



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALESUPERIEURE 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 :**

**ELABORATION D'UN CODE DE CALCUL POUR LE  
DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'IRRIGATION  
PAR ASPERSEUR EN COUVERTURE MOBILE  
(APPLICATION SUR LA PARCELLE PILOTE  
D'ENSH)**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> NAIT MOHAND abde latif**

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

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> MESSAHEL</b>	<b>M .C</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> L.S BAHBOUH</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> H .BOUCHAMA</b>	<b>M .A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> S.HAR KAT</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> Y.BOUNAH</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>r</sup> S.YAHIAOUI</b>	<b>Magistère</b>	<b>Promoteur</b>

**Septembre-2013**



# Dédicace

*Je dédie ce travail à ma mère et à mon père, envers lesquels  
je ne saurai exprimer ma reconnaissance et ma gratitude,  
Que dieu tout puissant les garde pour moi.*

*A mes frères : adel, mourad*

*A ma sœur baya et son époux MOUMOUH*

*A TOUS MES AMIS DE L'ESNH  
A TOUTE LA FAMILLE NAIT MOHAND  
A TOUS CE QUI J'AI OMIS DE CITER*

*NAIT MOHAND ABDE LATIF*



## ☞ REMERCIEMENTS ☞

*Au terme de ce travail, je tiens à remercier sincèrement **DIEU** de m'avoir octroyé les moyens, et mes vifs remerciements à mon promoteur Mr **YAHIAOUI.S.** De m'avoir orienté et pour ses conseils judicieux ses riche enseignement et sa constante disponibilité dans le but de mener à bien ce projet de fin d'étude.*

*Mes remerciements s'adressent également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, surtout M<sup>LLE</sup> **BATEL.S.**, qui m'a aidé beaucoup, sans oublier tout le personnel de l'ENSH.*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou loin à l'élaboration de ce travail.*

*Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'évaluer mon travail.*

**NAIT MOHAND ABDE LATIF**



## RESUME

Le manque d'eau et la sécheresse enregistrés ces dernières années ont considérablement affecté la qualité de la ressource en eau dans notre pays.

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

Dans le même ordre d'idées nous proposons à travers cette étude d'élaborer au cours de ce sujet un code de calcul nommé Irri-Tech V1.0 capable de dimensionner un réseau d'irrigation par aspersion, 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.

### Abstract

The lack of water and the drought recorded these last years affected the quality of the resource considerably in water in our country.

To attenuate this lack in the agricultural sector, the good management of the resource becomes more and more a necessity.

In the same order of ideas we propose through this survey to elaborate during this topic a code of calculation named Irri-Tech V1.0 capable to proportion a network of irrigation by aspersion, that can permit to win of the time, to encourage and to encourage this technique, so this program of calculation can serve like tool of decision making help.

### 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 ألفلاحي, 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. والذي سميناه

**IrriTechv1.0.**



# SOMMAIRE

Pages

## INTRODUCTION GENERALE

### **Chapitre I : Etude statistique**

Introduction .....	1
I.1. Histoire de l'irrigation .....	1
I.2.Efficience des systèmes d'irrigations .....	2
I.3.Situation de l'irrigation en Algérie .....	3
I.3.A. Grands Périmètres Irrigués(GPI).....	4
I.3.A.1.Les périmètres anciens.....	5
I.3.A.2.Les enceins périmètre.....	5
I.3.B.La petite et moyenne hydraulique (PMH).....	5
I.4.Evaluation des pratiques d'irrigation .....	10
Problématique .....	11

### **Chapitre II : Choix d'une méthode d'irrigation**

Introduction .....	12
II .1.Les Conditions naturelles.....	12
II .1.1.La ressource en eau.....	12
II .1.2.La disponibilité de l'eau.....	13
II .1.3.La qualité de l'eau.....	13
II .1.4.Le climat.....	13
II .1.5.La pente.....	14
II .1.6.Type de sol.....	14
II .2.Typesde Cultures.....	14
II .3.besoins en main-d'œuvre.....	15
II .4.Couts et bénéfices.....	15



Conclusion.....16

**Chapitre III : Irrigation par aspersion**

Introduction.....17

III.1.Histoire de l'irrigation par aspersion.....17

III.2.Définition .....17

III.3.Le but d'une irrigation par aspersion.....17

III.4.Différents types d'installations d'aspersion.....17

III.4.1.Arroseur automoteur (enrouleur) .....18

III.4.1.A.Avantages.....18

III.4.1.B.Inconvénients.....19

III.4.2.Pivot central.....19

III.4.2.A.Avantages.....20

III.4.2.B.Inconvénients.....20

III.4.3.Rampe classique à asperseurs .....21

III.4.3.1.Description de réseau.....21

III.4.3.2.Types de couvertures.....21

III.4.3.A.Avantages de l'irrigation par aspersion.....23

III.4.3.B.Inconvénients de l'irrigation par aspersion .....23

III.5.Arroseurs.....24

III.5.1.Arroseurs à poste fixe, à basse et moyenne pressions .....24

III.6.Conditions d'utilisation .....25

III.7.Types de sol appropriés.....26

III.8.Cultures recommandées .....26

III.9.Qualité de l'eau .....26



Conclusion.....27

**Chapitre IV. Elaboration d'une base de données pour la programmation**

Introduction.....28

IV.1.Les données .....28

IV.1.2.Les types de données prédéfinis .....28

IV.1.3.Les variables.....28

IV.2.Les opérateurs de comparaison .....29

IV.2.1.Les instructions.....29

IV.3.La boucle.....29

IV.4.Les Méthodes.....30

IV.5.Présentation du logiciel Irri-Tech V1.0.....30

IV.5.1.Page d'accueil.....31

IV.5.2.Page d'authentification.....31

IV.5.3.Barre de navigation.....32

A. Cultures.....32

A.1.Coefficient cultural.....32

IV.6.Données à saisir pour la programmation du code de calcul.....35

IV.6.1.Les besoins..... 35

a) La pluie efficace  $P_{eff}$  .....35

b) La réserve facile utile RFU.....37

c) L'évapotranspiration ETP.....38

c)1.Différentes méthodes de calcul d ETP basées sur les données climatiques.....39

IV.7.Dimensionnement du réseau par aspersion.....44



IV.7.1. détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de rampes.....	44
IV.7.1.1 Le diamètre de l'ajutage.....	44
IV.7.1.2 la portée du jet (L).....	45
IV.7.1.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs .....	45
IV.7.1.4 Calcul du débit de l'asperseur.....	46
IV.7.1.5.Vérification de la pluviométrie de la buse.....	46
IV.7.1.6.Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur .....	46
IV.7.1.7.Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois.....	47
IV.8.Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle.....	47
IV.9.Le nombre d'asperseurs .....	47
IV.10.Calcul du nombre de rampes.....	47
IV.11.Dimensionnement des canalisations.....	50
IV.11.1.Calcul des pertes de charge .....	50
IV.11.2.Diamètre de la conduite d'approche et de la rampe.....	53
Conclusion.....	56

## **Chapitre V : Présentation de la parcelle pilote d'ENSH**

Introduction.....	57
V.1.Situation géographique.....	57
V.2.Situation topographique .....	58
V.3.Climatologie.....	58
V.3.1.Pluviométrie.....	58
V.3.2. Nombre moyen de jours pluvieux.....	59



V.3.3.Température .....	59
V.3.4.Nébulosité .....	60
V.3.5.Vent .....	60
V.3.6. Evaporation .....	61
V.3.7.Insolation .....	61
V.3.8.Humidité relative de l'air .....	61
V.3.9.Indices climatiques .....	62
V.3.9.1. Indice d'aridité de Martonne.....	62
V.3.9.2. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	62
V.3.9.3.Climogramme de Gaussen.....	63
V.4.Géologie .....	63
V.4.1.Stratigraphie .....	64
V.4.2.Géomorphologie .....	64
V.4.3. Hydrogéologie .....	66
V.5. Hydrologie.....	66
V.5.1. Réseau hydrographique.....	66
V.6.Traitement des données.....	68
V.6.1.Homogénéisation.....	68
V.6.2.Etude fréquentielle des pluies annuelles .....	70
V.6.2.1.Ajustement à la loi de Gauss.....	70
V.6.2.2.Détermination de l'année de calcul.....	74
Conclusion .....	75

## **Chapitre VI : ETUDE AGROPEDOLOGIQUE**

Introduction.....	76
VI.1.Classification du sol de la station.....	76
VI.2.Descriptions du profil pédologique.....	77
VI.3. Composition granulométrique .....	77
VI.4. Caractéristiques physiques du sol .....	78



VI.5.Caractéristique chimiques du sol.....	79
VI.6.Qualité des eaux d'irrigation et classification.....	80
VI.6.1.Qualité des eaux d'irrigation.....	80
VI.6.1.1.Les sources de sidi aissa.....	80
VI.6.1.2.Classification des eaux d'irrigation.....	81
VI.6.2.Le coefficient d'adsorption du sodium SAR .....	81
VI.7.Les aptitudes culturales.....	82
Conclusion.....	82

## **Chapitre VII : Exécution de code de calcul sur la parcelle pilote de l'ENSH**

Introduction .....	83
VII. Calcul des besoins en eau des cultures.....	83
VII. 1.Choix de la culture .....	83
VII. 2.Evaluation des besoins.....	85
VII. 2.1.Pluie efficace .....	85
VII. 2.2.Reserve facilement utilisable.....	86
VII. 2.3.L'évapotranspiration réelle.....	87
VII. 2.4.Evapotranspiration réelle.....	88
VII.2.5.Bilan.....	89
VII.3.Dimensionnement du réseau.....	91
VII.4. Fiche de dimensionnement.....	94
Conclusion .....	95

## **CONCLUSION GENERALE**



## Liste des Tableaux

Tableau I.1.Efficiences approximatives d'application de l'irrigation pour divers systèmes ou méthodes d'irrigation au niveau de l'exploitation.....	3
Tableau I.2.Les grands périmètres Algériens réalisés avant 1962.....	4
Tableau I.3. Les grands périmètres Algériens réalisés après 1962.....	5
Tableau I.4. Répartition des superficies irriguées en PMH par nature de la ressource en eau Campagne d'irrigation 2003.....	7
Tableau I.5.Répartition des superficies irriguées en PMH par types de systèmes d'irrigation Campagne d'irrigation 2003 .....	8
Tableau I.6. Répartition des superficies irriguées en PMH par type de cultures Campagne d'irrigation 2003.....	9
Tableau II.1. Culture et réseau d'irrigation.....	15
Tableau III.1Pluviométrie horaire maximale, en mm/h, desarroseurs pour une texture du sol et une pente de terrain donné. ....	26
Tableau IV.1.les types de données prédéfinis .....	28
Tableau IV.2.les opérateurs de comparaison .....	29
Tableau V.1. Pluviométries moyennes mensuelles.....	59
Tableau V.2. Nombre moyen des jours pluvieux.....	59
Tableau V.3. Températures extrêmes et moyennes mensuelles.....	59



Tableau V.4.Nébulosité moyenne mensuelle .....	60
Tableau V.5. Vitesses moyennes mensuelles des vents (21ans) .....	61
Tableau V.6. L'évaporation moyenne mensuelle (21ans) .....	61
Tableau V.7.Insolations moyennes mensuelles (21ans.....	61
Tableau V.8. Humidités relatives moyennes mensuelles (18ans).....	61
Tableau V.9. Les limites de climat d'après l'indice de Martonne .....	62
Tableau V.10. Caractéristiques de la station pluviométrique.....	68
Tableau V.11. Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Blida.....	69
Tableau V.12. Les résultats de calcul .....	72
Tableau V.13. Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.....	74
Tableau V.14. L'Année de calcul.....	75
Tableau VI.1.Composition granulométrique.....	77
Tableau. VI.2.Caractéristiques physiques du sol.....	<b>78</b>
Tableau VI.3.Caractéristique chimiques du sol.....	79
Tableau VI.4.Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique. ....	<b>80</b>



Tableau VI.5.Caractéristiques des eaux de la source de Sidi Aissa et l'eau potable de l'ENSH.....  
.....**81**

Tableau VI.6.Caractéristique chimiques des eaux de forage qui alimente notre parcelle en eau d'irrigation: .....**82**



## Liste des Figure

Figure III.1.Arroseur automoteur.....	18
Figure III.2.pivot central.....	20
Figure III.3.rampes classique a asperseurs.....	21
Figure III.4. Couverture totale.....	22
Figure III.5. Couverture mobile.....	22
Figure III.6. Couverture intégrale.....	23
Figure III .7.Implantation des arroseurs.....	24
Figure III.8.Asperseur rotatif.....	25
Figure IV.1.Page d'accueil .....	31
Figure IV.2.page d'authentification .....	31
Figure IV.3.barre de navigation .....	32
Figure IV.4.page illustrant la base de données de différentes cultures .....	34
Figure IV.5.page illustrant le choix des méthodes de calcul de la pluie efficace .....	36
Figure IV.6.page illustrant les résultats de calcul de la pluie efficace .....	36
Figure IV.7.page illustrant le calcul de la RFU .....	37
Figure IV.8.page illustrant le choix des méthodes de calcul de l'évapotranspiration.....	40
Figure IV.9.page illustrant les résultats d' ETP.....	41
Figure IV.10.page illustrant les résultats d'ETR .....	42
Figure IV.11.A.page illustrant le bilan hydrique .....	42
Figure IV.11.B.page illustrant les résultats de calcul des besoins en eau des cultures .....	43
Figure IV.12.page illustrant la barre d'accès rapide de programme .....	44
Figure IV.13.page illustrant la barre utile pour le dimensionnement du réseau .....	48
Figure IV.14.page illustrant les résultats de dimensionnement du réseau .....	49
Figure IV.15.page illustrant la règle de CHRISTANSEN .....	52
Figure IV.16.Page illustrant la détermination des diamètres des conduites .....	54
IV.17.page illustrant les résultats de dimensionnement du réseau .....	55
Figure V.1. Situation géographique de la parcelle pilote d'ENSH .....	57
Figure V.2. Photo satellite de la parcelle d'étude.....	58
FigureV.3. Graphe des températures.....	60
FigureV.4. Climogramme de Gaussen.....	63
FigureV.5.Aperçu géologique de la plaine de la Mitidja (Bennie and Partner, 1983).....	65
FigureV.6. Situation du bassin versant de la Mitidja centre.....	67



FigureV.7.Ajustement à la loi normale.....	73
Figure VII.1. Page illustrant le choix de la culture.....	84
Figure VII.2. Page illustrant le calcul de la pluie efficace.....	85
Figure VII.3. Page illustrant le calcul de l'RFU.....	86
Figure VII.4. Page illustrant calcul de l'ETP.....	87
Figure VII.5. Page illustrant le calcul de l'ETR .....	88
Figure VII.6. Page illustrant le bilan hydrique .....	89
Figure VII.7. Page illustrant bilan hydrique bien détaillé .....	90
Figure VII.8. Page illustrant le dimensionnement du réseau (par aspersion) partie 01.....	92
Figure VII.9. Page illustrant le dimensionnement du réseau (par aspersion) partie 02.....	93
Figure VII.10. Fiche technique de dimensionnement .....	94



## 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.

Le manque d'eau et la sécheresse ont considérablement affecté le secteur de l'agriculture dans notre pays 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.

C'est pour cela qu'une bonne gestion de la ressource devient de plus en plus une nécessité. Par exemple, la technique d'irrigation par aspersion est réputée pour son taux d'efficacité remarquable par rapport aux autres techniques. Et c'est dans ce cadre qu'on propose d'élaborer au cours de ce sujet un code de calcul nommé Irri-Tech V1.0 capable de dimensionner un réseau d'irrigation en aspersion, 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 : Etude statistique

### Introduction

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, la pression s'intensifie sur les ressources en eau, ce qui crée des tensions et conflits entre les utilisateurs et des contraintes excessives sur l'environnement. Le stress accru induit à l'échelle mondiale par l'augmentation de la demande et de la pollution sur les ressources d'eau douce est profondément préoccupant.

A l'heure actuelle, plus de 70 pour cent de toute l'eau utilisée dans le monde est consommée par l'agriculture et ce pourcentage atteint 95 pour cent dans plusieurs pays en développement (1),

L'augmentation de la productivité de l'eau est déterminante pour relever les futurs défis que va poser la pénurie d'eau. Suite à toutes ces raisons, des économies d'eaux s'imposent dans le secteur agricole, ainsi des systèmes d'irrigation sont inventés et développés que ce soit de surface ou sous pression.

La maîtrise de ces techniques permet d'économiser nos sources d'eaux, ce chapitre nous donne une idée générale sur l'irrigation sous pression.

### I.1. Histoire de l'irrigation (2)

Les premières traces d'irrigation remontent à environ 5000 ans avant JC en Mésopotamie (Irak et Iran actuels). Ces terres semi arides situées en le Tigre et l'Euphrate ont été irriguées par les flots de l'Euphrate pendant que le Tigre servait de déversoir final. Il leur avait fallu résoudre de nombreuses difficultés techniques : stockage de l'eau, contrôle des flux, maintenance des canaux. Des problèmes de salinité de l'eau, et donc des sols, étaient déjà apparus à l'époque. Ces systèmes d'irrigation ont perduré sous une forme ou une autre pendant des milliers d'années.

En Egypte, Les inondations annuelles du Nil rythmaient la vie agricole. Vers 3000 avant notre ère, un système d'irrigation fut créé à partir du Nil pour en détourner une partie des flots vers un lac, le lac Mœris. le Mœris était composé d'un réservoir (le lac), d'un canal d'écoulement, d'un groupe de régulateurs, de prises d'eau, de barrages, Il servait en certaines



saisons à suppléer au manque d'eau et à régulariser le niveau d'une immense voie d'eau parallèle au Nil destinée à la circulation, en toutes saisons, des lourds chalands nécessaires à la construction des pyramides. Le complexe hydraulique restauré sous la XII<sup>e</sup> dynastie, servant à la fois à l'irrigation et aux communications, fut prolongé jusqu'au lac Mariout. Utilisé jusqu'à l'époque arabe ce canal fut successivement nommé: canal de Memphis, canal Bahire, El Asara, Bahr el Lebeini.

En Chine, des textes permettraient de dater les plus anciens travaux d'irrigation aux 7-8<sup>e</sup> avant notre ère. En l'an 2000, l'UNESCO a inscrit à 'l'inventaire du patrimoine mondial un système d'irrigation mis au point au 3<sup>e</sup> siècle avant JC à Dujiangyan dans la province du Sichuan. Le système continue de réguler les eaux de la rivière Min Jiang et de les distribuer sur les terres fertiles des plaines de Chengdu. Si des améliorations techniques ont été apportées depuis, le système mis au moins il y a plus de 2200 ans est toujours en état de marche. Le système principal se compose de trois parties: une digue séparatrice d'eau en forme de bouche de poisson, deux déversoirs qui servent à décharger les eaux et la vase, et un canal qui traverse la montagne Yulei utilisé comme une arrivée d'eau. Ces trois parties interagissent et dépendent les unes des autres. Ce système de détournement des eaux a été soigneusement conçu et pensé pour l'irrigation, le contrôle des inondations, et la navigation.

A Oman (sultanat d'Oman, sud de la péninsule d'Arabie), les systèmes d'irrigation aflaj ont été inscrits au patrimoine mondial par l'UNESCO. Les plus anciennes réalisations remontent à 500 après JC mais des traces permettent de supposer que l'irrigation y était pratiquée dès 2500 avant notre ère. Aflaj est le pluriel de falaj qui signifie, en arabe classique, « diviser en parts ». Ce système conduit les eaux des sources souterraines, par gravité, pour alimenter les champs et les zones de peuplement permanents. Des tours de guet, construites pour défendre le système, sont intégrées au site.

## **I.2.Efficience des systèmes d'irrigations**

La quantité d'eau à stocker dans la zone racinaire correspond à la dose nette d'irrigation (d). Toutefois, durant l'irrigation, des quantités importantes d'eau se perdent par évaporation, infiltration, percolation profonde, etc. La quantité perdue dépend de l'efficience du système

L'efficience d'application de l'irrigation ( $E_a$ ) s'exprime par:



Tableau I.1. : Efficacités approximatives d’application de l’irrigation pour divers systèmes ou méthodes d’irrigation au niveau de l’exploitation

Système/méthode	Ea %
Réseau de canal en terre, irrigation de surface	40–50
Réseau de canal revêtu, irrigation de surface	50–60
Réseau de conduites sous pression, irrigation de surface	65–75
Systèmes d’irrigation par tuyaux souples	70–80
Systèmes d’aspersion basse et moyenne pression	75
Micro-asperseurs, micro-jets, mini-asperseurs	75–85
Irrigation goutte-à-goutte	80–90

$$E_a = \frac{d}{\text{eau appliquée (brute)}}$$

Tel que

Ea : efficacité d’application

d : l’eau stockée dans la zone racinaire

Eau appliquée : l’eau d’irrigation

D’après cette formule de calcul de l’efficacité, on constate que l’efficacité de système d’irrigation dépend essentiellement de la disponibilité de l’eau ainsi que de la méthode d’exploitation y compris le choix de système de distribution adopté, ce que sera détaillé dans la partie qui va suivre

### I.3.Situation de l’irrigation en Algérie (3)

Globalement, la superficie irriguée actuellement dans notre pays est de l’ordre de 712.000 ha dont 200.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole utile de 8.265.259 ha soit près de 8,6% de la surface agricole utile (SAU). Les 520.000 ha irrigués dans le Nord du pays (soit 6,3% de la SAU) se répartissent en deux ensembles nettement différenciés à la fois par la taille des aménagements et par le mode de gestion: Les grands périmètres d’irrigation (GPI) gérés par les offices régionaux ou de wilaya (OPI) et les irrigations de petite et moyenne hydraulique (PMH) gérées directement par les agriculteurs. Ces superficies sont classées en deux grandes catégories

#### I.3.A. Grands Périmètres Irrigués(GPI)



Classés dépassant en général 500 ha d'un seul tenant et alimentés en eau à partir de barrages ou de batteries de forages profonds avec d'importants investissements collectifs totalement réalisés par l'État. Cette catégorie représente en 2003 près de 173.350 ha équipés dont seulement 100.000 ha (58%) sont considérés irrigables vu la vétusté des réseaux (gravitaire et par aspersion) et le déclassement de certaines superficies. La moyenne des superficies réellement irriguées pendant les 20 dernières années est de l'ordre de 40.000 ha (23%) compte tenu de la sécheresse chronique, de la priorité accordée à l'alimentation en Eau Potable au détriment de l'irrigation et des problèmes de gestion/exploitation /maintenance. Les volumes affectés à l'irrigation sont très inférieurs aux besoins. En plus de la réduction des ressources en eau affectées, les taux annuels de déperdition sont de l'ordre de 40 %. Ainsi, en 2002 les déperditions dans les GPI gérés par les quatre (04) OPIs régionaux ont représenté plus de 40 millions de m<sup>3</sup>.

