (cal)} = \left[ \frac{P.d.c (pr) \times 2,75}{0,478 \times Q(pr)^{1,75} L(pr)} \right]^{\frac{1}{4,75}} \quad (34)$$

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

Q(pr) : Le débit de la porte rampe en l/h ;

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

**$\varnothing_{pr (cal)}=32,40mm$**

En normalise de diamètre selon la disponibilité dans le marche.

En trouve le diamètre suivant :  **$\varnothing_{pr}=36mm$**

**VII.2.9.2.La perte de charge**

Elle est calculée après avoir déterminé le diamètre.

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

(35)

$P_{dc}=0,23\text{mm}$

**Tableau VII.1.Résultats de calcul théorique du réseau localisé**

Rampe					Porte- rampe				
L (m)	Q (l/h)	D cal (mm)	D nor (mm)	P <sub>DC</sub> (m.c.e)	L (m)	Q (l/h)	D cal (mm)	D nor (mm)	P <sub>DC</sub> (m.c.e)
117	312	17,42	20	0,31	44	4368	32,40	36	0,23

La figure qui suit résume tout le calcul de ces paramètres avec le programme

**Rampes**

*L rampe(m)*     *Nbre de Rampes*     *Debit Rampe(l/h)*   
*Largeur Parcelle*     *Nbre G Rampe*   
*L p Rampe(m)*     *Nbre d'arbres*     *Debit Porte Rampe(l/h)*   
*L parcelle(m)*

**Fig.VII.2. Calcul des paramètres de la rampe et de la porte rampes**

**Diametres**

**Rampe**

*D Rampe(mm)*   
*D Rampe Norm*   
*Pdc Rampe(m)*

**Porte Rampe**

*D P Rampe(mm)*   
*Dp rampe norm*   
*Pdc P Rampe(m)*

**Fig.VII.1.Calcul des diamètres et des pertes de charges pour la rampe et porte rampe**

### VII.2.10. La conduite principale

#### VII.2.10.1. Le débit

Le débit de la conduite principale est de :

$$Q_{c.p} = NG \cdot QG$$

NG : nombre de goutteurs

QG = Débit d'un goutteur en l / h

$$Q_{c.p} = 4368 \text{ l/h}$$

#### VII.2.10.2. La longueur :

On a : LC.P = 4 m

#### VII.2.10.3. Le diamètre :

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

$$\varnothing = \sqrt[3]{Q} \quad (36)$$

Q ; débit en m<sup>3</sup>/s

$$\varnothing = \sqrt[3]{1,21 \cdot 10^{-3}} = 34,83 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre commercialisé, il est de 38 mm.

#### VII.2.10.4. La perte de charge

Elle est donnée par toujours la formule N°

$$P.d.c = 0,06 \text{ m.c.e.}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = 0,06 m.c.e.

#### VII.2.10.5. La vitesse :

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

$$Q = V \cdot S$$

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

$$V = 1,27 \text{ m/s}$$

#### VII.2.10.5. La pression en tête de l'installation

Elle est calculée à partir du point le plus défavorable

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

**Avec :**

P = Pression en tête de l'installation en m ;

P<sub>G</sub> = 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<sub>Fi</sub>: la perte de charge dans le filtre ;

Chapitre VII.....Calcul de l'installation du réseau en goutte a goutte

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

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

Tel que :

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

**Tableau VII.2.les pressions aux extrémités du réseau**

Les extrémités	P.d.c(R)	P.d.c(PR)	P.d.ccond	P.d.ctot	P(m)
1	0,24689367	0,44082	0,0400742	5,31	15,31
2	0,24689367	0,41076	0,0400742	5,31	15,31
3	0,24689367	0,38070	0,0400742	5,31	15,31
4	0,24689367	0,35065	0,0400742	5,31	15,31
5	0,24689367	0,32059	0,0400742	5,31	15,31
6	0,24689367	0,29054	0,0400742	5,31	15,31
7	0,24689367	0,26048	0,0400742	5,31	15,31
8	0,24689367	0,23043	0,0400742	5,31	15,31
9	0,24689367	0,20037	0,0400742	5,31	15,31
10	0,24689367	0,17032	0,0400742	5,31	15,31
11	0,24689367	0,14026	0,0400742	5,31	15,31
12	0,24689367	0,11020	0,0400742	5,31	15,31
13	0,24689367	0,08015	0,0400742	5,31	15,31
14	0,24689367	0,05009	0,0400742	5,31	15,31

Il s'avère d'après ces calculs que les résultats sont semblables à ceux issus du programme.

**VII.3. Choix de la pompe**

Le choix de la pompe se fait selon les deux caractéristiques suivantes.

- Débit de la pompe.
- Hauteur d'élévation.

**VII.5.1. Débit de la pompe**

$$Q = 4,368 \text{ m}^3/\text{h}.$$

**VII.3.2. Hauteur d'élévation**

$$H_{MT} = h_c + h_{pr} + h_r - H_g + H_G \tag{37}$$

**Avec :**

$h_{tc}$  : perte de charge totale de la conduite principale de la pompe jusqu'à la dernière porte rampe de dernière parcelles en m.

$h_{pr}$  : perte de charge totale dans la dernière porte rampe en m.

$h_{tr}$  : perte de charge totale dans la rampe en m.

$H_g$  : hauteur de dénivellation en m.

$H_G$  : pression de goutteur (10 mce).

$$HMT = 0,24 + 0,44 + 0,040 - 5,42 + 10 = 5,31 \text{ m}$$

**Tableau VII.3. Caractéristiques de pompe**

	Réseau de goutte à goutte
Débit (Q en m <sup>3</sup> /h)	4,67
Hauteur d'élévation (HMT en m)	5,31

La figure qui va suivre résume tous les calculs effectués :

**Fig.VII.3.Calcul des paramètres de la conduite principale et de la pompe**

L'ensemble de toutes ces étapes et calculs que ce soit les besoins avec tous leurs paramètres ou le dimensionnement du réseau d'irrigation en goutte-à-goutte. Sont représentés dans la figure suivante

Chapitre VII.....Calcul de l'installation du réseau en goutte a goutte

fichier edition ?

### Calcul de l'ETP

*Donnees*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Pluie(mm)	8,30	69,88	70,91	67,21	55,40	11,97	9,87	7,69	41,47	50,13	60,47	67,74
Temperature	12,05	12,86	14,71	14,82	19,24	22,96	26,15	27,23	24,76	20,11	16,36	13,56
Vent(m/s)	2,65	2,73	2,58	2,64	2,44	2,78	2,95	2,76	2,38	2,26	2,35	3,31
Insolation(%)	6,99	6,86	8,35	8,85	9,81	9,83	9,99	9,40	8,36	7,85	6,92	6,79

calculer effacer

*resultat1*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
EIP(mm)	95,5742	96,3528	124,386	132,282	166,577	183,738	201,388	194,164	163,183	136,437	108,336	97,5560

RFU

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Z(m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Hcc(%) 19,33 Hpf(%) 8,67 F 0,67

calculer effacer

*resultat2*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
RFU(mm)	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711	35,711

### Bilan

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Kc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,63	0,84	0,85	0,85	0,83	0,83	0,58
EIR(mm)	38,2297	38,5411	49,7546	52,9130	66,6310	115,7552	169,1662	165,039	138,7062	113,2432	89,9195	56,5824
Peff(mm)	6,64	55,904	56,728	53,768	44,32	9,576	7,896	6,152	33,176	40,104	48,376	54,192

calculer effacer

*resultat3*

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Besoin	-4,12129	-53,0738	-42,6843	-36,5659	-13,3999	70,4682	125,559	123,176	69,8192	93,3512	5,83250	-33,3205

### Besion

Bj(mm/j) 4,1853088133  
Cs(%) 60  
G par arbre 2  
Ecart Arbres(m) 3  
bonde humidifie 2

### dose d'arrosage

Dose net(mm) 15,871555  
Dose brut(mm) 19,594513  
Cu(%) 90  
Eeff(%) 90  
Frequence(f) 4  
Duree(h) 7,347942368  
Bjl(mm/j) 3,3482470506  
Debit G(L/h) 4  
Ea(m) 1  
Er(m) 3

calculer effacer

### Rampes

L rampe(m) 117  
Largeur Parcelle 44  
L p Rampe(m) 44  
L parcelle(m) 117  
Nbre de Rampes 14  
Nbre G Rampe 78  
Nbre d'arbres 546  
Debit Rampe(L/h) 312  
Debit Porte Rampe(L/h) 4368

calculer effacer

### Diametres

#### Rampe

D Rampe(mm) 17,419338290  
D Rampe Norm 21  
Pdc Rampe(m) 0,2468936692

#### Porte Rampe

D P Rampe(mm) 32,39642607  
Dp rampe norm 40  
Pdc P Rampe(m) 0,4408161756

calculer effacer

### Conduite principale et pompe

#### conduite principale

Langueur(m) 4  
Debit(L/h) 4368  
Diametre(mm) 40  
Pdcharge(m) 0,040074197

#### pompe

HG(m) 5,42  
Debit(m3/h) 4368  
HMT(m) 5,3077840426

Fig .VIII.4. Calcul des différents paramètres des besoins et de dimensionnement du réseau en goutte à goutte