Les périmètres d'irrigation peuvent être classés en deux (02) catégories :

- Les périmètres anciens hérités de la colonisation avec une irrigation traditionnelle gravitaire (canaux et séguias) ;
- Les périmètres récents: réalisés après l'indépendance où domine une technique moderne d'irrigation : l'aspersion.

**I.3.A.1. Les périmètres anciens**

Au nombre de huit (08), ils ont été réalisés entre 1937 et 1960. Ils occupent une superficie équipée de l'ordre de 123.900 ha (cf. Tableau 1). Les infrastructures de ces périmètres étaient pour certains d'entre eux, dans un état de vétusté avancée, qui a eu pour conséquence une diminution des superficies irrigables. Tous ces périmètres ont fait ou font l'objet de travaux ou d'études de réhabilitation.

Tableau I.2.: Les grands périmètres Algériens réalisés avant 1962

Périmètre	Localisation (Wilaya)	Date de création	Superficie équipée (ha)	Superficie irrigable (ha)	Mode d'irrigation
Moyen Cheliff	Chlef	1936	21.800	10.000	Gravitaire
Hamiz	Alger Boumerdes	1937	17.000	12.000	Mixte
Bas Cheliff	Relizane	1937	22.500	5.000	Gravitaire
Haut Cheliff	Ain-Defla	1941	20.200	16.000	Mixte

Habra	Mascara	1942	19.600	6.500	Gravitaire
Mina	Relizane	1943	9.600	5.000	Gravitaire
Sig	Mascara	1946	8.200	4.500	Gravitaire
K'sob	M'sila	1954	5.000	4.000	Gravitaire
TOTAL			123.900	63.000	

### I.3.A.2. Les périmètres récents

Ces périmètres au nombre de neuf (09) réalisés depuis 1970 sont pour la plupart équipés de réseaux sous pression permettant l'utilisation de techniques modernes d'irrigation. Ils représentent une superficie équipée de 49.450 ha (cf. Tableau 2).

Tableau I.3. : Les grands périmètres Algériens réalisés après 1962.

Périmètre	Localisation (Wilaya)	Date de création	Superficie équipée (ha)	Superficie irrigable (ha)	Mode d'irrigation
Soummam	Bejaia	1971	3.500	2.000	Sous pression
Maghnia	Tlemcen	1974	5.100	4.000	Sous pression
Ain -Skhouna	Saida	1974	2.850	2.000	Sous pression
Abadla	Bechar	1974	5.400	4.500	Gravitaire
Bouamoussa	El Tarf	1977	16.500	14.800	Sous pression
Isser-Sebaou	TiziOuzou	1983	3.700	2.000	Sous pression
Mitidja Ouest	Tipaza Blida	1988	8.600	7.500	Sous pression
Arribs	Bouira	1988	2.200	2.000	Sous pression
M'chedallah	Bouira	1988	1.600	1.400	Sous pression
			49.450	40.200	

### I.3.B. La petite et moyenne hydraulique (PMH)

L'irrigation en Algérie s'est aujourd'hui essentiellement développée dans le cadre de la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH)



La grande majorité des superficies irriguées concerne en fait la PMH, qui, avec une moyenne annuelle de 300.000 ha/an irrigués, représente aujourd'hui 88% des superficies irriguées totales du pays.

Ce développement de la PMH, en général à partir de forages et puits, soulève toutefois de nombreuses questions sur son avenir et sa durabilité dans certaines zones. Les diagnostics effectués confirment en effet un développement assez anarchique de milliers de forages et puits, dont l'exploitation porte souvent un préjudice irréversible aux nappes souterraines.

En ce qui concerne le développement de la PMH à partir de ressources superficielles, environ un millier de retenues collinaires ont été réalisées. Ces investissements ont malheureusement souvent été effectués hâtivement sur la base d'études sommaires, et plus de 50% de ces retenues collinaires réalisés sur fonds public ont été perdues (tableau 3,4 et 5)

TableauI.4. Répartition des superficies irriguées en PMH par nature de la ressource en eau  
Campagne d'irrigation 2003

CW	WILAYA	S.A.U	superficie irriguée par nature de la ressource															TOTAL
			P.Barrage		Retenue collinaire		Forages		Puits		au fils de l'eau		Sources		Autres			
			Nbr	Super	Nbr	Super	Nbr	Fo. P	Super	Nbr	Super	Nbr	Sup	Nbr	Sup	Nbr	Sup	
1	Adrar	38 350					304		2 550	4 898	12 535	0	0	0	0	707	8 750	23 835
2	Chlef	203 320			4	18	1 808		9 050	1 254	3 406	147	2 245	26	50			14 769
3	Laghouat	71 087	1	150		172	228	204	3 439	3 081	13 432	274	281	143	308			17 782
4	O.E. Bouaghi	361 689			3		33		427	3 076	6 273	2	103	4	50			6 853
5	Batna	422 677					865		9 429	6 150	8 700	250	1 700					19 829
6	Béjaia	129 170			7	75	44		2 490	1 622	2 450	550	1 475	13	110			6 600
7	Biskra	154 271	1	1 000	0	0	7 193		52 926	4 544	22 800							76 726
8	Bechar	21 300					200		8 790	4 053		0	0	2	50	0	0	8 840
9	Blida	56 000			2		2 284		21 601	286	617	57	534	21	250	2	3	23 005
10	Bouira	179 682	1		29	115	120		291	2 880	1 229		1 156		193			2 983
11	Tamanrasset	25 440					128		3 731	1 195	3 485				36	216		7 432
12	Tebessa	311 992	0	0	0	0	992		9 787	1 600	1 920							11 707
13	Tlemcen	353 000	7	312	14	73	1 106		5 931	1 981	4 694		7 539					18 549
14	Tiaret	704 650			2	405	1 173		2 767	1 733	11 066	421	697	331	31			14 966
15	Tizi-Ouzou	93 820	4	637	83	548	77		676	1 410	1 184	335	2 497	329	86			5 628
16	Alger	35 726					1 570		9 128	1 391	3 423			7	32			12 583
17	Djelfa	378 665	0	0	0	0	1 020		9 700	4 370	5 600	5	1 570	117	673	0	0	17 543
18	Jijel	43 649	5	67	21	314	4	4	180	2 061	1 792	58	2 961	718	559			5 873
19	Setif	360 486	2	0	9	1 200	2 013		5 581	6 396	3 810					1	800	11 391
20	Saida	307 000	0	0	2	100	345	7	1 825	252	300	4	750	0	0	0	0	2 975
21	Skikda	122 500		668	24	290	23	14	340	814	1 222		7 680					10 200
22	Sidi Bel Abes	357 076	0	0	0	0	95		682	1 422	3 951	3	163	30	53		261	5 110
23	Annaba	48 177	0	0	82	870	62	6	271	554	483	35	329	6	21			1 974
24	Guelma	182 305	1	135	10	100	5		50	326	610	16	7 969	380	380			9 244
25	Constantine	128 230			10	402	11		83	101	174		576	49	710			1 944
26	Médéa	335 660	11	410	24	69	632		3 210	1 612	1 984	100	1 526	155	120			7 318
27	Mostaganem	132 268	1	40	5	84	6		98	8 420	20 346				932			21 500
28	MSila	269 776	1	800			2 082		21 225	7 365	7 625	238	1 900					31 550
29	Mascara	306 150					535	9	3 210	2 398	4 796							8 006
30	Ouargla	31 772					927		18 637	40	297							18 934
31	Oran	90 270	0	0	0	0	18		180	1 897	5 116			9	30			5 326
32	El Bayadh	71 702	3	1 195	6	205	260		3 200	90	339	0	0	137	191	0	0	5 130
33	Illizi	1 270	0	0	0	0	75		480	395	790	0	0	0	0	0	0	1 270
34	Bordj BouArer	185 680	3	50	0	0	891		1 997	2 694	2 806	14	347					5 200
35	Boumerdes	65 755	3		45	250	255	0	3 200	1 083	3 300	10	784	21	55	1	1 065	8 654
36	El Tarf	72 000			6	20	109		3 500	236	1 600	200	4 500	5	430			10 050
37	Tindouf	421					15	2	228	217	193							421
38	Tissemsilt	143 471	2	150	4	60	757		2 500	1 326	1 500	750	1 500					5 710
39	El Oued	46 919					525	15	20 000	13 367	25 212							45 212
40	Khenchela	214 064	1	727	2	30	1 337	74	12 520	4 185	4 922		2 159					20 358
41	Souk Ahras	253 606	3	830	2	100	10		150	84	100	67	2 000	2	220	2	15	3 415
42	Tipasa	64 772	1	330	2	40	614		9 251	2 373	1 131		130	176	190			11 072
43	Mila	237 177					457		2 557	873	1 641	323	2 619	279	480			7 298
44	Ain Defla	181 676			7	30	860	12	18 830	6 350	4 280	420	3 375	220	365			26 880
45	Naama	20 395			2	25	173	34	1 700	1 562	2 175							3 900
46	AinTemouchent	180 184	2	274	5	78	84	2	478	758	1 816		928		46			3 620
47	Ghardaia	18 209	0	0	0	0	201		9 290	3 805	3 800	0	0	0	0	0	0	13 090
48	Relizane	251 800					115		1 884	2 015	7 625	4	424	12	102			10 035
TOTAL		8 265 259	53	7 775	412	5 673	32 641	383	300 050	120 595	218 549	4 283	62 416	3 192	6 717	749	11 110	612 289

1.3% 0.9% 49% 35.7% 10.2% 1.1% 1.8% 100%

TableauI.5.Répartition des superficies irriguées en PMH par types de systèmes d'irrigation  
Campagne d'irrigation 2003

CW	WILAYA	S.A.U (ha)	superficie irriguée par système d'irrigation			total
			Gravitaire	Aspersion (ha)	Goutte à goutte (ha)	
1	Adrar	38 350	17 666	2 745	3 424	23 835
2	Chlef	203 320	9 181	4 951	637	14 769
3	Laghouat	71 087	13 833	1 725	2 224	17 782
4	O.E.Bouaghi	361 689	6 474	320	59	6 853
5	Batna	422 677	14 129	4 050	1 650	19 829
6	Béjaia	129 170	5 850	483	267	6 600
7	Biskra	154 271	60 157	2 130	14 439	76 726
8	Bechar	21 300	7 005	47	1 788	8 840
9	Blida	56 000	19 637	798	2 570	23 005
10	Bouira	179 682	2 372	481	130	2 983
11	Tamanrasset	25 440	6 383	8	1 041	7 432
12	Tebessa	311 992	8 270	2 960	477	11 707
13	Tlemcen	353 000	10 549	5 000	3 000	18 549
14	Tiaret	704 650	6 416	6 082	2 468	14 966
15	Tizi-Ouzou	93 820	1 705	3 769	154	5 628
16	Alger	35 726	11 799	448	336	12 583
17	Djelfa	378 665	11 728	2 330	3 485	17 543
18	Jijel	43 649	5 695	50	128	5 873
19	Setif	360 486	7 300	3 943	148	11 391
20	Saida	307 000	793	1 300	882	2 975
21	Skikda	122 500	8 800	1 276	124	10 200
22	Sidi Bel Abes	357 076	3 140	450	1 520	5 110
23	Annaba	48 177	616	1 304	54	1 974
24	Guelma	182 305	2 876	6 036	332	9 244
25	Constantine	128 230	1 190	661	94	1 945
26	Médéa	335 660	3 318	3 400	600	7 318
27	Mostaganem	132 268	18 339	1 380	1 781	21 500
28	M'Sila	269 776	22 915	7 175	1 460	31 550
29	Mascara	306 150	8 006			8 006
30	Ouargla	31 772	17 290	1 094	550	18 934
31	Oran	90 270	4 335	85	906	5 326
32	El Bayadh	71 702	4 070	311	749	5 130
33	Illizi	1 270	800	4	467	1 270
34	Bordj Bou Arreridj	185 680	3 990	669	541	5 200
35	Boumerdes	65 755	5 400	2 650	604	8 654
36	El Tarf	72 000	7 305	2 245	500	10 050
37	Tindouf	421	91	13	317	421



38	Tissemsilt	143 471	1 210	500	4 000	5 710
39	El Oued	46 919	34 410	3 823	6 979	45 212
40	Khenchela	214 064	19 007	600	751	20 358
41	Souk Ahras	253 606	1 375	2 040		3 415
42	Tipasa	64 772	7 676	353	3 044	11 073
43	Mila	237 177	2 518	4 598	182	7 298
44	Ain Defla	181 676	890	23 740	2 250	26 880
45	Naama	20 395	1 534	1 200	1 166	3 900
46	Ain Temouchent	180 184	2 606	336	678	3 620
47	Ghardaia	18 209	9 710	1 379	2 001	13 090
48	Relizane	251 800	9 309	395	331	10 035
TOTAL		8 265 259	429 666	111 336	71 287	612 289

70% 18% 12% 100%

Tableau I.6. Répartition des superficies irriguées en PMH par type de cultures Campagne d'irrigation 2003

Répartition de la superficie par type de culture					
Maraichage (ha)	Arboriculture (ha)	G. Culture (ha)	C. Industrielle (ha)	autres (ha)	TOTAL (ha)
2 542,00	14 163	6 523	607		23 835
7 169	4 723	2 450	427		14 769
4 259	3 618	9 860	45		17 782
3 439	130	2 131	1 153		6 853
6 511	11 757	651	910		19 829
3 646	2 685	42	227		6 600
19 595	36 690	19 018	1 423		76 726
1 430	5 970	1 440	0		8 840
2 562	19 767	136	50	490	23 005
1 071	1 649	264			2 983
1 246	4 000	1 284	902		7 432
2 475	5 837	3 395			11 707
11 029	5 978	1 500	42		18 549
8 039	947	5 980			14 966
3 134	1 725	761	9		5 628
7 053	5 087	150	293		12 583
4 399	8 093	5 051	0	0	17 543
3 317	1 931		625		5 873
6 601	2 219	880	1 035	656	11 391
1 050	1 376	549	0	0	2 975
4 560	1 350	490	3 800		10 200
2 653	1 850		160	447	5 110
895	646	0	433	0	1 974



4 386	2 710	341	1 807		9 244
920	1 024				1 944
3 841	3 463	15			7 318
14 350	6 702		250	198	21 500
11 071	12 229	8 010	240		31 550
8 006					8 006
184	18 509	226	15		18 934
1 941	2 424	31		931	5 326
3 130	2 000	0	0	0	5 130
148	1 065	57			1 270
1 673	2 028	1 499			5 200
3 500	4 954	200			8 654
3 310	1 895	155	4 690		10 050
91	317	13	0	0	421
350	4 000	1 360	0	0	5 710
7 443	29 952	5 922	1 895		45 212
3 421	6 000	7 100	3 237	600	20 358
1 435	1 372	608			3 415
4 552	4 800	940	500	280	11 072
3 843	1 890	1 556	9		7 298
13 845	7 635	5 370	30		26 880
1 510	1 190	1 200			3 900
1 519	890	10	1 201		3 620
2 320	8 150	2 070	400	150	13 090
5 717	3 398	315	605		10 035
211 179	270 786	99 553	27 019	3 752	612 289
34%	44%	16%	4%	1%	100%

#### I.4.Evaluation des pratiques d'irrigation

D'après les données des tableaux précédents on constate que Sur les 173.350 ha équipés dans les grands périmètres d'irrigation, 120.000 ha environ fonctionnent en gravitaire. Les systèmes d'irrigation sous pression couvrent environ 40.000 ha et concernent les périmètres récents.et on peut résumer la situation de l'irrigation en Algérie comme suit :

- ✚ 70% de la superficie est équipée en gravitaire.
- ✚ Mauvaise qualité de service concernés(OPI) et ressource en eau non garantie.
- ✚ Vulgarisation des nouvelles techniques d'irrigation très insuffisante.
- ✚ Coût de l'énergie et des équipements à la parcelle relativement élevé.
- ✚ Tarification de l'eau dérisoire.
- ✚ Manque de la ressource en eau.



## Problématique

Vue la situation de l'irrigation dans notre pays dont la quasi-totalité à environ de 70% des techniques employées sont de type gravitaire, alors que l'efficience de ces techniques varie de 40% à 50%, et tenant compte du manque de la ressource ainsi que les types de sols et de cultures à irriguer, les secteurs concernés ont intérêt à encourager et à favoriser les techniques modernes d'irrigations à savoir l'aspersion, pivot, goutte à goutte...etc. dont l'efficience de ces dernières dépasse les 80%

Le sujet de notre étude rentre dans ce même contexte, notre travail consiste en effet à faciliter l'utilisation de l'irrigation par aspersion en couverture mobile ainsi que son exploitation en élaborant un code de calcul capable de dimensionner un réseau d'irrigation en aspersion en un rien de temps et qui sera un outil d'aide de prise de décision.



## **Chapitre II : Interaction des paramètres influençant le dimensionnement des réseaux d'irrigation par aspersion**

### **Introduction**

Pour que l'agriculteur puisse choisir la méthode d'irrigation la plus adaptée à son cas particulier, il faut qu'il soit capable d'évaluer les avantages et les désavantages de chaque méthode. Il doit être capable de sélectionner la technique d'irrigation qui s'adapte le mieux aux conditions locales.

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.

Le critère de choix d'une technique d'irrigation, (de surface, par aspersion ou au goutte à goutte,) est déterminé en fonction d'un certain nombre de facteurs, à savoir:

### **II .1.Les conditions naturelles (4)**

Les conditions naturelles telles que le type de sol, la pente du terrain, le climat, la qualité de l'eau et sa disponibilité, jouent un rôle très important dans le choix adéquat d'une technique d'irrigation

#### **II .1.1.La ressource en eau**

L'eau d'irrigation doit être considérée selon sa nature, sa quantité et sa qualité. Pour sa nature, la ressource peut être souterraine exploitée à partir de puits ou de forages, ou bien une source d'eau superficielle à partir des lâchées, d'un écoulement ou un captage de source. A ce propos, l'agriculteur doit s'assurer de sa disponibilité au moment voulu pour irriguer, car la connaissance de la quantité d'eau disponible en période de pointe permet de déterminer la superficie à irriguer ; Et en qualité (bonne, médiocre ou mauvaise) pour savoir le niveau de traitement et de filtration nécessaires à son utilisation.

Facteurs conditionnant le choix de la méthode d'irrigation:

- La disponibilité de l'eau dans le temps, en débit et en pression,
- La qualité d'eau,



### **II .1.2.La disponibilité de l'eau**

L'efficience d'un réseau d'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est généralement supérieure à celle d'un réseau d'irrigation de surface; par conséquent ces deux méthodes sont préférables à l'irrigation de surface au cas où les ressources en eau sont limitées. Par ailleurs, il est bon de rappeler que l'efficience d'irrigation dépend aussi bien des compétences de l'agriculteur que de la méthode utilisée.

### **II .1.3.La qualité de l'eau**

Avec une eau chargée de sédiments, il est plus convenable d'utiliser la technique d'irrigation de surface que les autres techniques par aspersion ou au goutte à goutte. En effet, les sédiments peuvent provoquer l'obstruction des asperseurs ou des goutteurs. Dans le cas d'une eau saline, l'irrigation au goutte à goutte est particulièrement appropriée. En effet, comme l'eau est fournie aux pieds des plantations, la salinité de sol ne sera pas sérieusement affectée par l'irrigation à l'eau saline. Dans le cas d'une irrigation par aspersion par une eau saline ou par une eau usée épurée on risque la création de plusieurs problèmes à savoir :

La production d'aérosols ceux-ci dispersés par les vents, peuvent propager les germes pathogènes vers les voies de circulation et les habitations

Brulures des feuillages

### **II .1.4.Le climat**

Les vents forts peuvent déformer les trajectoires des filets liquides en irrigation par aspersion. Dans des régions à vents forts dominants, l'irrigation au goutte à goutte ou de surface est préférable. En irrigation d'appoint, les méthodes par aspersion et au goutte à goutte sont plus appropriées que l'irrigation de surface, puisqu'elles ont la flexibilité de s'adapter à la demande variable en eau au niveau de la ferme. Ainsi le vent a une influence majeure en irrigation par aspersion dans le calcul des écartements que ce soit entre les asperseurs ou entre les rampes. La lutte contre ce phénomène peut se faire par l'aménagement de brise-vent.

L'évaporation représente une contrainte très importante par le fait qu'elle entraîne des pertes d'eau importantes surtout sur les planches de ruissellement, ainsi que pour l'aspersion sur frondaison et cela est dû à la longue portée du jet d'eau.