D'après le logiciel caprari on trouve les pompes suivantes :

Pompe	Type / Sigle	Vitesse [1/min]	Bride de refouk	Diamètre maxi. pomp.	$\Delta Q/Q$ [%]	$\Delta H/H$ [%]	Rendement [%]	Puissance nominale [kW]
E4XCT (M)	E4XCT /6+ MC405M	2800	1½"	96	0,7	1,1	61	0,37
E4XCT	E4XCT /6+ MC405	2800	1½"	96	0,7	1,1	61	0,37
P6M	P6M/3/20/2E	2900	DN80		8,5	14	40,1	3
P6C	P6C/3/20/1A	2900	DN80		0,067	0,19	19,8	3
P7C	P7C/4/20/1E	2900	DN100		1,9	3,1	15,4	3
P7L	P7L/3/20/1D	2900	DN80		2,3	3,6	15,2	3
P12C	P12C/7/30/1C	1450	DN175		-1,4	-2,2	4,59	5,5
P16C	P16C/10/35/1H	1450	DN250		7,5	13	2,48	18,5

### VII.3.3.Choix de la pompe :

Le choix de la pompe se fait selon les caractéristiques suivantes :

- ✓ Un bon rendement
- ✓ Une vitesse de rotation élevée
- ✓ Une puissance absorbe réduite
- ✓ Nombre de cellules

Selon ces caractéristiques en choisie les pompes suivantes :

- ❖ E4XCT(M) TYPE : E4XCT/6+MC405M
- ❖ E4XCT TYPE : E4XCT/6+MC405

### VII.4. Réservoir de régulation

Le réservoir de régulation est alimenté à partir de réservoir de stockage de l'ENSH. La capacité de réservoir est de  $51\text{m}^3$ , donc elle peut assurer l'irrigation pendant :  $51/4,67=7,71$ heurs avec une alimentation discontinue

La conduite d'AEPa un diamètre de 60 mm et véhicule un débit de  $10\text{ m}^3/\text{h}$

Donc la conduite d'adduction peut prendre les mêmes caractéristiques de la conduite d'AEP de telle sorte qu'on mette une vanne de marche et d'arrêt.

Dans ce cas le réservoir de stockage peut être rempli dans :  $51/10 = 5.1$ heurs.

### **Conclusion**

Au terme de ce chapitre, il ressort que nous avons pu grâce à notre code de calcul élaboré, dimensionner tout le réseau d'irrigation en goutte à goutte. Ceci en prenant en compte toutes les étapes en allant de la détermination des besoins en eau des cultures qui sont les vignes dans notre cas jusqu'à donner les caractéristiques de la pompe de soutien au réseau calculé.

On peut dire avec audace que le programme élaboré fonctionne correctement et donne de très bons résultats, et qu'il peut être utilisé sans aucune crainte.

## CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail, il vient de rappeler que l'irrigation localisée commence à prendre une tendance d'actualité dans notre pays, vu son taux d'efficacité et ses divers avantages qui l'emporte sur d'autres techniques surtout dans un pays où la ressource en eau a connu un véritable manque durant des années à cause de la sécheresse.

Pour de remédier à une telle situation, la gestion de la ressource demeure un atout qu'il faut absolument explorer.

C'est dans cette optique que nous avons pu élaborer un code de calcul qui permet en peu de temps et avec beaucoup de facilité et de précision, de déterminer les besoins en eau des cultures, ainsi que de faire le calcul de tous le réseau d'irrigation en goutte à goutte avec les caractéristiques de la pompe de soutient qui va avec.

On signale que l'avantage de l'utilisation de ce programme c'est qu'on peut ressortir les besoins en eau des cultures en tenant compte de la réserve du sol facilement utilisable (RFU) contrairement à quelques programmes déjà disponibles sur le marché à l'image de toutes les versions de CROPWAT.

Le deuxième avantage de l'utilisation de ce code de calcul, c'est le fait que l'on peut avoir ces besoins en eau calculés séparément et les utiliser pour le dimensionnement de n'importe quel type de réseau en dehors du goutte à goutte, même pour l'irrigation gravitaire.

Il faut dire également qu'il peut fonctionner même en utilisant des eaux chargées en prenant quelques précautions à l'amont du réseau.

Ce programme élaboré a bien sur été exécuté et mis en exerce en l'appliquant sur un exemple concret qui est le dimensionnement du réseau d'irrigation en goutte à goutte au niveau de la parcelle expérimentale de l'ENSH, ceci en choisissant une culture annuelle qui est la vigne ; et on peut dire que le programme donne des résultats rationnels et très satisfaisants.

Grace à cette précision et cette fiabilité on peut finalement annoncer avec audace que le programme élaboré fonctionne correctement et donne de très bons résultats, il peut en conséquence être utilisé sans aucune crainte en servant comme outil d'aide de prise de décision.

# REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

**BOULAINE, J**, Pédologie appliquée. EDITION INRA ;1980 Pages 156.

**CLEMENT.R et GALAND.A**, Irrigation par aspersion et réseaux collectifs de distribution sous pressions. Edition ED.EYROLLES ,1979. Pages 210.

**DANIEL HILLAL**, L'eau et le sol ; principe et processus physique  
Edition : LOUVAIN – LA – VEUVE ;1984. Pages 99-120.

**Dénis Baize**, Guide des analyses en pédologie, 2eme édition .  
Édition INRA, 200. Pages 45-60.

**DUCHAUFOUR. PH**, abrégé de pédologie. Edition ED .Masson, paris, 1988.Pages 88-100

**ANNEXE**

ANNEXE 1

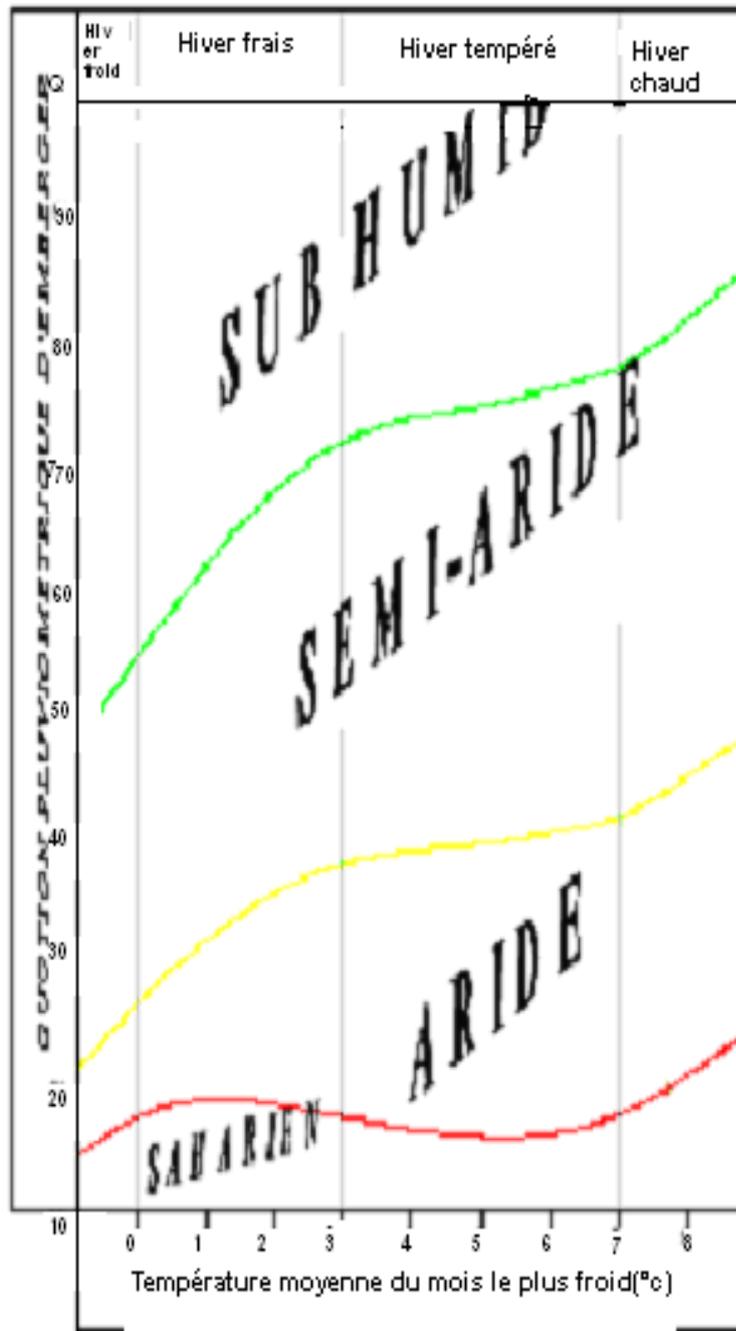


Diagramme bioclimatique d'Emberger

## ANNEXE 2

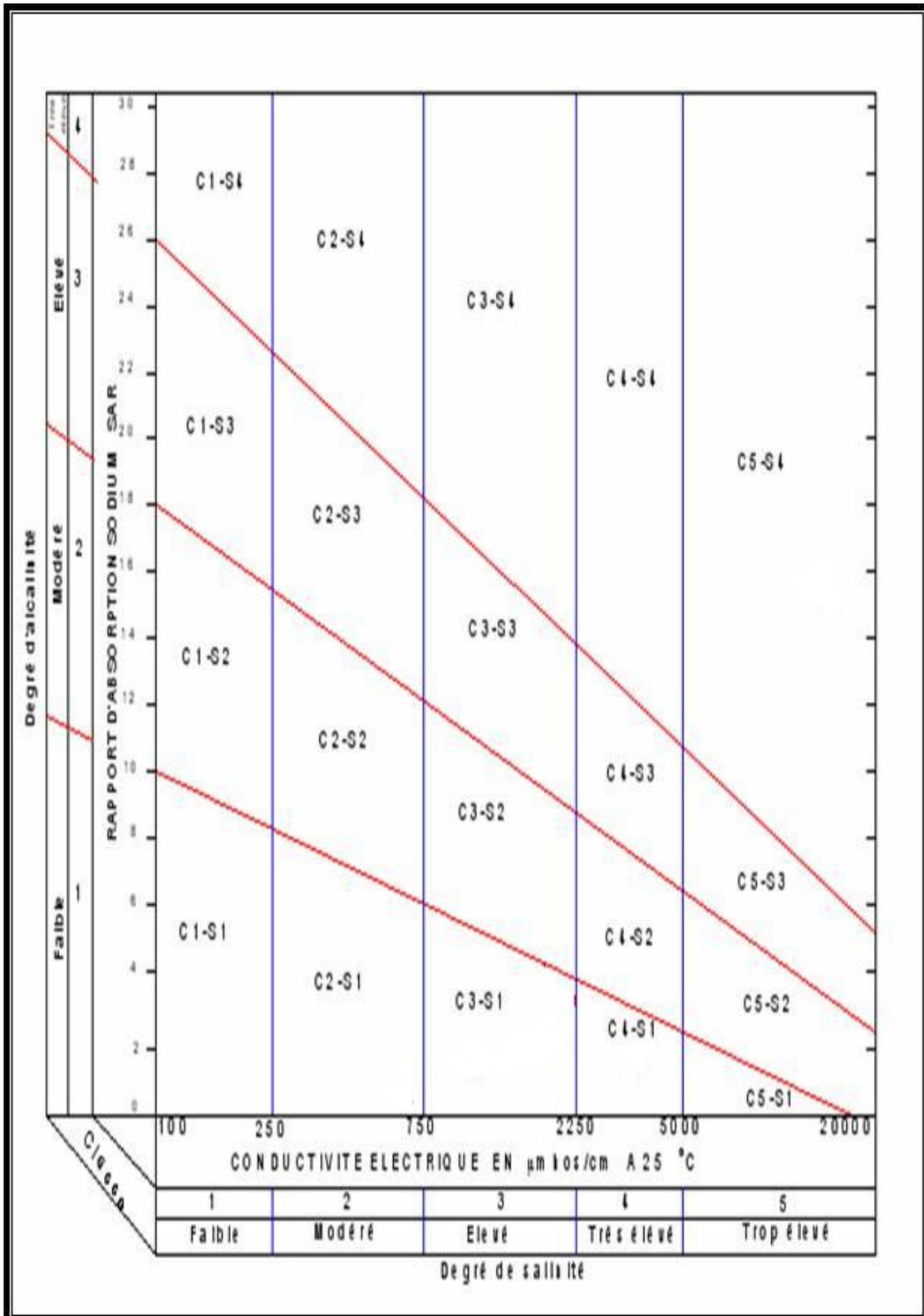


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

### ANNEXE 3

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 4

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