### **II .1.5.La pente**

L'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est préférable sur des terrains à forte pente ou à pente irrégulière. En effet, chacune des deux méthodes requiert peu ou pratiquement pas de travaux de nivellement. Dans le cas d'une irrigation par aspersion si la pente dépasse une certaine valeur on doit prendre quelques précautions à savoir

Diminuer la pluviométrie artificielle de vingt pour cent.

### **II .1.6.Type de sol**

La rétention en eau diffère suivant le type de sol, le taux d'infiltration et la capacité de rétention sont spécifiques à chaque sol, la connaissance des conditions d'humidité est importante. Les sols sableux sont caractérisés par une faible capacité de rétention et un taux d'infiltration élevé. C'est pourquoi, en sols sableux, la dose d'arrosage est faible mais les arrosages sont moins espacés, surtout quand ces sols ne sont pas profonds. Dans ces conditions, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est plus appropriée que l'irrigation de surface. Avec du limon ou de l'argile les trois méthodes sont utilisables, mais l'irrigation de surface est la plus courante. Les sols argileux à faible taux d'infiltration offrent des conditions idéales à l'irrigation de surface. Quand le sol est hétérogène à l'intérieur d'un périmètre d'irrigation, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte assure une meilleure uniformité de distribution que l'irrigation de surface.

## **II.2.Types de cultures**

La plus part des plantes sont sensibles à l'asphyxie du sol et à la stagnation de l'eau, qui peuvent favoriser le développement de certaines maladies. Les eaux d'irrigation peuvent aussi si elles sont concentrées en chlore et en sodium entraîner des risques sanitaires aux plantes.

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

<b>Cultures</b>	<b>Réseau d'irrigation approprié</b>
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.3. Besoins en main-d'œuvre**

Les besoins en main-d'œuvre pour l'aménagement, le fonctionnement et l'entretien des projets d'irrigation de surface sont toujours supérieurs à ceux des projets d'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte. L'irrigation de surface nécessite des travaux de préparation de terrain (nivellement) assez soignés, un entretien régulier et une bonne conduite des irrigations pour assurer le bon fonctionnement du réseau. En aspersion ou au goutte à goutte, les travaux de préparation du terrain sont très minimes, et les besoins en main-d'œuvre pour le fonctionnement et l'entretien des réseaux sont moins importants que pour l'irrigation de surface.

### **II.4. Coûts et bénéfices**

Avant de choisir une méthode d'irrigation, il faut faire une estimation des coûts, bénéfices et avantages de chaque option. L'estimation des coûts ne se limite pas aux coûts des travaux et d'installation, mais elle tient compte aussi des frais de fonctionnement et d'entretien (à l'hectare). Les coûts doivent être ensuite comparés aux bénéfices (exprimés en pourcentage



des investissements). Il est clair que les agriculteurs ne choisiront que l'alternative qui est économiquement fiable.

## **Conclusion**

La méthode d'irrigation devient plus facile à distinguer et à mettre en place une fois que tous les facteurs précédant sont définis et connus cela veut dire en présence des conditions favorables on opte pour l'irrigation de surface contrairement dans le cas des conditions défavorables à savoir pentes fortes et irrégulières, sols à taux d'infiltration élevés et des ressources en eau limitées, les méthodes d'irrigation par aspersion et au goutte à goutte pourraient être plus appropriées.



## **Chapitre III : Irrigation par aspersion**

### **Introduction**

La croissance de la population mondiale pendant les derniers siècle a conduit à une augmentation de la productivité agricole et d'autre part l'augmentation de la consommation en eau, en remarque que l'irrigation tient la part majeure dans la consommation mondiale de l'eau par rapport aux autres secteurs à savoir l'alimentation en eau potable et l'industrie, au Maghreb l'eau est un bien précieux vu sa carence pendant les années de sécheresse.

Dans une situation pareille, il est indispensable de chercher à optimiser la gestion de l'eau d'irrigation. Cela nous mène à la mise en place et au développement des techniques d'irrigation économétriques.

### **III.1.Histoire de l'irrigation par aspersion**

L'irrigation par aspersion 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.

### **III.2.Définition**

L'irrigation par aspersion est une technique relativement récente qui consiste à reproduire sur le sol le phénomène naturel de la pluie, avec toute fois le contrôle de l'intensité et de la hauteur de l'averse.

Il existe de nombreuses variantes de l'aspersion en termes de débit et de diamètre d'aspersion, de hauteur du jet au-dessus du sol (au-dessus des cultures, en dessous de feuillage), de type de mécanisme pour l'asperseur... etc.

### **III.3.Le but d'une irrigation par aspersion**

C'est l'application uniforme de l'eau sur l'aire occupée par la culture. Le système d'irrigation doit être conçu pour appliquer l'eau à un taux inférieur à la capacité d'infiltration du sol et éviter ainsi les pertes par ruissellement.

### **III.4.Différents types d'installations d'aspersion (5)**

Il existe plusieurs types de machines d'aspersion ayant des caractéristiques différentes de celle des autres installations, ainsi les installations d'aspersion peuvent être classées:

- ✚ Selon leur principe d'arrosage
- ✚ Selon leur mouvement sur la parcelle
- ✚ Selon leur pression de fonctionnement

Parmi les installations réalisées généralement à travers le monde on distingue:

#### **III.4.1. Arroseur automoteur (enrouleur)**

Le système d'irrigation par aspersion à enrouleurs à rampes repliables est un système mécanisé complètement automatique, aisé à transporter d'un champ à l'autre. La rampe d'aspersion, montée sur un chariot muni de roues à une hauteur de 1,3 à 2,5 m au-dessus du sol, est traînée à l'extrémité du champ jusqu'à 400 m du corps principal de l'engin (un bâti surmonté d'un tambour) qui reste près de la borne. Le chariot est relié au bâti par un long tuyau en PE posé sur le sol. Pendant le fonctionnement, le tuyau s'enroule sur le tambour fixé sur le corps principal en tractant vers l'arrière le chariot avec la rampe mobile qui irrigue une bande de terrain, jusqu'à ce que toute la longueur du champ soit couverte. Les rampes repliables d'aspersion sont des systèmes compacts opérant à basse/moyenne pression (3 à 4,5 bars). La superficie irriguée par tour (secteur) est de l'ordre de 0,4 à 2 ha selon la dimension de l'unité. Ces systèmes sont utilisés pour l'irrigation des fourrages, céréales, pommes de terre, arachides ainsi que la plupart des cultures industrielles de plein champ.



**Figure III.1. Arroseur automoteur**

##### **III.4.1.A. Avantages**

- Système d'irrigation automatisé, complet en une unité compacte mobile.
- Efficacité d'irrigation de 80 pour cent.
- Gain de main-d'œuvre considérable.



- Fines précipitations améliorant la structure du sol.
- Maniement simple.
- Pas d'installation de tuyaux sur le champ
- Solution pratique à de nombreux problèmes d'irrigation pour les exploitants agricoles.
- Idéal pour l'irrigation supplémentaire de grands champs éloignés

#### **III.4.1.B. Inconvénients**

- Prix d'installation élevés.
- Fortes intensités de pluviométrie conduisant à des ruissellements et à la formation de flaques.

#### **III.4.2. Pivot central**

Le système type à pivot central consiste en une simple conduite irrigant longue reliée à une tour centrale, qui tourne lentement sur le champ en décrivant un cercle et irrigue les plantes avec des asperseurs ou mini diffuseurs disposés à intervalles fréquents. La tour centrale avec son mécanisme de pivotement et un panneau principal de commande (contrôle électrique) sont ancrés dans un petit socle de béton au droit d'un point fixe d'alimentation en eau (borne) au centre du terrain. L'ensemble de la conduite d'arrosage est suspendu au-dessus du sol par de longues structures métalliques et/ou des câbles, posés sur des tours de support mobiles en forme de "A" sur roues. L'extrémité de la conduite est équipée d'un canon asperseur. L'ensemble du système automoteur tourne lentement autour du pivot, à une vitesse type (dernière travée) de 2 à 3 m/min et se déplace en pulvérisant l'eau au-dessus des plantes, couvrant le terrain en décrivant un cercle. Le système d'entraînement se compose de petites unités motrices individuelles équipant chacune des tours roulantes. Ces unités sont pilotées électriquement, mais peuvent aussi fonctionner hydrauliquement (eau ou huile) ou mécaniquement. Un système d'alignement automatique permet de garder alignées les travées portant la conduite



**Figure III.2.pivot central**

#### **III.4.2.A. Avantages**

- Efficience d'application élevée de 75–85 pour cent permettant des économies d'eau, avec contrôle absolu de l'eau d'irrigation depuis la source jusqu'à la plante.
- Meilleure uniformité d'application en comparaison d'autres systèmes d'aspersion ou de vaporisation, en raison de la continuité de distribution de l'eau.
- En fin d'irrigation, le système se retrouve au point de départ.
- Economies de main-d'œuvre et de carburant.
- Labour et coûts connexes limités.
- Contrôle de la salinité. Le lessivage intégral de la zone racinaire en fin de saison est très efficace avec le pivot central.
- Applicable en irrigation supplémentaire des céréales cultivées en sec durant les périodes de sécheresse

#### **III.4.2.B. Inconvénients**

- Investissement initial important.
- Non adapté aux petites exploitations

### III.4.3. Rampe classique à asperseurs

Ce sont des rampes posées sur le sol comportant des asperseurs ayant un débit de 2 à 5 m<sup>3</sup>/h pour une pluviométrie variant de 5 à 15 mm/h, l'écartement entre les arroseurs est de 18×18 m à 30×30 m.

#### III.4.3.1. Description du réseau

Le porte-rampes et les rampes sont constitués de tubes d'une longueur de 3'6 ou 9 et sont faits en alliage d'aluminium, en acier galvanisé ou encore en polychlorure de vinyle. On trouve également des rampes en polyéthylène à haute et à basse densité. Les rampes ont généralement un diamètre de 50mm. L'asperseur est caractérisé par le diamètre de sa buse qui, pour une pression déterminée, définit son débit, la portée du jet et la répartition de l'eau, en un mot la pluviométrie de l'asperseur. Il existe des asperseurs équipés d'une seule buse et d'autres qui sont munis de deux buses de différent diamètre pour améliorer l'homogénéité de la répartition pluviométrique dans la surface arrosée. Les asperseurs peuvent être montés directement sur la rampe par l'intermédiaire d'une allonge rigide de 0,50m à 2 m que l'on fiche sur un T à clapet, fixe sur une plaque stabilisatrice. On peut également monter les asperseurs sur un bipied ou sur un trépied de 1 à 2.5m de hauteur.



Figure III.3. rampes classique a asperseurs

#### III.4.3.2. Types de couvertures

Les premiers réseaux étaient équipés de petits asperseurs disposés le long d'une rampe mobile en alliage léger que l'on déplaçait à la main de poste en poste, pour irriguer l'ensemble de la parcelle. Relativement peu coûteux en investissement, ce système était très

exigeant en main-d'œuvre. On a peu à peu évolué vers la couverture totale qui consiste à disposer sur la parcelle en début de campagne un quadrillage de rampes de petits diamètres, le long desquelles on déplace ensuite annuellement les asperseurs. On a finalement abouti à la couverture intégrale qui consiste à équiper les rampes fixes de l'ensemble des asperseurs. Une fois posé l'ensemble n'est plus déplacé pendant toute la saison d'irrigation. La mise en eau successive des postes d'arrosages réalisées par l'ouverture ou la fermeture de petites vannes en tête de chaque rampe. Ces vannes peuvent être commandées manuellement ou à l'aide de vannes semi-automatiques comme les vannes volumétriques ou encore de manière automatique par des programmeurs d'arrosage. La couverture intégrale présente l'avantage de supprimer interventions manuelles pour les changements de poste, presque totalement lorsque les manœuvres de vannes sont manuelles ou totalement si ces manœuvres sont automatiques. Cet avantage est néanmoins obtenu au prix d'un investissement d'autant plus élevé que le système est automatisé.

Le gros intérêt de la couverture intégrale est qu'avec une bonne disposition d'asperseurs on peut obtenir une répartition bien homogène de l'eau sur l'ensemble de la surface irriguée. Les pertes d'eau sont pratiquement nulles et dans des dispositifs bien conçus, on obtient des rendements hydrauliques de l'ordre de 90 à 95 %. Ces systèmes peuvent être bien adaptés à toutes les formes de parcelle, à toutes les natures de sol quelle que soit la topographie et à toutes cultures. La couverture intégrale convient particulièrement bien aux cultures annuelles, dont la sole irriguée peut être déplacée dans l'assolement sur l'ensemble de l'exploitation.

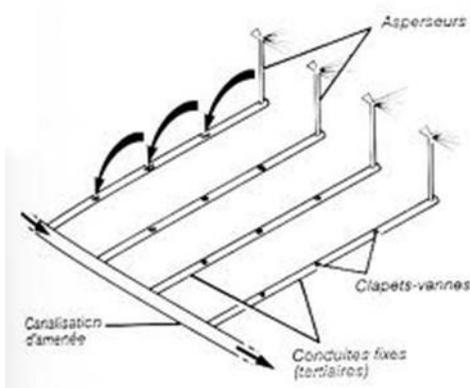


Figure III.4.Couverture totale

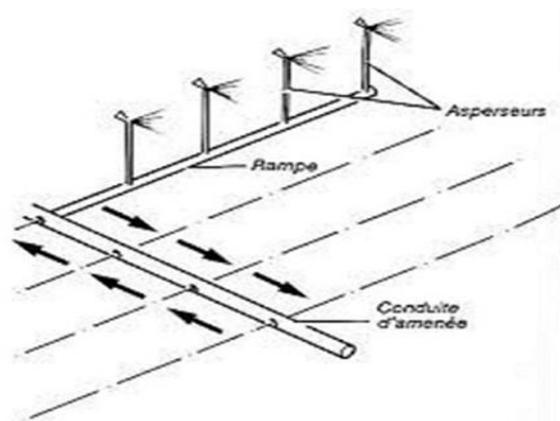
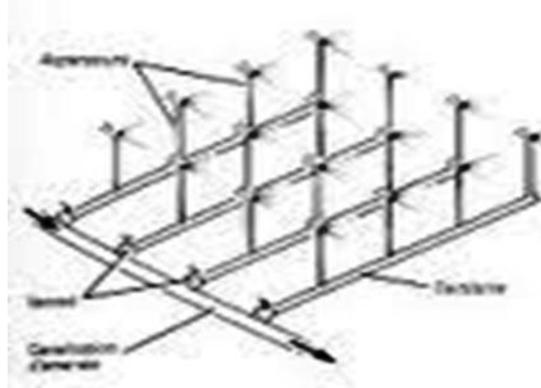


Figure III.5.Couverture mobile



**Figure III.6.**Couverture intégrale

#### **III.4.3.A. 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.

#### **III.4.3.B. 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.

### III.5.Arroseurs

Les arroseurs rotatifs constituent les appareils encore le plus souvent utilisés. Une uniformité acceptable de l'arrosage est obtenue par recouvrement partiel des surfaces arrosées par chaque asperseur

Les asperseurs sont généralement disposés en carré, dont le côté est choisi dans la série des écartements normalisés. Une série couramment retenue est la suivante (en mètres) 6\*6 12\*12 18\*18 24\*24 30\*30 42\*42 63\*63 Il s'agit de multiples de la longueur unitaire des tubes utilisés (6 ou 9 m).

Chaque type d'asperseur peut être équipé de jeux de buses de caractéristiques différentes, permettant de couvrir une certaine gamme de pluviométrie d'arrosage

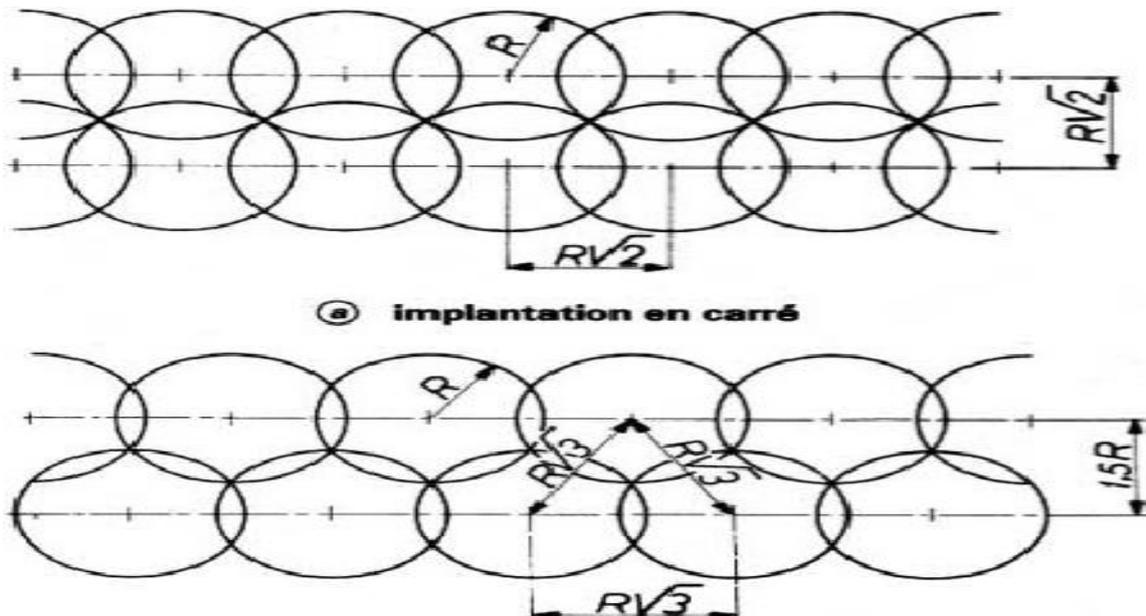


Figure III.7. Implantation des arroseurs

#### III.5.1.Arroseurs à poste fixe, à basse et moyenne pressions

Les arroseurs à basse et moyenne pressions (1,5 à 4 bar) constituent le matériel le plus ancien et le plus courant. Leur principe de fonctionnement est bien connu : un jet contrôlé par une buse calibrée tourne par à-coups sous l'effet d'impulsions réglées par un balancier à ressort. Une deuxième buse, opposée à la première et de caractéristiques différentes, est parfois adjointe à la première et améliore l'uniformité de l'arrosage.

Chaque modèle d'asperseur peut être équipé de buses choisies dans une gamme normalisée et possédant une caractéristique spécifique de débit et de portée du jet en fonction de la pression disponible

Chaque arroseur a une plage de fonctionnement correspondant à une uniformité correcte de l'arrosage : la pression de service ne doit être, en effet, ni trop faible (pulvérisation insuffisante, jet compact à faible portée) ni trop importante (pulvérisation excessive, jet trop sensible au vent)

Dans le cadre des asperseurs à basse et moyenne pressions, la diversité du matériel proposé permet de couvrir une gamme importante de conditions de fonctionnement : débit des asperseurs : 0,6 à 6 m<sup>3</sup>/h ; écartement d'implantation des asperseurs : 6 à 24 m ; pluviométrie d'arrosage : 4 à 20 mm/h Ces appareils peuvent être montés sur les rampes par des raccords ordinaires à griffes ou, de préférence, par des raccords à bille ou à clapet, qui pourront être branchés ou débranchés sans avoir à couper l'eau en tête de rampe. Des rallonges verticales permettent de hausser les asperseurs dans le cas de cultures hautes ou d'arrosage sur frondaison.

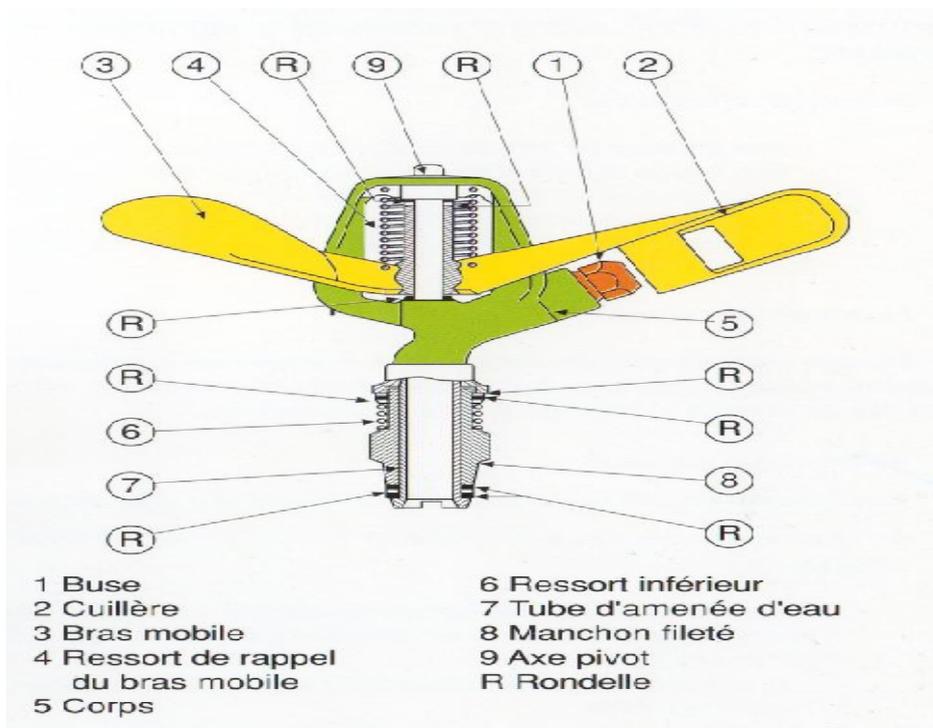


Figure III.8. Asperseur rotatif

### III.6. Conditions d'utilisation

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



### III.7.Types de sol appropriés

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

Selon MICIOV (1974), la pluviométrie horaire (mm/h-1) maximale admissible des arroseurs doit être, en fonction du type de sol et de la pente, inférieure ou égale aux valeurs données au tableau suivant :

**Tableau:** Pluviométrie horaire maximale, en mm/h, des arroseurs pour une texture du sol et une pente de terrain donné.

Texture du sol	Pente du terrain (%)				
	0 -5	6 -8	9 -12	12 - 20	>20
<b>Sablonneux</b>	20	16	12	8	5
<b>Sablo-argileux</b>	15	12	9	6	4
<b>Limono-sablonneux</b>	12	9.5	7	5	3
<b>Limoneux</b>	10	8	6	4	2.5
<b>Argileux</b>	8	6.5	5	3	2

### III.8.Cultures recommandées

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

### III.9.Qualité de l'eau

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



### Conclusion

Des progrès technologiques consistant à mécaniser et automatiser les réseaux d'irrigation permettent d'améliorer sensiblement les performances de l'irrigation tout en diminuant les interventions manuelles pénibles. Ces progrès concernent tous les modes d'irrigation, mais sont relativement plus avancés en aspersion et en micro-irrigation. Ils peuvent aller jusqu'à l'automatisation complète de l'irrigation, pilotée par micro-ordinateur en fonction d'informations micro météorologiques, agronomiques ou sur l'état hydrique du sol, transmis en temps réels par des capteurs. Des commandes à distance permettent à l'irrigant de faire toutes modifications ou interventions utiles en cas de besoin.



### Introduction :

Pour programmer il nous faut un langage de programmation dans notre cas on a travaillé avec Le C# (Prononcez "Cé Sharpe" ou "ci Sharpe" à l'anglaise) est un langage de programmation, créé par Microsoft en 2002.

Un langage de programmation est un ensemble d'instructions, c'est-à-dire un ensemble de mots qui permettent de construire des applications informatiques.

Ces applications informatiques peuvent être de beaucoup de sortes, par exemple une application Windows, comme un logiciel de traitement de texte ou une calculatrice ou encore un jeu de cartes

Dans un programme on trouve les éléments suivants :

### IV.1.Types de variables:

C# utilise les types variables de suivants:

1. les nombres entiers
2. les nombres réels
3. les nombres décimaux
4. les caractères et chaînes de caractères
5. les booléens
6. les objets

Tableau IV.1.Les types de données prédéfinis

Type C#	Donnée représentée
string	chaîne de caractères
int	nombre entier
float	nombre réel
double	nombre décimal avec deux chiffres après la virgule
decimal	nombre décimal
bool	Représente une valeur vraie ou fausse
object	référence d'objet

### IV.1.3.Les variables :

Ce sont des **blocs de mémoire** qui vont contenir des nombres, des chaînes de caractères, des dates ou plein d'autres choses. Les variables vont nous permettre d'effectuer des calculs mathématiques, d'enregistrer l'âge du visiteur, de comparer des valeurs, etc.



Une variable est représentée par son **nom**, caractérisée par son **type** et contient une **valeur**.

Le type correspond à ce que la variable représente : un entier, une chaîne de caractères, une date, etc.

Par exemple : La période végétatif d'une culture pourrait être stockée sous la forme d'un entier et accessible par la variable « Periode\_Végétatif », ce qui s'écrit en C# :

```
intPeriode_Végétatif;
```

Le mot clé int permet d'indiquer au compilateur que la variable «Periode\_Végétatif» est un entier numérique.

la variable «Periode\_Végétatif» n'a pas été initialisée, elle ne pourra pas être utilisée car le compilateur ne sait pas quelle valeur il y a dans la variable Periode\_Végétatif.

Pour l'initialiser (on parle également « d'affecter une valeur ») on utilisera l'opérateur égal (« = »).

```
Periode_Végétatif =120 ;
```

**IV.2.Les opérateurs de comparaison :**Une condition se construit grâce à des **opérateurs de comparaison**. On dénombre plusieurs opérateurs de comparaisons, les plus courants sont :

**TableauIV.2.**les opérateurs de comparaison

Opérateur	Description
==	Egalité
!=	Différence
>	Supérieur à
<	Inférieur à
>=	Supérieurouégal
<=	Inférieurouégal
&&	ET logique
	OU logique
!	Négation

**IV.2.1.Les instructions « If, else »:**

L'instruction ifpermet d'exécuter du code si ou plusieurs conditions est vraie

L'instruction elsepermet d'exécuter du code si ou plusieurs conditions est fausse

**IV.3.La boucle « for »**



La boucle **for** permet de répéter un bout de code tant qu'une condition est vraie. Souvent cette condition est un compteur. Nous pouvons par exemple afficher un message 10 fois avec le code suivant :

```
intcompteur;  
for(compteur = 0; compteur <10; compteur++)  
{  
    Console.WriteLine("Irrigation");  
}
```

#### -4 Les classes :

Le but d'une classe est de factoriser du code afin d'éviter d'avoir à répéter sans arrêt le même code et ceci pour deux raisons essentielles :

- Déjà parce que l'homme est un être paresseux qui utilise son intelligence pour éviter le travail inutile.
- Ensuite parce que si jamais il y a quelque chose à corriger dans ce bout de code et s'il est dupliqué à plusieurs endroits, alors nous allons devoir faire une correction dans tous ces endroits. Si le code est factorisé à un unique endroit, nous ferons une unique correction.

En résumé, pour déclarer une méthode, nous aurons :

Signature de la classe

```
{  
    Bloc de code de la classe  
}
```

Exemple :

```
public void Calculer_RFU()  
{  
    Rfu_Janvier = ((HCC - Hpf) / 100) * Z_Janvier * y;  
}
```

#### Présentation du logiciel Irri-Tech V2.0 :

Nous présentons à travers ce travail un code de calcul nommé **Irri-Tech V2.0** différente de la précédente version IRRI-TECH élaborée en juin 2012 et 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 par aspersion, 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 utilisant bien sur les trois termes du bilan hydrique mais en s'inspirant de

- ✓ Trois méthodes pour le calcul de la pluie efficace  $P_e$
- ✓ Trois modèles pour l'évaluation de l'évapotranspiration ETP
- ✓ Deux méthodes pour l'évaluation du coefficient cultural  $K_c$



Contrairement à quelques programmes déjà sur le marché, 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 de l'aspersion. Il faut dire également qu'il peut fonctionner même en utilisant des eaux chargées.

**-1- Page d'accueil**

**Ecole National Supérieure d'Hydraulique**  
**Laboratoire de Génie de l'eau et environnement L.G.E.E**

# IrriTech V2.0

Logiciel de Dimensionnement des Réseaux d'Irrigation par Aspersion

- Calcul des besoins
- Dimensionnement du réseau

**Elaboré par:**  
**NAIT MOHAND Abdelatif**

**GEE**  
2012/2013

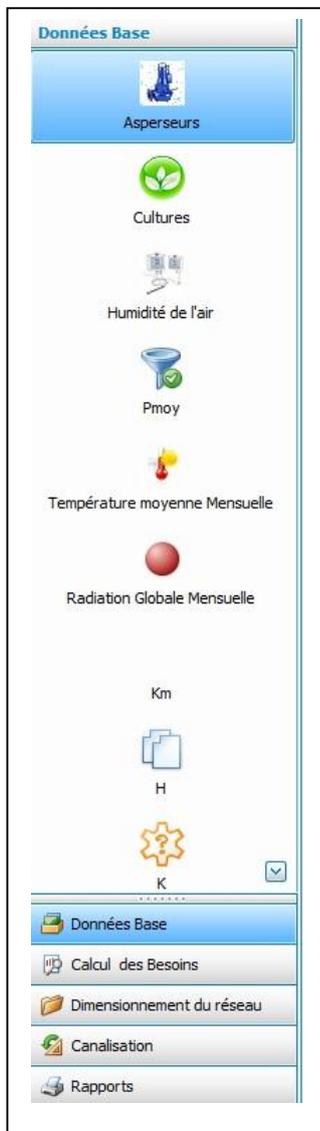
**Promoteur**  
**YAHIAOUI Samir**

29/09/2013 10:21	eXpressApp Fram...	8 Ko
02/09/2013 09:48	eXpressApp Fram...	102 Ko

29/09/2013 21:29

L'accès à l'application est garanti par un mot de passe.

-3- barre de navigation :



### Cultures

Une base de données contenant les informations nécessaires pour le calcul des besoins en eau d'une quarantaine de cultures est déjà disponible, à savoir le coefficient cultural  $K_c$  ainsi que les profondeurs d'enracinement et leurs périodes végétatives donc il suffit de choisir la culture voulue

### Coefficient cultural

Le coefficient cultural se calcul par plusieurs méthodes que ce soit pour les cultures pérennes ou non pérennes à savoir



- Par pourcentage de la période de croissance
- Par pourcentage de nombres de jours de semi

**Exemple :** si on a une culture de 140 jours de son cycle végétatif

Par pourcentage de période de croissance donc

140 jours représente 100% donc un mois représente environ 30% et d'après les tableaux insérés dans les données de base Excel de l'application on tire les valeurs de Kc

Photo	Culture	Perenne	Debut Profonde...	Fin Profondeur d'En...
	Pomme de terre	<input type="checkbox"/>	0,4	0,6
	Sorgho grains	<input type="checkbox"/>	1,	2,
	Tomate	<input type="checkbox"/>	0,7	1,5
	Tournesol	<input type="checkbox"/>	0,8	1,5
				

**Cultures**

Culture: **Agrumes**

Debut Profondeur d'Enracinement : 1,2

Perenne

Fin Profondeur d'Enracinement : 1,5

Photo: 

---

**Coefficient Culturel**

Calculer Kc

Kc	Pourcentage de la période de croissance
Janvier: 0,66	[0-10%]: 0,
Février: 0,64	[10-20%]: 0,
Mars: 0,68	[20-30%]: 0,
Avril: 0,7	[30-40%]: 0,
Mai: 0,71	[40-50%]: 0,
Juin: 0,72	[50-60%]: 0,
Juillet: 0,72	[60-70%]: 0,
Août: 0,7	[70-80%]: 0,
Septembre: 0,68	[80-90%]: 0,
Octobre: 0,67	[90-100%]: 0,
Novembre: 0,66	

Page illustrant la base de données des différentes cultures.



### Données à saisir pour la programmation du code de calcul :

L'utilisateur du programme de calcul IRRI-TECH 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. Le fonctionnement du programme de calcul est illustré comme suit :

#### 1. Les besoins :

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

La formule de calcul des besoins en eau est la suivante

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

#### La pluie efficace $P_{eff}$ :

C'est la pluie de calcul, obtenue après l'étude hydrologique, elle se calcule par plusieurs méthodes à savoir

$$\rightarrow \text{A partir un \% fixe} \quad P_{eff} = A * P_{moy}$$

$$0.7 < A < 0.9$$

$$\rightarrow \text{Par rapport à la zone (aride et semi-aride)} \quad P_{eff} = 0.6 * P_{moy} - 10 \quad \text{si } P_{moy} \leq 70 \text{mm}$$

$$P_{eff} = 0.8 * P_{moy} - 25 \quad \text{si } P_{moy} > 70 \text{mm}$$

$$\rightarrow P_{eff} \text{ USDA}$$

$$P_{eff} = P_{moy} * (1 - 0.2 * P_{moy} / 125) \quad \text{si } P_{moy} \leq 250 \text{mm}$$

$$P_{eff} = P_{moy} * 0.1 + 125 \quad \text{si } P_{moy} > 250 \text{mm}$$

**Explication :** après avoir remplir le tableau des pluies de 80% et choisir la méthode de calcul les résultats de la pluie efficace seront affichés comme suit



Accueil

Culture: Pomme de terre

Pluie Efficace évapotranspiration Reserve Facile Utile ETR

Méthode de Calcul Peff : Pourcentage fixe

Pluie Moyenne (mm): Pourcentage fixe

A(%): Zones Arides & Semi Arides

Formule USDA

Accueil

Culture: Pomme de terre

Pluie Efficace évapotranspiration Reserve Facile Utile ETR

Méthode de Calcul Peff : Pourcentage fixe

Pluie Moyenne (mm): AspersionSys.Module.Pmoy(f4930332-f5ef-4c1f-bb97-49107de9c58b)

A(%): 0,85

Calculer Peff

Peff	
Peff Janvier (mm):	68,26
Peff Février(mm):	59,4
Peff Mars(mm):	60,27
Peff Avril(mm):	57,13
Peff Mai(mm):	47,09
Peff Juin(mm):	10,
Peff Juillet(mm):	8,39
Peff Août(mm):	6,54
Peff Septembre(mm):	35,25
Peff Octobre(mm):	43,
Peff Novembre(mm):	51,
Peff Décembre(mm):	66,



**La réserve facile utile RFU :** la détermination de cette réserve dépend de caractéristiques de sol et de la nature de végétal

La formule  $RFU = (Hcc - Hpf) \cdot Z \cdot da \cdot Y$

Avec :

Hcc : Humidité à la capacité au champ;

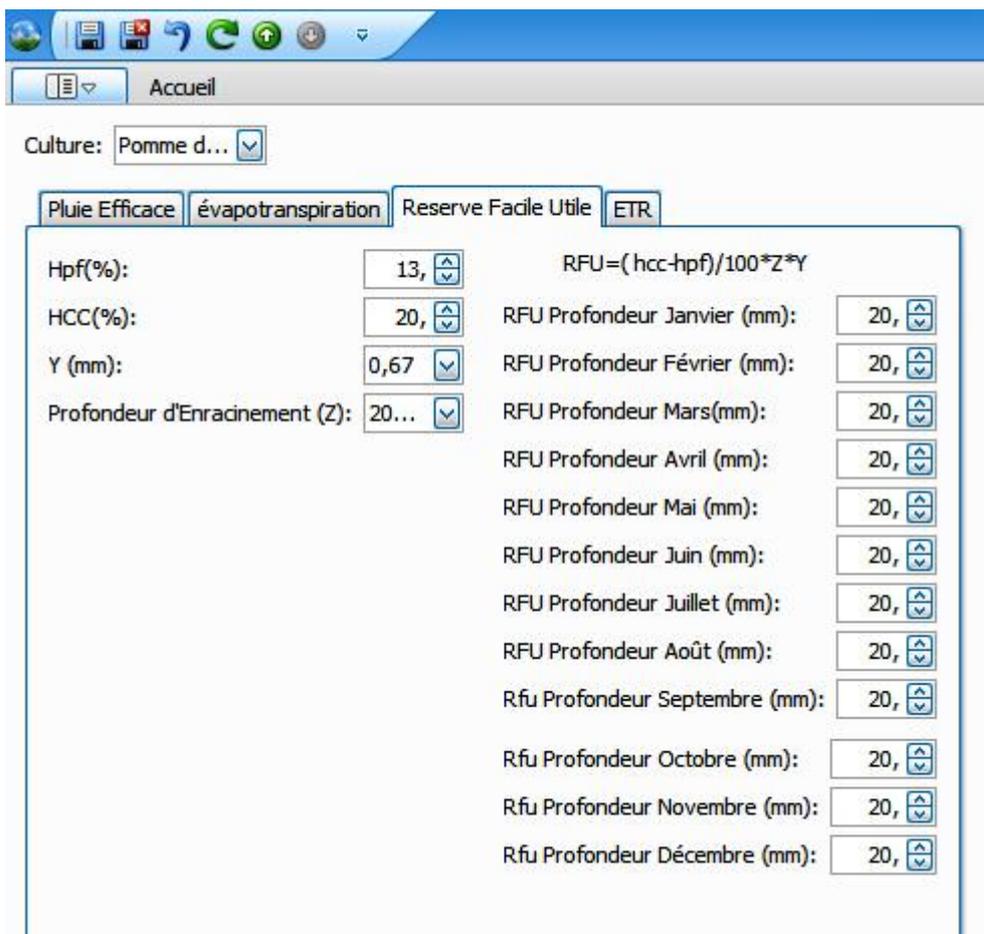
Hpf : humidité du sol au point de flétrissement ;

Z : Profondeur d'enracinement (m) ;

da : Densité apparente ;

Y = 1/3 sable et 2/3 argile

**Explication :** dans cette étape il suffit d'introduire les valeurs des paramètres de la formule précédente et on aura les résultats illustrés comme suit





**L'évapotranspiration ETP :** c'est la demande climatique décrite par l'évapotranspiration potentielle ETP mesuré dans des bacs d'évaporation, cuve lysimétrique, L'évaporomètre piche. On l'estime par la méthode da de **PENMAN-MONTEITH** basée sur une ETP de référence(ET0) celle d'un gazon où aucune limitation n'existe quant à l'eau disponible. Tenant compte de la nature de végétal et de son stade de croissance l'ETP nous mène à l'ETR

### Différentes méthodes de calcul d ETP basées sur les données climatiques

Ce sont les méthodes indirectes exprimées sous forme de formules, il existe plusieurs formules chacune correspond à un climat bien spécifié

#### Formule de Turc

Utilisée pour les régions humides

Si  $Hr > 50\%$  la formule est comme suit

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \quad \text{en (mm/mois)}$$

Tel que

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

$I_g$  : Radiation globale mensuelle (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

Si  $Hr < 50\%$  la formule est la suivante

$$ETP = 0,40(I_g + 50) * \left(\frac{T}{T + 15}\right) * \left(1 + \frac{50 - Hr}{70}\right)$$

Dans laquelle :

Hr : L ; humidité de l'air en %.

$$I_g = I_{ga} * (0,18 + 0,62) * \frac{h}{H}$$

#### Avec :

$I_{ga}$  : Radiation maximale théorique.

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

h : durée d'insolation de la station considérée en heure/mois.



$\frac{h}{H}$  : Insolation relative en heures.

### Formule de Blaney et Criddle

$$ETP=K (0,46t+8,13) P.$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

t : température moyenne (en degré Celsius).

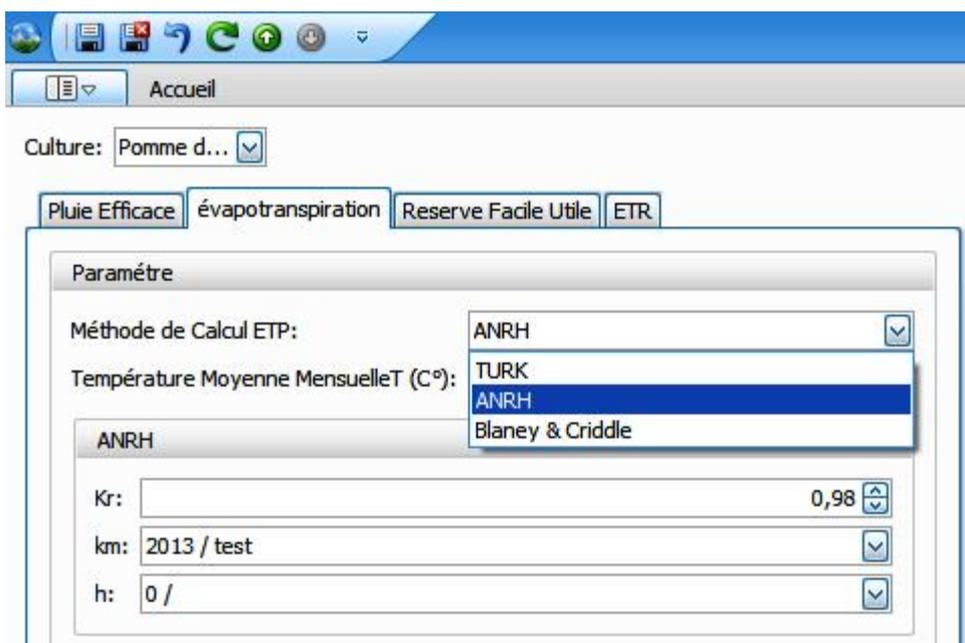
P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.

$$K = K_t K_c$$

avec  $K_t$  coefficient climatique rattaché à la température moyenne de l'air t (en degrés Celsius) :

$$K_t = 0,031 t + 0,24$$

**Explication :** dans cette étape il suffit d'introduire les valeurs des paramètres de la formule choisie et on aura les résultats illustrés comme suit





ETP	
ETP Janvier(mm):	10,01
ETP Février(mm):	-109,94
ETP Mars(mm):	-111,42
ETP Avril(mm):	-118,19
ETP Mai(mm):	-129,48
ETP Juin(mm):	-148,76
ETP Juillet(mm):	-162,44
ETP Août(mm):	-168,58
ETP Septembre(mm):	-156,13
ETP Octobre(mm):	-71,81
ETP Novembre(mm):	-99,05
ETP Décembre(mm):	-86,14

Utilisateur : Admin

Evapotranspiration réelle ETR

Elle se calcul par la formule suivante

$$ETR=ETP*K_c$$

Tel que : le  $K_c$  est un coefficient cultural

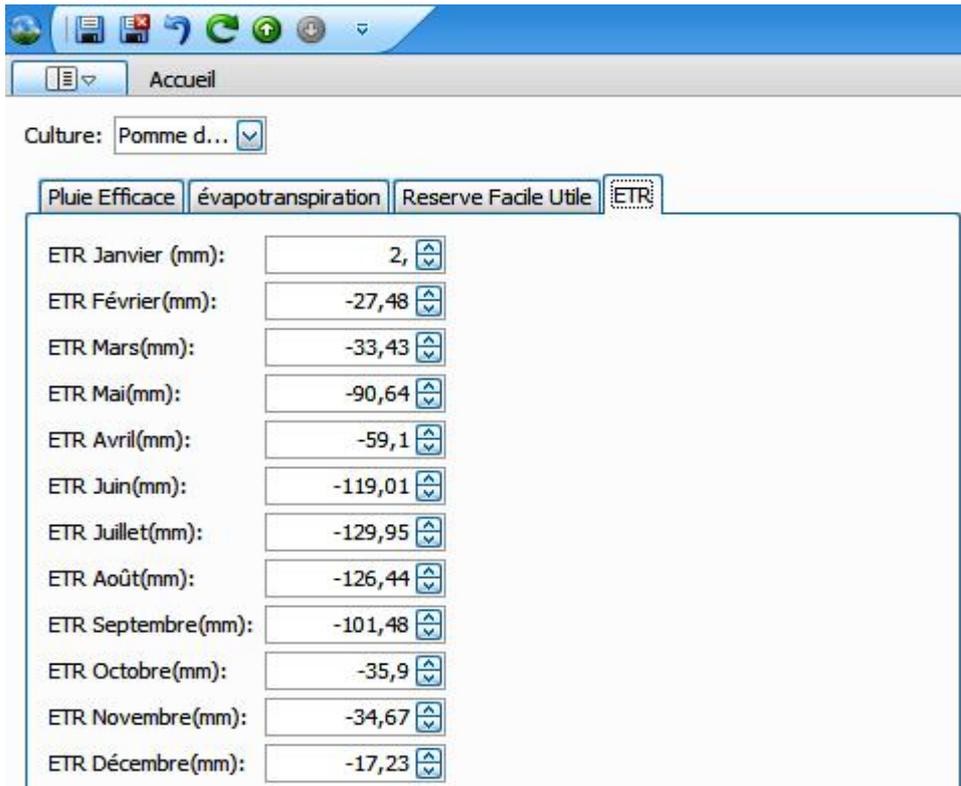


Figure IV.10. page illustrant les résultats d’ETR

A la fin on calcule les besoins en eau et les résultats seront représentés dans un tableau tout en mentionnant le mois le plus sec

**Explication :** les valeurs négatives exprime le déficit car on a inversé la formule de calcul

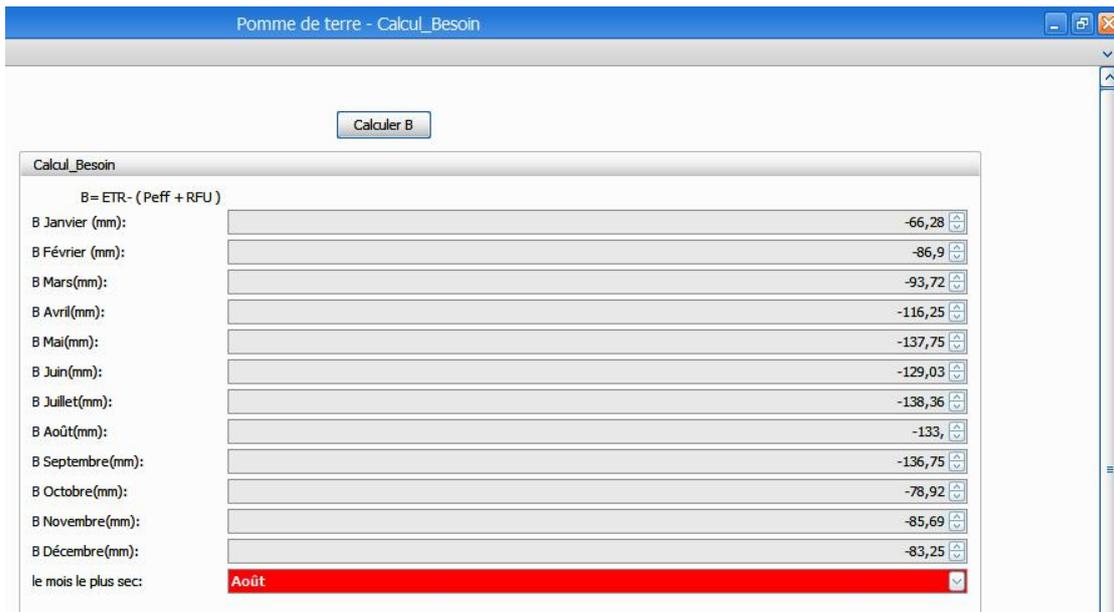


Figure IV.11.A. page illustrant le bilan hydrique



Figure

IV.11.B.page

illustrant

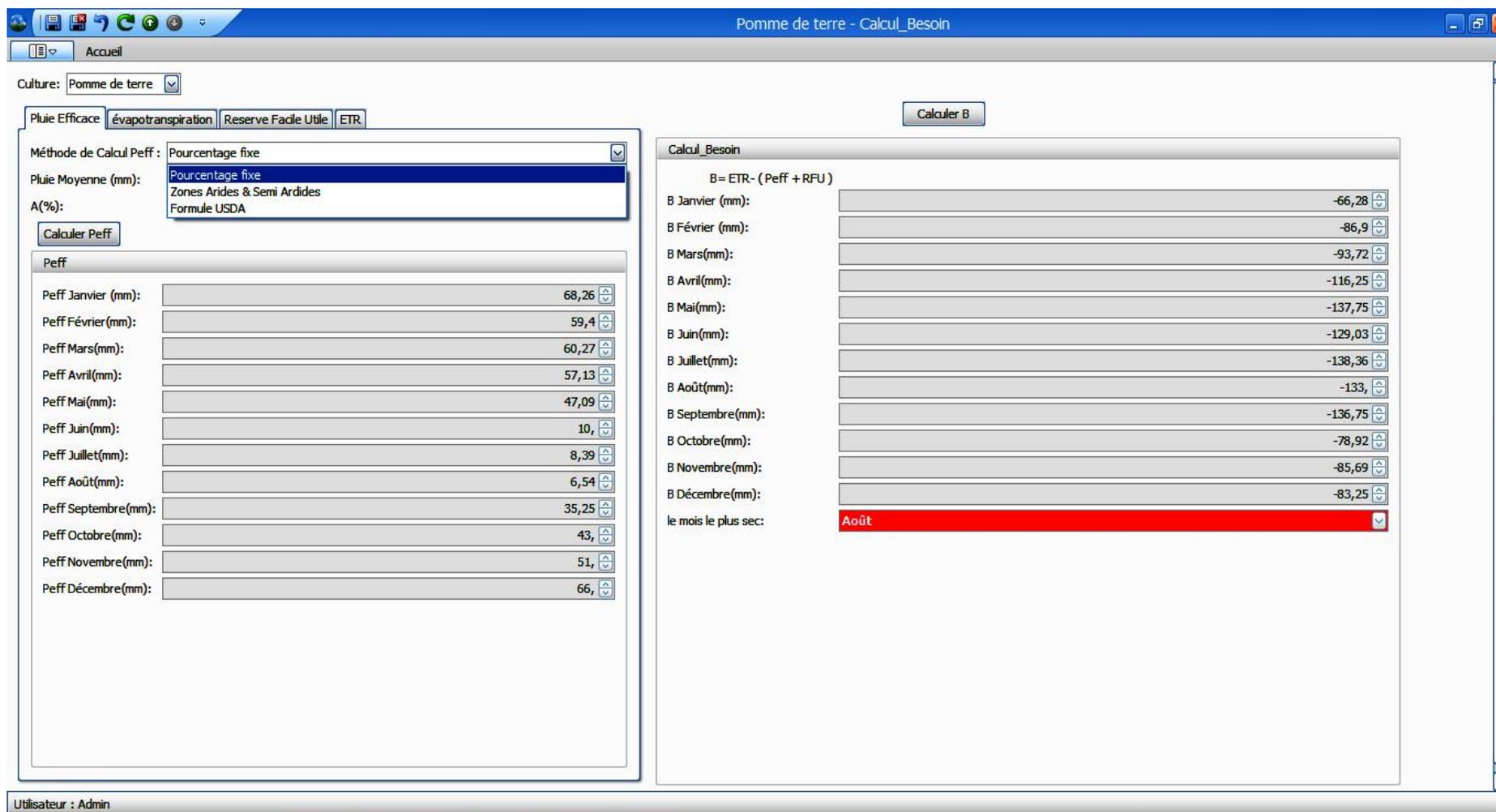


Figure IV.11.B.page illustrant les résultats de calcul des besoins en eau des cultures





### Remarque

Pour remplir les données nécessaires dans le calcul de différents paramètres précédant à savoir la pluie, la température, la durée d'insolation théorique, pourcentage d'insolation ...etc.

On sélectionne le paramètre, et a base da la barre d'accès rapide on peut ouvrir l'objet et le fermé ainsi que d'aller à l'objet suivant ou retourner en arrière comme la figure le montre



### Dimensionnement du réseau par aspersion

Pour accéder à l'étape de dimensionnement on clique dans la barre de navigation sur le bouton dimensionnement du réseau puis sur dimensionnement

### Les étapes de calcul

Sont enchaînés car le calcul d'un paramètre est relié au résultat d'un autre comme les formules l'exige

#### V.1 détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de rampes :

##### V.1.1 Le diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol K= 12mm/h.

On pose  $p \leq k$  tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcul par la relation suivante :

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur Figure **annexe (5)**, le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de X mm.



### V.1.2 la portée du jet (L) :

La portée du jet se calcul par l'équation suivante :

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25}$$

Tel que d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m)

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue **Figure (IV.2)**, pour le diamètre de la buse de X mm à une pression bien précise donc on normalise notre la portée à partir de la fiche technique des asperseurs

### V.1.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

$E_1$  entre les lignes d'arrosage : 1.3 à 1.02 L.

$E_a$  entre les arroseurs sur la rampe : 0.8 à 0.5 L.

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse du vent assez dures (>15Km/h).

**Notre zone d'étude présente des vitesses maximales du vents de l'ordre de 3 m/s = 10,8 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :**

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont enregistrés toujours dans la fiche technique



On prend d'après la fiche technique la valeur de  $(B_1 \times B_a)$  correspond par exemple  $(18 \times 18)$  m

#### V.1.4 Calcul du débit de l'asperseur :

Le débit d'un asperseur se calcul par la relation suivante

$$q = 0,95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \times \frac{3,14 \times (7 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 35} = 3,62 m^3 / h$$

Ou bien à partir du **tableau annexe** on trouve q égale a une valeur bien déterminée

#### V.1.5 Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :

$$p = \frac{q}{E_l \times E_a}$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie si  $P \leq K$

#### V.1.6 Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur :

Le temps T pour donner une dose sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul d'après la relation suivante :

$$T = \frac{dose}{p}$$

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en mm

$$RFU = \frac{2}{3} \times (H_r - H_{pf}) \times h \times da$$

Tel que :



$H_r$  : humidité au point de rétention.

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement.

$h$  : profondeur racinaire.

$d_a$  : densité apparente.

### V.1.7 volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

$V$  = nombre de positions par jour  $\times$  nombre de jour par mois  $\times$  dose  $\times E_i \times E_a$

$V$  en  $m^3$ .

### V.8 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = m^3.$$

### V.9 Le nombre d'asperseurs :

Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter un seul asperseur.

$$N = \frac{V_t}{V}$$

**V.10 calcul du nombre de rampes** : cette étape de dimensionnement sa diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette notre réseau donc pour faciliter la compréhension on a pris un exemple

$$\text{La longueur de la rampe} = \frac{\text{largeur}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{130}{2} - \frac{18}{2} = 56m$$

$$\text{Nombre d'asperseurs par rampe} : N_a = \frac{\text{largeur}}{E_a} + 1 = \frac{56}{18} + 1 = 4$$

$$\text{Nombre de rampes} : N_R = \frac{N}{N_a} = \frac{6}{4} = 1,5 \Rightarrow 2$$

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur  $\times$  le nombre d'asperseur/ rampe.



$$=3,45 \times 4 = 13,8 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Nombre de position de rampes :

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{150}{18} = 8,33 \approx 8$$

Nombre de poste :

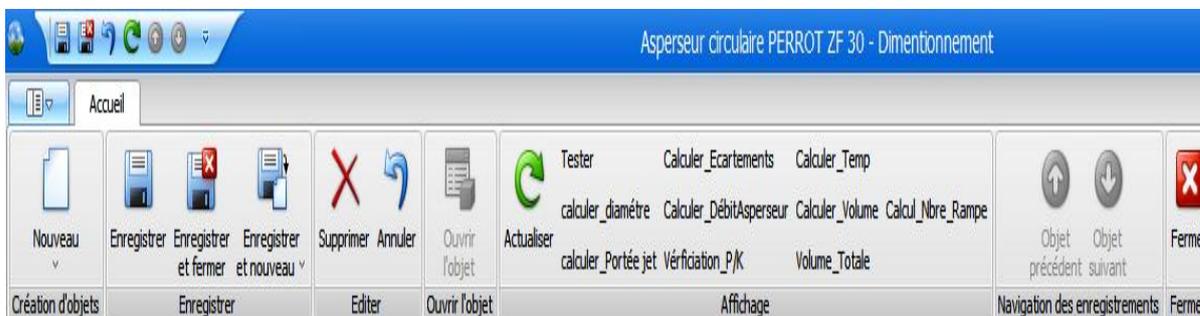
$$N_p = N_r \times \frac{\text{nombre} \cdot \text{de} \cdot \text{bande}}{N_R} = 8 \times \frac{2}{2} = 8 \text{ postes}.$$

Le débit total par nombre de rampes :  $13,8 \times 2 = 27,6 \text{ m}^3/\text{h}$

### Explication :

Cette étape est l'une des parties les plus rapides car tout le calcul est quasi-totalement automatisé sauf la normalisation des résultats donc il suffit de saisir les données de calcul on clique sur les boutons de la barre d'accès rapide on calculera tous les paramètres représentés dans les formules précédentes

### Barre d'accès rapides et ces boutons



Comme la barre le montre pour le calcul de chaque paramètre on a spécifié une icône à savoir

Calculer diamètre, calculer volume, calculer la portée, calculer débit d'aspenseurs ...etc.

En fin les résultats s'affichent comme suit





Asperseur circulaire PERROT ZF 30 - Dimensionnement

Accueil

Nouveau Enregistrer Enregistrer et fermer Enregistrer et nouveau Supprimer Annuler Ouvrir l'objet Actualiser Tester Calculer\_Ecartements Calculer\_Temp calculer\_diametre Calculer\_DebitAsperseur Calculer\_Volume Calcul\_Nbre\_Rampe calculer\_Portee jet Vérification\_P/K Volume\_Totale

Objet précédent Objet suivant Fermer

Création d'objets Enregistrer Editer Ouvrir l'objet Affichage Navigation des enregistrements Fermer

**Données**

Asperseur: As... Vitesse Vent (): Fort

Bilan/culture: Vigne Dose: 40

Besoin mensuel en eau (mm): 127 Surface Parcelle: 19500

**Calcul du diamètre de l'ajutage**

Permeabilité Sol K (m): 12

Diamètre de l'ajutage d (m): 8,32

Diamètre Normalisé(m): 7

**Calcul de la portée du jet**

Pression à la buse: 35

Portée du jet L (): 19,31

Portée Normalisée (m): 19

**Calcul des écartement entre les rampes et les arroseurs**

écartement entre arroseurs (m): 9

Ea Normalisé (m): 18

écartement entre rampes (m): 19

EI Normalisé (m): 18

**Calcul du débit de l'asperseur**

Débit q (m): 3,45

**Vérification de la pluviométrie de la buse**

Pluviométrie Buse p (m): 10,65

**Temps nécessaire pour donner une dose/1 Asperseur**

Temps : 1,88

**Volume 1 asperseur/1 mois \_Volume a épandre en 1mois sur toute parcelle**

Nombre Positions/jour: 2

Nombre de jour/mois: 20

Volume 1 Asperseur/1 mois (M3): 259,2

Volume Totale (M3): 2 476,5

Nombre d'heure de travail par jour: 20

**Nombre d'asperseurs**

Nombre d'asperseurs: 10

**Calcul du nombre de rampes**

Longeur rampe (m): 56

Nombre d'asperseurs/rampes: 4

Nombre rampes: 2

Débit rampes (M3/h): 13,8

Nombre Position de rampes: 9

Nombre de bande: 2

Nombre de poste: 9

Utilisateur : Admin Nuance Cloud Connector



## VI. Dimensionnement des canalisations :

### VI.1 calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée généralement par une formule de type Manning :

$$j = a \frac{Q^b}{D^c}$$

Avec :  $j$  : perte de charge unitaire en m/m

$Q$  : débit en  $m^3/s$ .

$D$  : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

$$a=10.294 \text{ n}^2; \quad b=2; \quad c=5.333$$

Soit une rampe équipée de  $m$  asperseurs, implantés à un écartement  $E$ , avec un asperseur disposé à une distance  $E$  du début de la rampe. La perte de charge totale dans la rampe est :

$$\Delta H = \left[ \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire  $j$  provoqué par le débit  $Q$  entrant dans la rampe de diamètre  $D$ .

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe  $L_f$ , par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire  $j$  pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = j \cdot L_f$$



Soit  $F_c$  le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui

$$s'écrit : F_c = \frac{1}{m^{b+1}} \sum_{i=1}^m i^b$$

Cette équation peut être remplacée par une bonne approximation qui s'écrit

$$F_c = \frac{1}{b+1} + \frac{1}{2 \cdot m} + \frac{\sqrt{b-1}}{6 \cdot m^2}$$

Dans notre cas le premier asperseur d'une rampe va être disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement  $E$ . le rapport  $L_f/L_r$  vaudra

$$F_m = \frac{F_c - \frac{1}{2 \cdot m}}{1 - \frac{1}{2 \cdot m}}$$

L'application de la règle de **Christiansen** conduit à imposer une perte de charge maximale de vingt pourcent de la pression de fonctionnement de l'asperseur et l'asperseur le plus défavorisé

Pour les paramètres définis auparavant se calculent et s'illustrent comme l'imprimé écran le montre



Accueil

Nouveau Enregistrer Enregistrer et fermer Enregistrer et nouveau Supprimer Annuler

Création d'objets Enregistrer Editer Ouvrir

**Dimensionnement\_Canalisation**

a: 0,0010294

c: 5,333

n: 0,01

**Calcul FC/ Fm**

Nombre de rampe m (m): 2

b: 2

Fc: 0,62

Fm : 0,4933

**Règle de CHRISTIANSEN**

Pression de fonctionnement (m): 35

Perte de charge disponible (m): 7

Utilisateur : Admin



## VI.2 Diamètre de la conduite d'approche et de la rampe

- Le diamètre minimum admissible se calculera sur la base de la vitesse maximale admissible (1.8 m/s) par la formule suivante

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

- Les diamètres économiques se calculent sur la base des vitesses économiques (entre 1.25 et 1.5 m/s) par la même formule
- Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire

$$D = 5.333 \sqrt[3]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}}$$

Tel que

D : diamètre en mm

Q : le débit de la conduite en m<sup>3</sup>/h

J : perte de charge maximale unitaire

La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

$$J = \frac{a \cdot Q^b}{D^c}$$

Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta h = i \cdot L_f$$

Les pertes de charge sur l'installation seront égales à :

$$\Delta H_t = \Delta H \text{ conduite d'approche} + (2 \times \Delta h \text{ de la rampe})$$



**Remarque :** l'écart de pression de 20% tolérée par rapport à la pression nominale n'est pas dépassé.

**Explication :** dans la figure suivante il existe des paramètres calculés automatiquement à base de saisir les données de l'étape illustrée dans la **fig n** à savoir la longueur fictive et le trajet le plus long, perte de charge unitaire ou disponible sachant que ces derniers sont indispensable pour la détermination de diamètre de la conduite d'approche, ainsi que le diamètre de la rampe

Dimensionnement\_Canalisation

calculer\_i    Calculer\_INormalisé    calculer\_diamètre\_canalisation\_rampe  
 diam\_canalisation calculer\_dmin    Calculer Lf  
 calculer\_dmin\_rampe    Calculer\_Ir    Calculer\_IrNormalisé

Conduite d'approche		Rampe	
Longeur fictive Lf (m):	27,6248	perte de charge unitaire (Ir) (m):	0,2
Trajet le plus long en Lf Y:	159,6248	D min (rampe) (m):	0,0521
D min (mm):	0,0737	Diamètre économique Rampe(vitesse 1.5)(m):	0,0625
Diamètre économique (vitesse 1.5) (mm):	0,0884	Diamètre économique Rampe (vitesse 1.25)(m):	0,0571
Diamètre économique (vitesse 1.25)(mm):	0,0807	Diamètre rampe (m):	0,0614
Diamètre de la canalisation/approche (mm):	0,0796	Dr_normalisé (m):	0,06
Diamètre normalisé (mm):	0,1	ir_normalisé (m):	0,05
perte de charge unitaire(I) (m):	0,0439	Dh Rampe:	1,38
I normalisé:	0,01	DH_Totale:	4,36
perte de charge totale/conduite approche (DhCp) (m):	1,6		



Dimensionnement\_Canalisation

Accueil

Nouveau Enregistrer Enregistrer et fermer Enregistrer et nouveau Supprimer Annuler Ouvrir l'objet Actualiser Tester calculer\_j Calculer\_IrNormalisé calculer\_diamètre\_canalisation\_rampe diam\_canalisation calculer\_dmin Calculer Lf calculer\_dmin\_rampe Calculer\_Ir Calculer\_IrNormalisé Fermer

Création d'objets Enregistrer Editer Ouvrir l'objet Affichage Navigation des enregistrements Fermer

Dimensionnement\_Canalisation

a: 0,0010294  
 c: 5,333  
 n: 0,01

Calcul FC/ Fm

Nombre de rampe m (m): 2  
 b: 2  
 Fc: 0,62  
 Fm : 0,4933

Règle de CHRISTIANSEN

Pression de fonctionnement (m): 35  
 Perte de charge disponible (m): 7

Conduite d'approche

Longeur fictive Lf (m): 27,6248  
 Trajet le plus long en Lf Y: 159,6248  
 D min (mm): 0,0737  
 Diamètre économique (vitesse 1.5) (mm): 0,0884  
 Diamètre économique (vitesse 1.25)(mm): 0,0807  
 Diamètre de la canalisation/approche (mm): 0,0796  
 Diamètre normalisé (mm): 0,1  
 perte de charge unitaire(i) (m): 0,0439  
 I normalisé: 0,01  
 perte de charge totale/conduite approche (DhCp) (m): 1,6

Rampe

perte de charge unitaire (Ir) (m): 0,2  
 D min (rampe) (m): 0,0521  
 Diamètre économique Rampe(vitesse 1.5)(m): 0,0625  
 Diamètre économique Rampe (vitesse 1.25)(m): 0,0571  
 Diamètre rampe (m): 0,0614  
 Dr\_normalisé (m): 0,06  
 ir\_normalisé (m): 0,05  
 Dh Rampe: 1,38  
 DH\_Totale: 4,36

Utilisateur : Admin





## Chapitre V : Présentation de la parcelle pilote d'ENSH

### Introduction

Pour la conception d'un projet d'irrigation on doit disposer de suffisamment d'information sur la zone d'étude, à savoir sa situation géographique, géologique, climatique ...etc. Dans le même ordre d'idée la parfaite connaissance de ces informations nous facilite la mise en pratique de notre code du calcul élaboré à fin de dimensionner les réseaux d'irrigation par aspersion (rampes classiques).

### V.1.Situation géographique

La station d'irrigation de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique se trouve dans la commune de Guerrouaou wilaya de Blida, elle est située dans la plaine de la Mitidja à 5 km de la ville de Blida et de 8km de la ville de Boufarik, elle est limitée :

- ✚ Au Sud par les classes B de l'ENSH.
- ✚ Au Nord par la route national N° 29.
- ✚ A l'Est: parking d'ENSH.
- ✚ A l'Ouest : route de Sidi Aissa.

La station s'étend entre les parallèles :  $36^{\circ} 30' 40''$  et  $36^{\circ} 31' 11''$  Nord et les longitudes  $2^{\circ} 53' 04''$  et  $2^{\circ} 53' 22''$  Est.

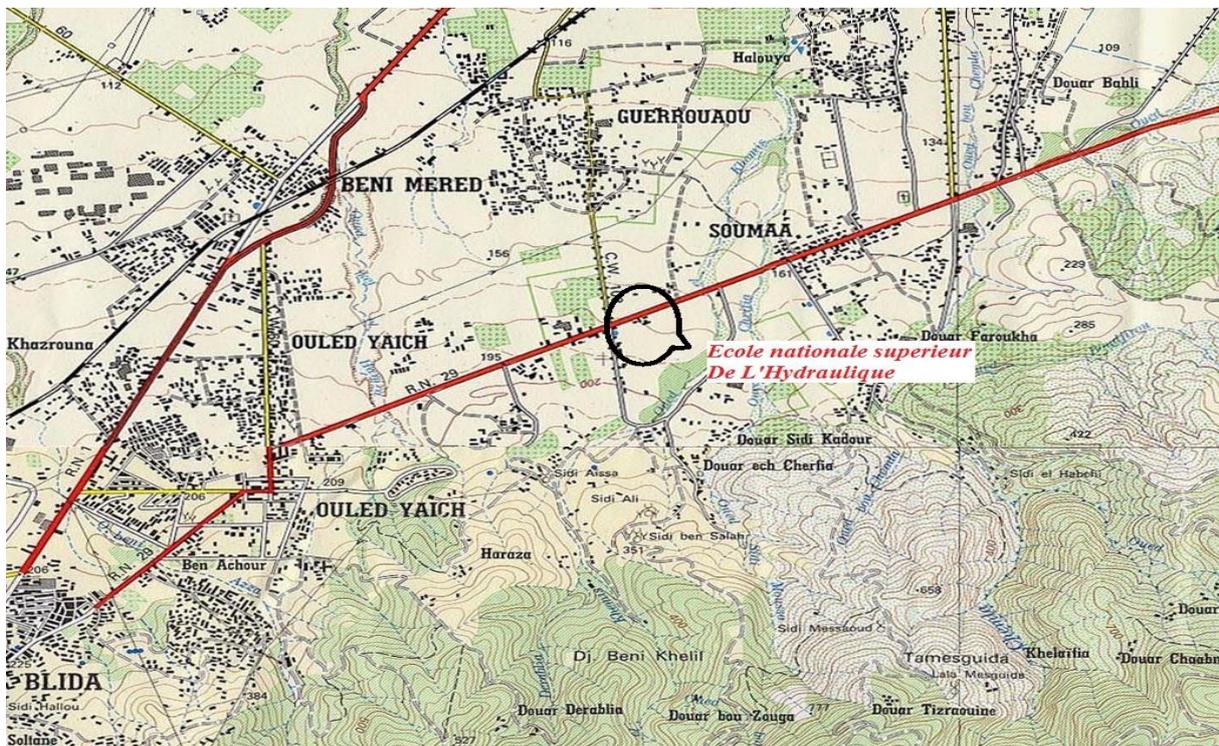


Figure V.1. Situation géographique de la parcelle pilote d'ENSH



Figure V.2.Photo satellite de la parcelle d'étude

## V.2.Situation topographique

Elle est constituée d'un terrain relativement plat, travaillé et la bouré. Notre parcelle d'étude a une forme rectangulaire, de faible pente, d'après les mesures faits, on trouve la pente longitudinale  $i_{long} = 0.9 \%$  et une pente transversale  $i_{trans} = 1.4\%$  sur une surface de  $0,6 \text{ ha}$

## V.3.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.

Les différentes paramètres du climat sont les précipitations, la température, l'évaporation, l'humidité relative, le vent ....etc.

### V.3.1.Pluviométrie

Les pluviométries moyennes mensuelles sur une période d'observation de 40 ans (1970 à 2010) à la station de Soumaa sont représentées dans le tableau suivant :



**Tableau V.1.**Pluviométries moyennes mensuelles

Moi	Jan	Fév.	Mars	Avr.	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEPT	OCT	Nov.	Déc.	année
P (mm)	83.24	70.57	66.53	62.54	59.66	15.84	11.43	7.86	41.34	44.37	56.73	61.95	581.63

Source ANRH(Blida)

D'après les valeurs de tableau o constate que :

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

**V.3.2. Nombre moyen de jours pluvieux :**

Le nombre moyen mensuel de jours pluvieux pour une période de 40 ans est porté dans le tableau suivant :

**Tableau V.2.** Nombre moyen des jours pluvieux

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avar.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Jours	11	9	10	6	7	6	1	4	5	9	11	10	89

Source ANRH (BLIDA)

**V.3.3.Température**

Les températures extrêmes et moyennes sur une période d'observation de 40 ans (1970 à 2010) sont illustrées dans le tableau ci-après:

**Tableau V.3.** Températures extrêmes et moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avar.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
<b>T<sub>emin</sub></b> (°C)	8,21	8,56	9,65	11,02	13,2	16,88	19,67	21,03	18,5	15,23	12,23	9,46	13,64
<b>T<sub>max</sub></b> (°C)	16,28	17,8	20,4	21,02	24,32	28,92	32,97	33,26	30,86	25,43	20,1	17,02	24,03
<b>T<sub>moy</sub></b> (°C)	11,98	12,8	14,75	14,99	19,12	22,98	26	27,09	24,88	21,03	16,45	13,85	18,83

Source ANRH (BLIDA)

D' après ce tableau on tire

La valeur minimale est celle de mois de janvier 11.98°

La valeur maximale est celle de mois d'Aout 27.09°

Du tableau I-3 on trace le graphe de température (Figure I-2)

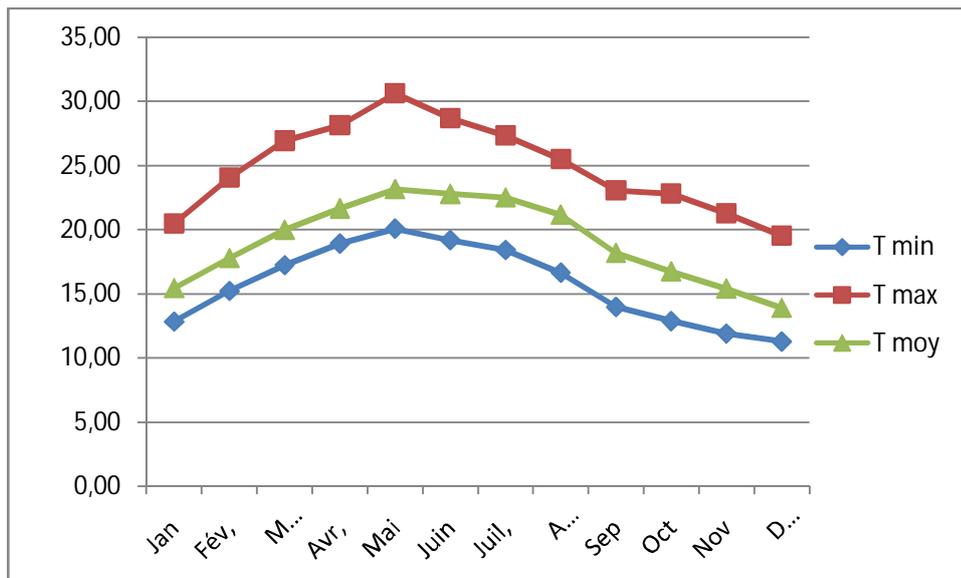


Figure V.3. Graphe des températures

### V.3.4.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 V.4.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 Alger

- 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.

### V.3.5.Vent

C'est le facteur important aussi bien sur un plan agronomique que du point de vue de l'aménagiste puisque il consiste élément déterminant dans le choix de type d'irrigation (aspersion ou gravitaire) ainsi que de prendre des précautions (réseau de brise-vent).



**Tableau V.5.** Vitesses moyennes mensuelles des vents (21ans)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
V (m/s)	3.17	2.94	3.10	3.04	2.9	3.06	3.13	3.44	3.03	3.16	3.10	3.18

Source : ANRH (Blida)

- La vitesse maximale est de 3,44 m/s, elle est observée au mois de Décembre.

La vitesse minimale est de 2,9m/s, elle est observée au mois d'Octobre

### V.3.6. Evaporation

L'évaporation se traduit par la transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau, elle dépend généralement de la température ambiante et des mouvements de l'air.

L'évaporation est mesurée par un bac cylindrique (bac classe A).

**Tableau V.6.** L'évaporation moyenne mensuelle (21ans)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc.	Année
Evapo (mm)	51	50.1	79.45	107.1	109.3	157.35	174.9	144.85	63.85	60.1	60	45.7	1178

Source : ANRH Blida

L'évaporation est maximale dans le mois de Juillet, elle atteint 174.9mm

### V.3.7.Insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol.

**Tableau IV.7.**Insolutions moyennes mensuelles (21ans)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc.
Insolation (heures)	4,38	6,03	7,13	7,75	9,86	10,1	11,2	10,48	9,39	7,1	5,35	4,11

Source : ONM Alger

### V.3.8.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 V.8.** Humidités relatives moyennes mensuelles (18ans)

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 Alger



- Le mois le plus humide est le mois de Janvier avec 71%
- Le mois le moins humide est le mois d'Août avec 56%.

### V.3.9.Indices climatiques

#### V.3.9..1. Indice d'aridité de Martonne

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

Il est calculé par la formule suivante :

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

**Avec :**

$I_A$  : Indice climatique de Martonne.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

**Donc :**

$$I_A = \frac{681 \cdot 63}{18,83 + 10} = 21,17 \qquad I_A = 21,17$$

**Tableau V.9.** 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

$I_A = 21,17$  mm donc  $20 < I_A \leq 30$  ce qui correspond d'après les valeurs du tableau au climat « relativement humide » d'où l'irrigation est nécessaire quelques fois.

#### V.3.9.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Pour la détermination de l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger.

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

**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.

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

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

$$\text{D'où : } Q = 2000 \frac{581,63}{(306,6)^2 - (280,5)^2} = 75,91$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (annexe 5) les valeurs obtenues de Q correspondent à un climat subhumide.

### V.3.9.3.Climogramme de Gausson

Le Climogramme de Gausson 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'Avril jusqu'au mois d'Octobre

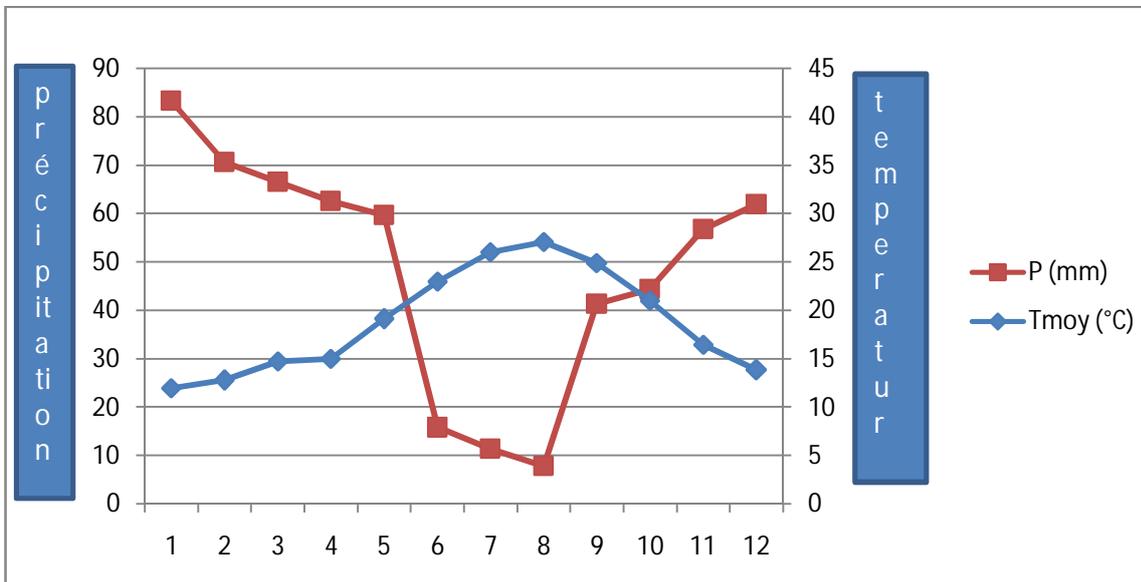


Figure V.4.Climogramme de Gausson

### V.4.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 montagnoux 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 l'existence et la situation des éléments susceptibles d'intervenir sur le chimisme des eaux souterraines.

#### **V.4.1.Stratigraphie**

Il s'agit de la succession des couches, de leurs âges ainsi que de la nature lithologiques des roches. La structure géologique de la région permet de distinguer deux étages :

- Un étage inférieur formé par le crétacé inférieur et le Miocène.
- Un étage supérieur formé par le pliocène marin, le pliocène continental et les dépôts quaternaires.

#### **V.4.2.Géomorphologie**

Du nord au sud de la région de la Mitidja, on peut définir trois unités géomorphologiques :

- Le sahel.

Il correspond à un ensemble de collines, formant la limite nord de la plaine de la Mitidja où l'altitude moyenne est de 200 mètres. La pente moyenne est de 4,5%, ce qui favorise les ruissellements des eaux et empêche de ce fait une grande partie à s'infiltrer.

- La plaine de la Mitidja

Au sud du Sahel, s'étend la plaine de la Mitidja d'une superficie de 1450 km<sup>2</sup> orientée WSW – E.N.E. Elle est limitée par l'Atlas Blidéen au sud, son altitude moyenne varie de 50 à 100 mètres, la pente dans la plaine tend vers zéro, ce qui favorise l'infiltration des eaux, là où les conditions géologiques le permettent (formation de surface perméable).

- L'Atlas.

La chaîne de l'Atlas forme sur 30 km environ une barrière continue où l'altitude moyenne est de 1400 mètres, certains sommets peuvent atteindre 1600 mètres. Les reliefs y sont escarpés et les oueds très encaissés, la pente atteint par endroits 30% ce qui favorise surtout l'écoulement superficiel.

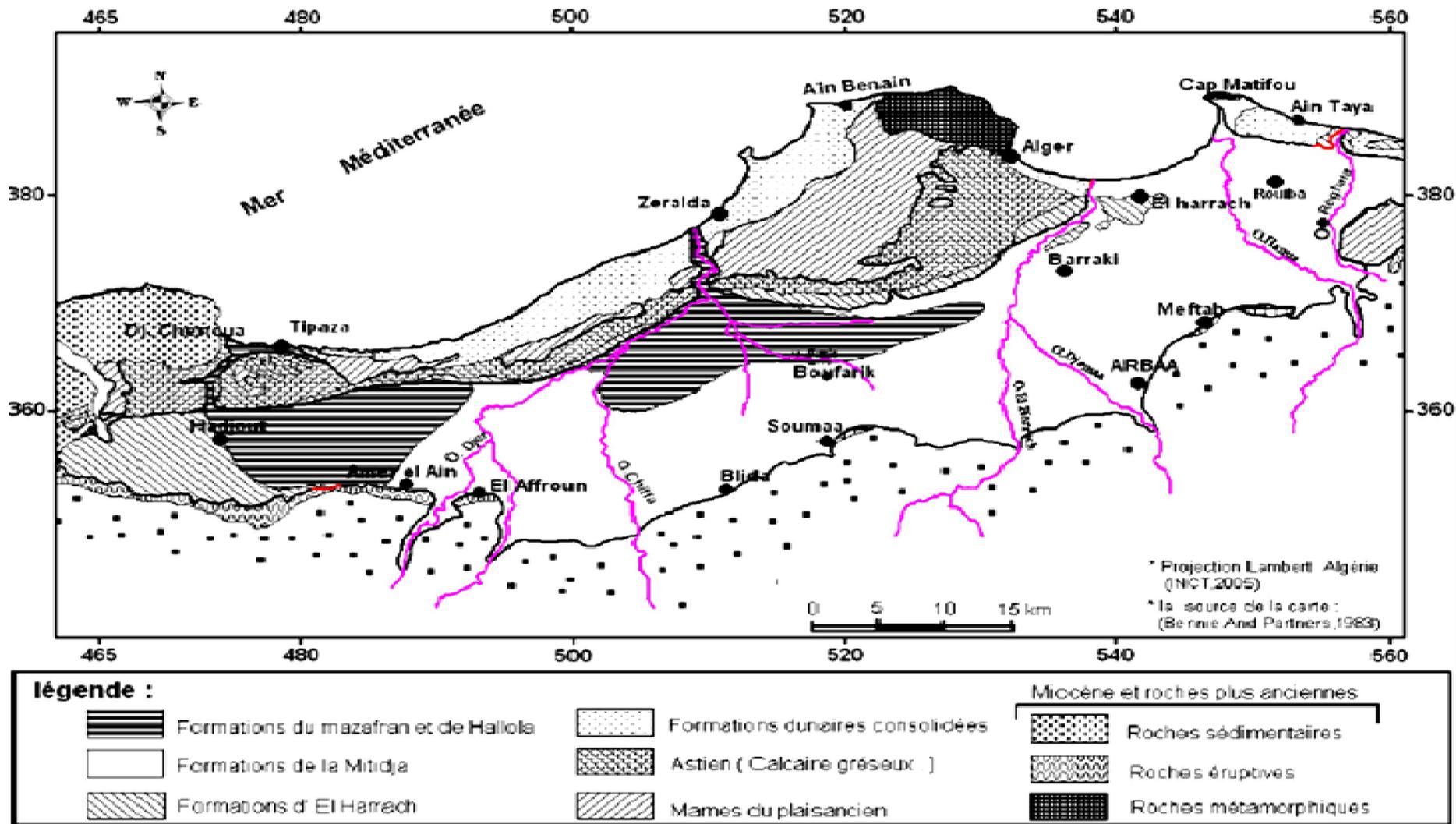


Figure V.5. Aperçu géologique de la plaine de la Mitidja (Bennie and Partner, 1983)



### V.4.3. Hydrogéologie

La zone de la Mitidja 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.

## V.5. Hydrologie

### V.5.1. Réseau hydrographique

Pour un observateur qui se place au point le plus haut de la Mitidja, il aperçoit vers le nord une vaste plaine traversée par plusieurs cours d'eau, appelés oueds.

Ces oueds sont alimentés soit par l'intermédiaire des sources ou par les eaux de ruissellement et les précipitations atmosphériques quand ces dernières tombent régulièrement.

D'après l'ANRH ces oueds ont des débits très irréguliers, d'une façon générale, ils sont secs en été, et coulent très fort après chaque averse en hiver.

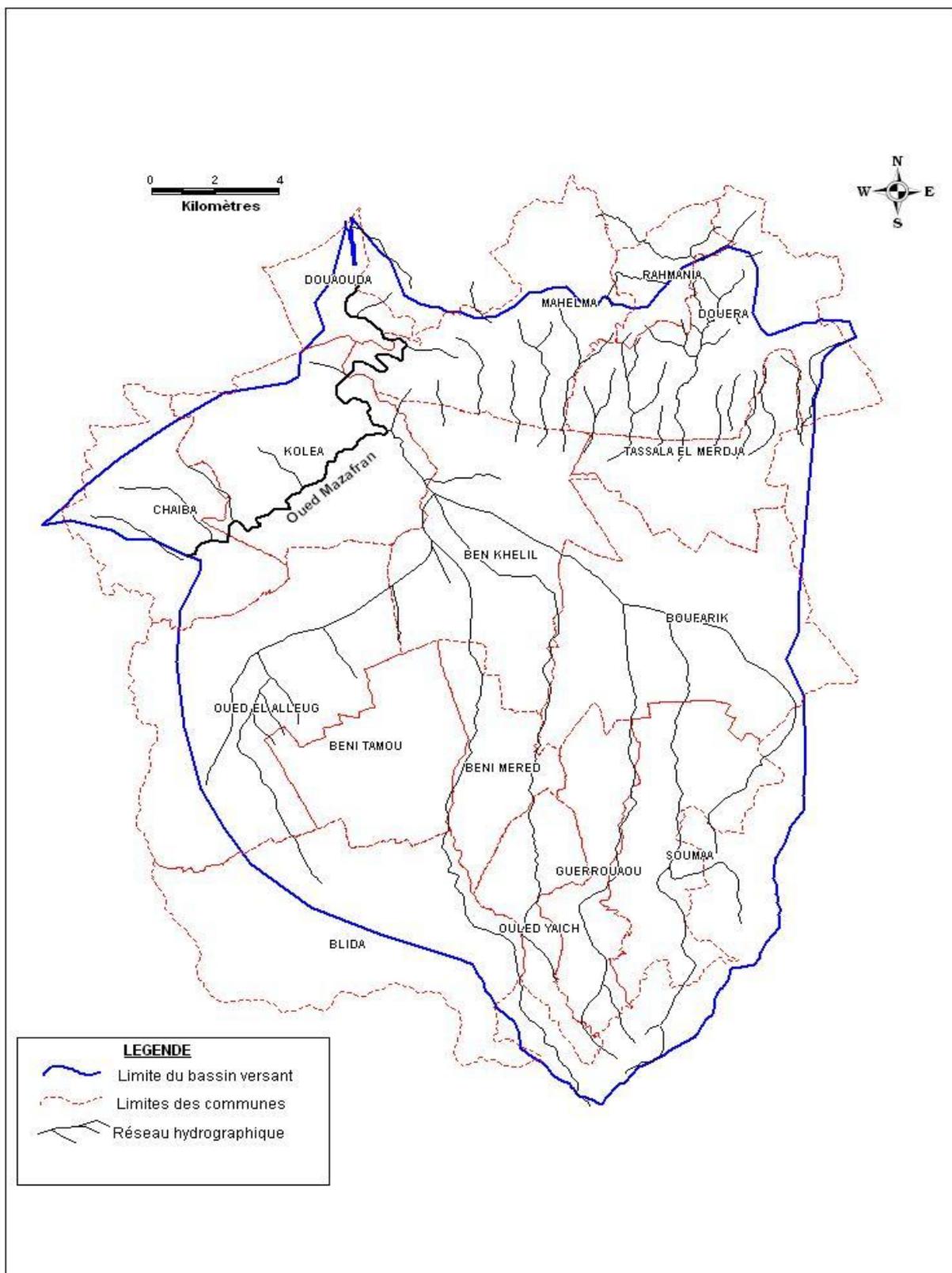


Figure V.6. Situation du bassin versant de la Mitidja centre



### V.6.Traitement des données

Tableau V.10.Caractéristiques de la station pluviométrique

Nom de la Station	Code de la station	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Années D'observations	N
		X (km)	Y (km)			
Blida	021116	509.8	352.75	210	1970-2010	40ans

Voir la série pluviométrique de la station de Blida dans l'annexe

#### V.6.1.Homogénéisation

Avant de déterminer les différentes caractéristiques des précipitations, une vérification rigoureuse et détaillée des données est nécessaire, par l'utilisation du test de Wilcoxon qui servira pour le contrôle de l'homogénéité des séries de données des différentes stations.

Ce test consiste en :

Chaque série d'observations est divisée en deux échantillons (X1,.....Xn) et (Y1,.....Yn) avec n < m et n , m représentent les tailles des deux échantillons.

On classe la série (XUY) par ordre croissant en attribuant à chaque valeur son rang et sa série d'origine (X ou Y).

La condition pour que la série soit homogène est :

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

Wx : représente la somme des rangs des Xi

$$W_{min} = \frac{n(n+m+1)}{2} - 1.96\sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}}$$

Et

$$W_{max} = \frac{n(n+m+1)}{2} + 1.96\sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}}$$



n : Taille de l'échantillon X.

m : Taille de l'échantillon Y.

Les résultats des tests de Wilcoxon appliqués à la station pluviométrique sont donnés en dans le tableau ci-après.

**Tableau V.11.** Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Blida

X	Y	XUY par ordre Croissant	Série d'origine	rang	XUY par ordre croissant	Série d'origine	Rang
911,2	491,9	384,7	Y	1	664,8	Y	22
717,9	695,4	386,1	Y	2	675,9	Y	23
936,2	443,9	410,1	Y	3	678,1	Y	24
999,4	470,2	416,9	X	4	684	X	25
797,4	568,4	422,2	X	5	695,4	Y	26
684	756,6	443,9	Y	6	717,9	X	27
846,5	386,1	453,7	Y	7	748,8	Y	28
574,5	675,9	470,2	Y	8	756,6	Y	29
626	453,7	491,9	Y	9	760,8	Y	30
609,7	384,7	520,4	X	10	773,8	Y	31
787,7	523,5	523,5	Y	11	783,9	X	32
617,8	410,1	523,8	X	12	787,7	X	33
520,4	664,8	568,4	Y	13	797,4	X	34
596,7	773,8	574,5	X	14	811,7	Y	35
523,8	760,8	579,2	X	15	846,5	X	36
938,4	678,1	596,7	X	16	911,2	X	37
640,1	636,8	609,7	X	17	936,2	X	38
783,9	811,7	617,8	X	18	938,4	X	39
422,2	748,8	626	X	19	999,4	X	40
579,2		636,8	Y	20			
416,9		640,1	X	21			

n = 21

m = 19

W<sub>x</sub> = 492

W<sub>min</sub> = 358,13



$$W_{max} = 502,87$$

La condition du test  $W_{min} < W_x < W_{max}$  est vérifiée, la série de données de la station pluviométrique de Blida est homogène.

### Etude de la représentativité de la série d'observation

Pour qu'une série d'observation soit représentative il faut que les erreurs sur les paramètres statistiques à savoir la pluie moyenne annuelle P ainsi que son coefficient de variation Cv ne dépassent pas le seuil des 15% et 10% respectivement.

Les erreurs sur la série retenue sont données comme suit :

$$E(P) = \left( \frac{C_v}{\sqrt{n}} \right) \times 100$$

$$E(C_v) = \left( \frac{C_v}{\sqrt{2n}} \right) \sqrt{1 + C_v^2} \times 100$$

Avec :

E : l'erreur (%)

P : pluie moyenne annuelle (581.63mm)

Cv : coefficient de variation  $C_v = 0,2$

$$E(P) = 3.16 \% < 15 \%$$

$$E(C_v) = 2,3 \% < 10 \%$$

D'après les résultats obtenus on peut conclure que la série d'observation de la station de Blida est représentative vu que l'erreur sur les paramètres statistiques ne dépassent pas les seuils tolérés.

## V.6.2. Etude fréquentielle des pluies annuelles

### V.6.2.1. Ajustement à la loi de Gauss

La méthode de Gauss consiste à :

\*Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre croissant.

\*Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :



$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N} \dots (2.1)$$

Avec :                      n : Numéro d'ordre.  
                                    N : Nombre d'années observées.

On doit calculer :

La moyenne arithmétique :  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n} \dots (2.2)$

L'écart type :  $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$  Pour  $n \geq 30 \dots (2.3)$

La variable réduite de Gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \dots (2.4)$

Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} \dots (2.5)$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYDROLAB

**Tableau V.12.** Les résultats de calcul sont :



**Ajustement  
à une loi de  
Gauss**

Taille n= 40

Moyenne= 646,6275

Ecart-type= 164,171271

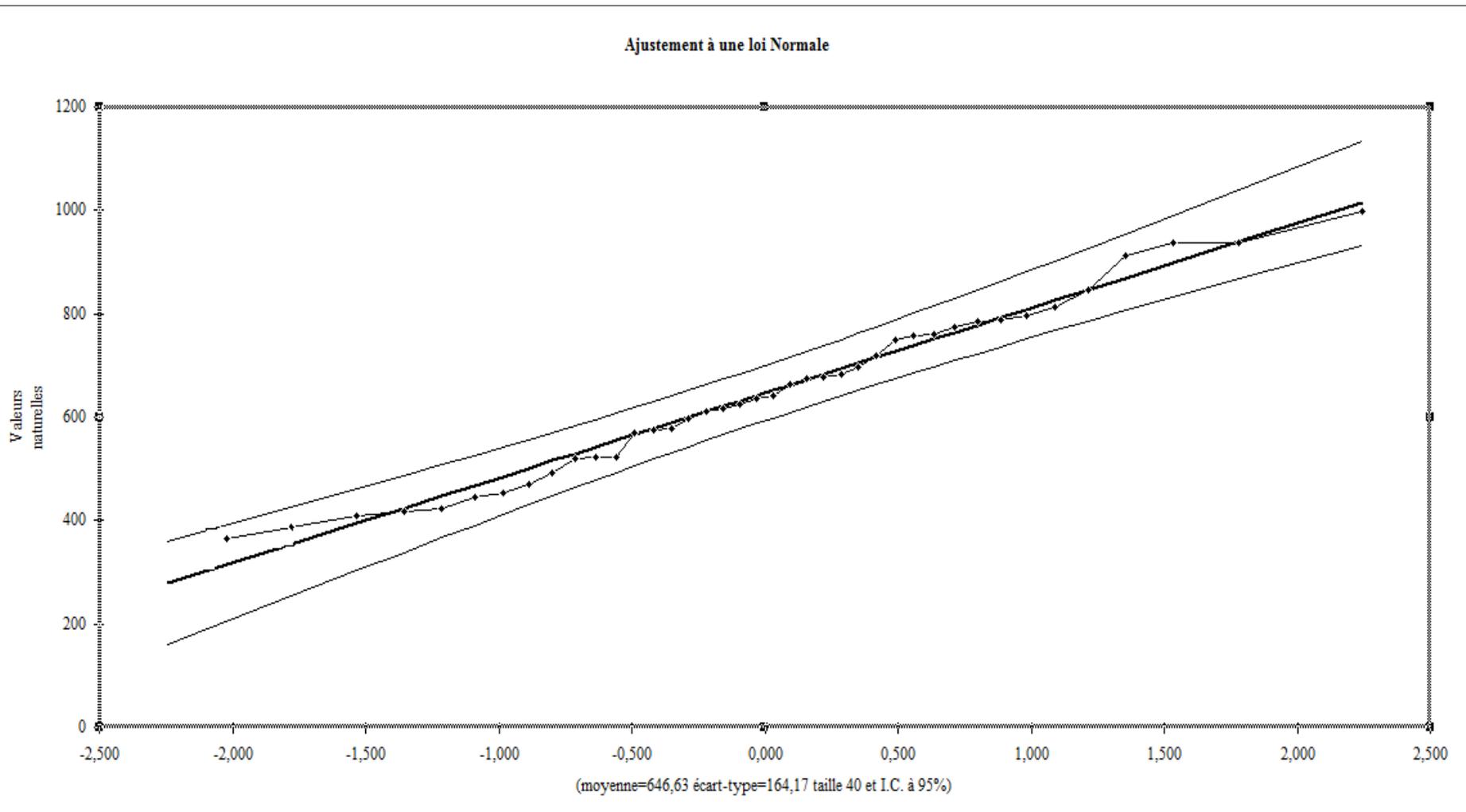
I.C. à (en%)= 95

U Gauss=

1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
911,2	384,7	1	0,0125	-2,242	384,7	278,580979	159,817484	360,198576
717,9	386,1	2	0,0375	-1,781	386,1	354,261048	253,549684	425,464689
936,2	410,1	3	0,0625	-1,534	410,1	394,7174	303,12902	460,881204
999,4	416,9	4	0,0875	-1,357	416,9	423,923442	338,613191	486,756799
797,4	422,2	5	0,1125	-1,213	422,2	447,410409	366,920561	507,793838
684	443,9	6	0,1375	-1,092	443,9	467,407946	390,835004	525,892764
846,5	453,7	7	0,1625	-0,984	453,7	485,051701	411,771941	542,024071
574,5	470,2	8	0,1875	-0,887	470,2	501,0042	430,555422	556,755629
626	491,9	9	0,2125	-0,798	491,9	515,688531	447,710351	570,451409
609,7	520,4	10	0,2375	-0,714	520,4	529,393159	463,593475	583,360711
787,7	523,5	11	0,2625	-0,635	523,5	542,324926	478,45956	595,663328
617,8	523,8	12	0,2875	-0,560	523,8	554,638302	492,497897	607,494497
520,4	568,4	13	0,3125	-0,488	568,4	566,452673	505,853856	618,95967
596,7	574,5	14	0,3375	-0,419	574,5	577,863126	518,642312	630,143746
523,8	579,2	15	0,3625	-0,351	579,2	588,9475	530,956403	641,117116
938,4	596,7	16	0,3875	-0,285	596,7	599,771172	542,873466	651,939802
640,1	609,7	17	0,4125	-0,221	609,7	610,390451	554,459206	662,664394
783,9	617,8	18	0,4375	-0,157	617,8	620,855048	565,770723	673,338231
422,2	626	19	0,4625	-0,094	626	631,209961	576,858787	684,005086
579,2	636,8	20	0,4875	-0,031	636,8	641,496978	587,769605	694,706542
416,9	640,1	21	0,5125	0,031	640,1	651,758022	598,548458	705,485395
491,9	664,8	22	0,5375	0,094	664,8	662,045039	609,249914	716,396213
695,4	675,9	23	0,5625	0,157	675,9	672,399952	619,916769	727,484277
443,9	678,1	24	0,5875	0,221	678,1	682,864549	630,590606	738,795794
470,2	684	25	0,6125	0,285	684	693,483828	641,315198	750,381534
568,4	695,4	26	0,6375	0,351	695,4	704,3075	652,137884	762,298597
756,6	717,9	27	0,6625	0,419	717,9	715,391874	663,111254	774,612688
386,1	748,8	28	0,6875	0,488	748,8	726,802327	674,29533	787,401144
675,9	756,6	29	0,7125	0,560	756,6	738,616698	685,760503	800,757103
453,7	760,8	30	0,7375	0,635	760,8	750,930074	697,591672	814,79544
384,7	773,8	31	0,7625	0,714	773,8	763,861841	709,894289	829,661525
523,5	783,9	32	0,7875	0,798	783,9	777,566469	722,803591	845,544649
410,1	787,7	33	0,8125	0,887	787,7	792,2508	736,499371	862,699578
664,8	797,4	34	0,8375	0,984	797,4	808,203299	751,230929	881,483059
773,8	811,7	35	0,8625	1,092	811,7	825,847054	767,362236	902,419996
760,8	846,5	36	0,8875	1,213	846,5	845,844591	785,461162	926,334439
678,1	911,2	37	0,9125	1,357	911,2	869,331558	806,498201	954,641809
636,8	936,2	38	0,9375	1,534	936,2	898,5376	832,373796	990,12598
811,7	938,4	39	0,9625	1,781	938,4	938,993952	867,790311	1039,70532
748,8	999,4	40	0,9875	2,242	999,4	1014,67402	933,056424	1133,43752

Fréquence	U.Gauss	Val. Théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. Théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	508,484481	439,311191	563,715386	508,48	0,200	1,3
0,5	0,000	646,627517	593,172099	700,082936	646,62	0,500	2,0
0,8	0,841	784,770519	729,539614	853,943809	784,77	0,800	5,0



**Figure V.7.**Ajustement à la loi normale



### V.6.2.2. Détermination de l'année de calcul

Détermination de l'année de calcul pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%)

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi de l'ajustement à la loi normale :

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

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 508.48 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 646.62 \text{ mm}$$

$P_{\text{moy}}$  De chaque mois sont données par le tableau suivant :

**Tableau V.13.** Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEPT	OCT	Nov.	Déc.	année
P (mm)	83.24	70.57	66.53	62.54	59.66	15.84	11.43	7.86	41.34	44.37	56.73	61.95	581.63

Nous avons :

$$P_{\text{moy mensuelle de } 80\%} = \frac{P_{\text{théorique}}}{P_{\text{moy annuelle}}} \cdot P_{\text{moy mensuelle}}$$

$$P_{\text{moy } 80\%} = \frac{508.48}{646.62} \cdot P_{\text{moy mensuelle}} = 0.786 \cdot P_{\text{moy mensuelle}}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :



**Tableau V.14.** L' Année de calcul.

Moi	Jan	Fév.	Mars	Avar.	MAI	juin	juil.	août	sept	oct.	nov.	déc.	année
P80% (mm)	65,43	55,47	52,29	49,16	46,89	12,45	8,98	6,18	32,49	34,87	44,59	48,69	457,50

**Conclusion**

D'après les analyses des conditions naturelles, et l'étude hydrologique nous pouvons conclure et déterminer que :

Le climat est subhumide selon la méthode d'Emberger, l'irrigation est indispensable à partir du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre, la période pluvieuse se commence du mois de Décembre pour se terminer le mois d'Avril, les mois les plus secs sont Juillet et Août.

L'eau de Sidi Aissa est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre parcelle.

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement, on est sur l'avoir ces donner de pluies 8 année /10



## Chapitre VI : Etude agro pédologique

### Introduction

Toujours dans le but 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. Cette étude nous donne des informations nécessaires sur plusieurs aptitudes du sol et des valeurs pour le dimensionnement des réseaux

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 la 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 ainsi que la technique d'irrigation la plus appropriée

### VI.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 profonde.



### VI.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 particulaire, 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.

### VI.3. Composition granulométrique :

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

**Tableau VI.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



**VI.4. Caractéristiques physiques du sol :**

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

**Tableau. VI.2.**Caractéristiques physiques du sol

Propriété	Profondeur (cm)	Valeurs	Moyenne
Densité apparente	0 ÷ 30	1.42	1.50
	30 ÷ 60	1.55	
	60 ÷ 90	1.53	
	90 ÷ 130	1.49	
Densité réelle	0 ÷ 30	2.59	2.38
	30 ÷ 60	2.18	
	60 ÷ 90	2.34	
	90 ÷ 130	2.40	
Porosité	0 ÷ 30	45.2	37.58
	30 ÷ 60	32.6	
	60 ÷ 90	34.61	
	90 ÷ 130	37.92	
Perméabilité	0 ÷ 30	3.06	0.90
	30 ÷ 60	0.24	
	60 ÷ 90	0.12	
	90 ÷ 130	0.15	
Humidité pondérale	0 ÷ 30	21.17	21.50
	30 ÷ 60	22.07	
	60 ÷ 90	21.46	
	90 ÷ 130	21.31	
Humidité	0 ÷ 30	30.06	32.21
	30 ÷ 60	34.21	
	60 ÷ 90	32.83	
	90 ÷ 130	31.75	

Mémoire fin d'études IDDIR.L 2011/2012

- **La perméabilité:** c'est l'aptitude qu'à un sol de se laisse plus ou moins traverse le sol par l'eau. Elle est déterminée par la mesure de l'infiltration selon des différentes valeurs de la perméabilité (k) on peut classer les sols comme suit:

- \*  $K < 10^{-6}$  m/s sols imperméable
- \*  $10^{-6} < k < 5.10^{-6}$  m/s sols peu perméables
- \*  $5.10^{-6} < k < 5.10^{-6}$  m/s sols perméables



\*  $k > 5.10^{-5}$  m/s

sols très perméables

- **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:

$$P = (Dr - Da) \times 100 / Dr$$

Elle est exprimée en pourcentage

P: porosité

Dr: densité réelle

Da: densité apparente

### VI.5.Caractéristique chimiques du sol

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

**Tableau VI.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

Mémoire fin d'études IDDIR.L 2011/2012

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

**Tableau VI.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

Mémoire fin d'études IDDIR.L 2011/2012

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

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

### VI.6.1. Qualité des eaux d'irrigation:

L'école Nationale supérieure D'Hydraulique est munie par réservoir donc de notre part on propose de faire un forage au sien de ENSH de coup on assure l'irrigation de notre zone d'étude (parcelle pilote d'ENSH).

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. Dans le cas d'une irrigation par aspersion on évite les brulures des feuillages

#### VI.6.1.1. La source

Vue l'existence un réservoir au sien de l'école donc sa mise en œuvre devienne indispensable afin de satisfaire les besoins en eau des cultures



**VI.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.

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

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

Quatre classes de risque alcalin peuvent être distinguées

- Classe S<sub>1</sub> : SAR ≤ 10 .....Risque faible



- Classe  $S_2$ :  $10 < SAR \leq 18$  .....Risque moyen
- Classe  $S_3$ :  $18 < SAR \leq 26$  .....Risque élevé
- Classe  $S_4$ :  $SAR > 26$  .....Risque très élevé.

### VI.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 **la pomme de terre**

### Conclusion

A la fin de l'étude pédologique, on a pu déterminer les caractéristiques de sol, la qualité des eaux d'irrigation et les cultures répondant à l'aptitude culturelle du sol.



## 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 par aspersion, nous allons faire une exécution ou autrement dit le dimensionnement de la parcelle expérimentale et qui est la parcelle pilote de l'ENSH

## VII. Calcul des besoins en eau des cultures

Les données d'exécution dans cette étape de dimensionnement sont présentées auparavant à savoir les données climatiques et la culture choisie donc dans ce qui suit nous allons illustrer l'une des options de notre code de calcul

### VII. 1. Choix de la culture

Cette figure nous renseigne sur la culture et son coefficient cultural, ainsi que sur son cycle végétatif ...etc.

**Explication :** dans notre cas la culture est la **pomme de terre**

- ✓ 130 jours période végétative
- ✓ Mois de semis c'est avril
- ✓ Enracinement de 0.4 à 0.6m
- ✓ Valeurs de KC (0.6 ; 1.1 ; 1.35 ; 1.25)

AspersionSys -

Outils

Enregistrer Enregistrer et fermer Supprimer Annuler Actualiser Impression Tester Objet précédent Objet suivant

Text to search... Recherche

Recherche de texte intégral

Photo	Culture	Perenne	Debut Profondeur...	Fin Profondeur d'Enra...
	Pois	<input type="checkbox"/>	0,6	1,
	Poivron	<input type="checkbox"/>	0,5	1,
	Pomme de terre	<input checked="" type="checkbox"/>	0,4	0,6
	Sorgho grains	<input type="checkbox"/>	1,	2,

Culture

Culture: Pomme de terre

Période Végitatif: 130

Debut Profondeur d'Enracinement: 0,4

Perenne Photo:

Date Semi: Avril

Fin Profondeur d'Enracinement: 0,6

Coefficient Culturel

Calculer Kc

Kc	Pourcentage de la période de croissance
Janvier: 0,	[0-10%]: 0,35
Février: 0,	[10-20%]: 0,45
Mars: 0,	[20-30%]: 0,6
Avril: 0,6	[30-40%]: 0,85
Mai: 1,1	[40-50%]: 1,1
Juin: 1,35	[50-60%]: 1,25
Juillet: 1,25	[60-70%]: 1,35
Août: 0,	[70-80%]: 1,38
Septembre: 0,	[80-90%]: 1,35
Octobre: 0,	[90-100%]: 1,25
Novembre: 0,	

Figure VII.1. Page illustrant le choix de la culture

## VII. 2.Evaluation des besoins

Comporte trois termes à calculer à savoir ETR et RFU et  $P_{eff}$  les résultats de chaque terme sont représentés dans les figures qui suivent :

### VII. 2.1.Pluie efficace calculée par la méthode de pourcentage fixe

Peff	
Peff Janvier (mm):	68,26
Peff Février (mm):	59,4
Peff Mars(mm):	60,27
Peff Avril(mm):	57,13
Peff Mai(mm):	47,09
Peff Juin(mm):	10
Peff Juillet(mm):	8,39
Peff Août(mm):	6,54
Peff Septembre(mm):	35,25
Peff Octobre(mm):	43
Peff Novembre(mm):	51
Peff Décembre(mm):	66

Figure VII.2. Page illustrant le calcul de la pluie efficace



### VII. 2.2. Reserve facilement utilisable

Culture: Pomme de terre

Pluie Efficace   évapotranspiration   **Reserve Facile Utilisé**   ETR

Hpff(%): 8,67   **Calculer RFU Profondeur**   **Calculer RFU**   RFU = Peff-ETR

HCC(%): 19,33    $RFU = (hcc - hpff) / 100 * Z * Y$

Y (mm): 0,67   RFU Profondeur Janvier (mm): 40,   RFU Janvier: 40,   RFU Février (mm): 40,   RFU Mars (mm): 27,42

Profondeur d'Enracinement (Z): 20...   RFU Profondeur Février (mm): 40,   RFU Profondeur Mars (mm): 40,   RFU Avril (mm): 0,   RFU Mai (mm): 0,   RFU Juin (mm): 0,   RFU Juillet (mm): 0,   RFU Août (mm): 0,   RFU Septembre: 0,   RFU Octobre (mm): 8,01   RFU Novembre (mm): 28,75   RFU Décembre (mm): 40,   Rfu Profondeur Septembre (mm): 40,   Rfu Profondeur Octobre (mm): 40,   Rfu Profondeur Novembre (mm): 40,   Rfu Profondeur Décembre (mm): 40,

Utilisateur : Admin

Figure VII.3. Page illustrant le calcul de l'RFU



### VII. 2.3.L'évapotranspiration réelle :Ellese calcul après avoir calculé ETP par la méthode ANRH

Méthode de Calcul ETP: ANRH

Température Moyenne MensuelleT (C°): 2013

ANRH

Kr: 0,98

Km\*(H-187): AspersionSys.Module.Km(aac64db4-890c-4e02-a82a-212a212e76e0)

Calculer ETP

ETP	
ETP Janvier(mm):	53,5
ETP Février(mm):	68,91
ETP Mars(mm):	109,5
ETP Avril(mm):	129,11
ETP Mai(mm):	170,39
ETP Juin(mm):	197,28
ETP Juillet(mm):	221,19
ETP Août(mm):	207,25
ETP Septembre(mm):	153,35
ETP Octobre(mm):	69,98
ETP Novembre(mm):	63,56
ETP Décembre(mm):	49,57

Utilisateur : Admin

Figure VII.4. Page illustrant calcul de l'ETP

### VII. 2.4.Evapotranspiration réelle

Les résultats sont affichés dans la figure suivante :

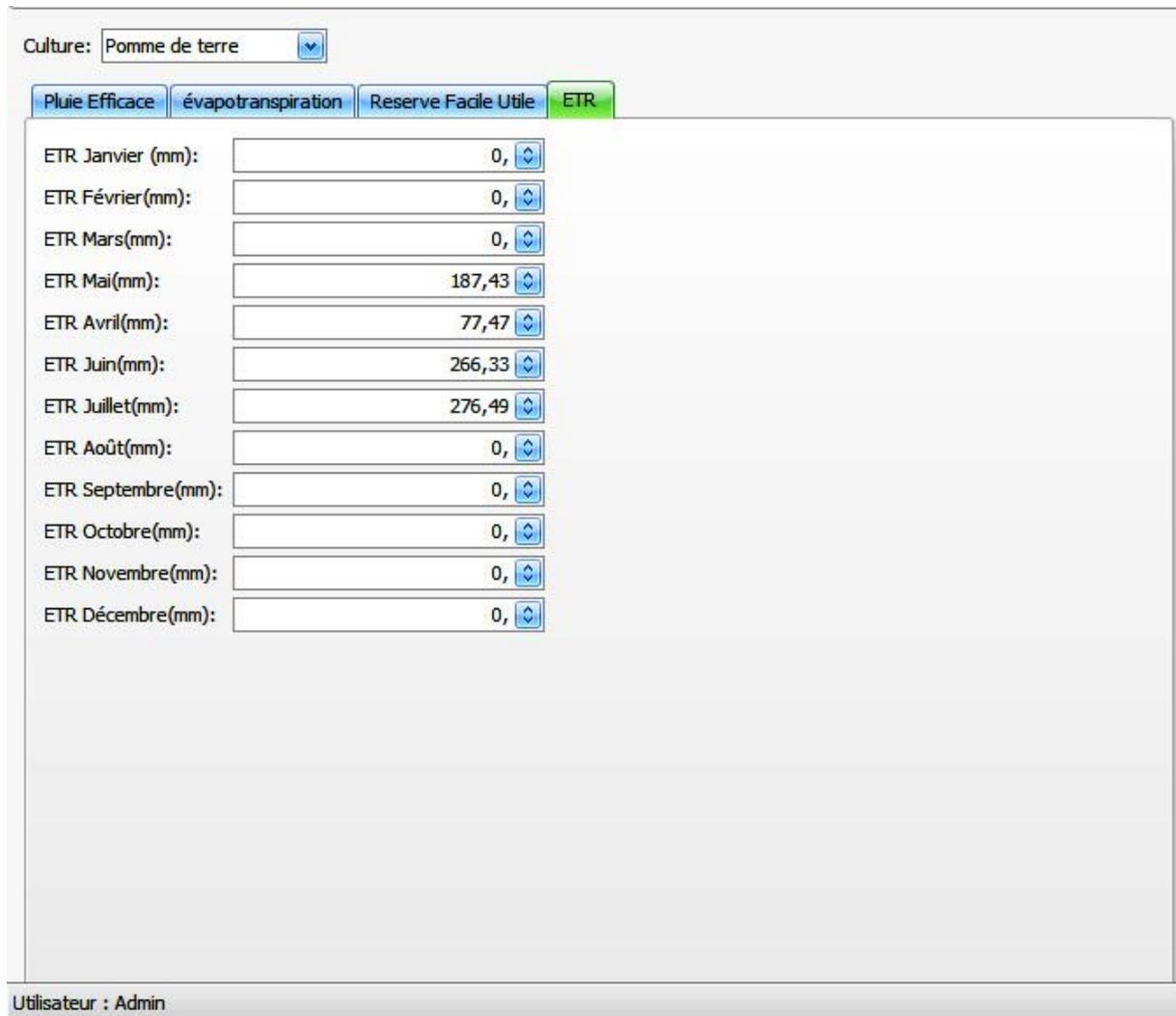


Figure VII.5. Page illustrant le calcul de l'ETR

### VII.2.5.Bilan

Il nous informe sur le déficit hydrique et le mois le plus sec

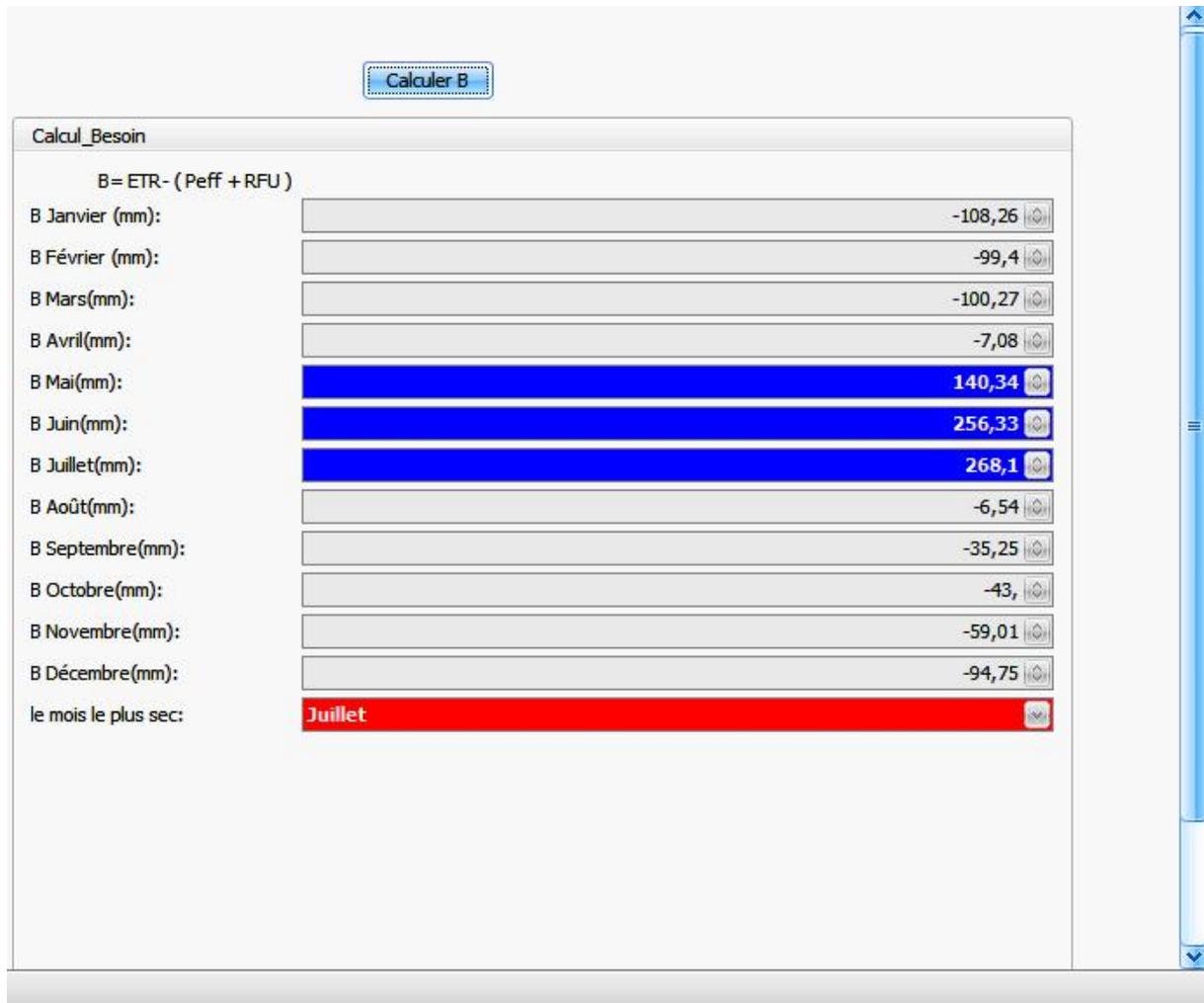


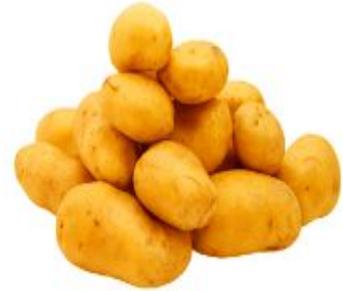
Figure VII.6. Page illustrant le bilan hydrique

#### NB

Pour l'utilisateur de cette application il peut se contenter d'imprimer le bilan qui contient toutes les données et les résultats de cette étape comme la figure le montre

## Bilan

Culture **Pomme de terre**  
 Methode de calcul Peff **Pourcentage fixe**  
 Methode de calcul ETP **ANRH**



	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Pmoy	80,3	69,88	70,91	67,21	55,4	11,77	9,87	7,69	41,47	50,13	60,47	77,74
Peff	68,26	59,4	60,27	57,13	47,09	10	8,39	6,54	35,25	43	51	66
TmoyMens	12,05	12,96	14,71	14,82	19,24	22,96	26,15	27,23	24,76	11,2	16,36	13,56
Kr	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Km*(H-187)	118	143	204	239	251	248	247	223	180	164	108	99
ETP	53,5	68,91	109,5	129,11	170,39	197,28	221,19	207,25	153,35	69,98	63,56	49,57
RFU(prof)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
RFU	40	40	27,42	0	0	0	0	0	0	8,01	28,75	40
ETR	0	0	0	77,47	187,43	266,33	276,49	0	0	0	0	0
Besoin	-108,26	-99,4	-100,27	-7,08	140,34	256,33	268,1	-6,54	-35,25	-43	-59,01	-94,75

Figure VII.7. Page illustrant bilan hydrique bien détaillé



### VII.3.Dimensionnement du réseau

Cette figure nous représente les données de calcul nécessaires pour l'exécution de la deuxième étape et les résultats de calcul

Asperseur circulaire PERROT ZF 30 - Dimensionnement

Accueil

Nouveau Enregistrer Enregistrer et fermer Enregistrer et nouveau Supprimer Annuler Ouvrir l'objet Actualiser Tester Calculer\_Ecartements Calculer\_Temp calculer\_diamètre Calculer\_DébitAsperseur Calculer\_Volume Calcul\_Nbre\_Rampe calculer\_Portée jet Vérification\_P/K Volume\_Totale Affichage Navigation des enregistrements Fermer

**Données**

Asperseur: As... Vitesse Vent (): Fort  
 Bilan/culture: Po... Dose: 0,04  
 Besoin mensuel en eau (mm): 268,5 Surface Parcelle: 7500

**Calcul du diamètre de l'ajutage**

Permeabilité Sol K (m): 13  
 Diamètre de l'ajutage d (m): 9,01  
 Diamètre Normalisé(m): 4

**Calcul de la portée du jet**

Pression à la buse: 35  
 Portée du jet L (m): 14,59  
 Portée Normalisée (m): 15,3

**Calcul des écartement entre les rampes et les arroseurs**

écartement entre arroseurs (m): 15  
 Ea Normalisé (m): 18  
 écartement entre rampes (m): 7  
 El Normalisé (m): 9

**Calcul du débit de l'aspersion**

Débit q (m): 1,13

**Vérification de la pluviométrie de la buse**

Pluviométrie Buse p (m): 6,98

**Temps nécessaire pour donner une dose/1 Asperseur**

Temps : 5,73

**Volume 1 asperseur/1 mois \_Volume a épandre en 1mois sur toute parcelle**

Nombre Positions/jour: 3  
 Nombre de jour/mois: 25  
 Volume 1 Asperseur/1 mois (M3): 486  
 Volume Totale (M3): 2 013,75

Nombre d'heure de travail par jour: 20

**Nombre d'aspersion**

Nombre d'aspersion: 5

**Calcul du nombre de rampes**

Longeur rampe (m): 25,5  
 Nombre d'aspersion/rampes: 3  
 Nombre rampes: 1  
 Débit rampes (M3/h): 3,39  
 Nombre Position de rampes: 7  
 Nombre de bande: 2  
 Nombre de poste: 14

Utilisateur : Admin

Figure VII.8. Page illustrant le dimensionnement du réseau (par aspersion) partie 01

Dimensionnement\_Canalisation

Accueil

Nouveau Enregistrer Enregistrer et fermer Enregistrer et nouveau Supprimer Annuler Ouvrir l'objet Actualiser Tester calculer\_j diam\_canalisation calculer\_dmin Fm Afficher Calculer\_IrNormalisé Calculer\_Lf calculer\_dmin\_rampe Calculer\_Ir Afficher Objet précédent Objet suivant Fermer

Création d'objets Enregistrer Editer Ouvrir l'objet Affichage Navigation des enregistrements Fermer

Dimensionnement\_Canalisation

a: 0,001029  
 c: 5,333  
 n: 0,01

Calcul FC/ Fm

Nombre d'aspenseurs/rampes: 3  
 b: 2  
 Fc: 0,5  
 Fm : 0,4

Règle de CHRISTIANSEN

Pression de fonctionnement (m): 35  
 Perte de charge disponible (m): 7

Conduite d'approche

Longueur fictive Lf (m): 12,75  
 Trajet le plus long en Lf Y: 119,75  
 D min (mm): 0,0258  
 Diamètre économique (vitesse 1.5) (mm): 0,031  
 Diamètre économique (vitesse 1.25)(mm): 0,0283  
 Diamètre de la canalisation/approche (mm): 0,0347  
 Diamètre normalisé (mm): 0,04  
 perte de charge unitaire(i) (m): 0,058  
 I normalisé: 0,03  
 Nombre d'aspenseurs/rampes: 3  
 perte de charge totale/conduite approche (DhCp) (m): 3,86

Rampe

perte de charge unitaire (Ir) (m): 0,01  
 D min (rampe) (m): 0,018  
 Diamètre économique Rampe(vitesse 1.5)(m): 0,02  
 Diamètre économique Rampe (vitesse 1.25)(m): 0,022  
 Diamètre rampe (m): 0,0367  
 Dr\_normalisé (m): 0,02  
 ir\_normalisé (m): 0,26  
 Dh Rampe: 3,32  
 DH\_Totale: 6,9

Utilisateur : Admin

Figure VII.9. Page illustrant le dimensionnement du réseau (par aspersion) partie 02





## Conclusion

Après avoir appliqué le programme Irri-TechV1.0 sur la parcelle expérimentale de l'ENSH il s'avère qu'effectivement son usage est fiable et sans aucune crainte car les résultats issus du programme correspondent parfaitement avec ceux effectués manuellement



## CONCLUSION GENERALE

Dans notre pays, l'usage de l'irrigation par aspersion a pris un nouvel élan du fait que cette technique précise est caractérisée par un taux d'efficience considérable et des 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.

C'est pour cela qu'une gestion rationnelle et soutenue, s'impose et constituera un atout qu'il faut absolument explorer.

C'est dans cette optique nous avons élaboré à travers ce modeste travail un code de calcul nommé **Irri-Tech V1.0** différente de la précédente version IRRI-TECH élaborée en juin 2012 et 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 par aspersion, ceci en quelques clics.

Le plus que nous avons rajouté dans cette version est qu'on peut ressortir les besoins en eau des cultures en utilisant bien sur les trois termes du bilan hydrique mais en s'inspirant de

- ✓ Trois méthodes pour le calcul de la pluie efficace  $P_{eff}$  qui sont
  - A pourcentage fixe
    - Pour les zones arides et semi arides
    - Formule USDA
  - ✓ Trois modèles pour l'évaluation de l'évapotranspiration ETP
    - Formule de Turc
    - Formule de Blaney et Criddle
    - Formule ANRH
  - ✓ Deux méthodes pour l'évaluation du coefficient cultural  $K_c$  à savoir
    - Par pourcentage de nombre de jours de semi
    - Par pourcentage de la période de croissance

Ajouté à cela le fait que l'on peut avoir à la fin une fiche technique bien détaillée rapportant toutes les informations concernant les deux étapes majeures du calcul qui sont l'évaluation des besoins en eau des cultures et le dimensionnement en question.

On cite également, que ce calcul des besoins peut se faire séparément du calcul du réseau et en plus on peut ressortir directement le bilan hydrique en mentionnant les méthodes utilisées ainsi que toutes les informations nécessaires sur les divers paramètres.

Le programme Irri-Tech V1.0 a bien sur été exécuté et mis en exerce en l'appliquant sur un exemple concret qui est le dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion en couverture mobile au niveau de la parcelle expérimentale de l'ENSH, ceci en choisissant une



culture non pérenne qui est la pomme de terre ; 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.



## Bibliographie

[1]CEMAGREF,Guide pratique de l'irrigation1992.

[2]L.RIEUL,Les techniques modernes d'irrigation et les économies d'eau (1990).P11,12,13.

[3]Benhafid M.S., Messahel M., Ouled Hocine C.Efficience des systèmesd'irrigation en Algérie. In : Lamaddalena N. (ed.), LebdiF. (ed.), Todorovic M. (ed.), Bogliotti C. (ed.).*Irrigation systèmes performance*. Bari : CIHEAM, 2 005. p. 61 -7 8 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes etRecherches; n.52)

[4]C. Brouwer, Méthodes d'irrigation. Manuel de formation n° 5.P 44, 45, 46

[5]A.PHOCAIDES, Technique d'Irrigation Sous Pression (2008). P 108 à 175



## Annexe 1

### DUREE DES PHASES DE DEVELOPPEMENT DES CULTURES

Culture	Init.	Dével	Mi	Arrière	Total	Date Plant	Région
Lin	25 30	35 40	50 100	40 50	150 220	Avril Octobre	Europe Arizona
Maïs (doux)	20 20 20	20 25 30	30 25 50/30	10 10 10	80 80 90	Mars Mai/Juin Oct/Déc	Philippines Méditerranéen Climats arides
Maïs (grain)	30 25 20 20 30	50 40 35 35 40	60 45 40 40 50	40 30 30 30 30	180 140 125 125 150	Avril Déc/Jan Juin Octobre Avril	Afrique de l'Est (alt.) Climats arides Nigeria (humide) Inde (sec, froid) Spain (spring, sum.)
Melon	25 30	35 45	40 65	20 20	120 160	Mai Dée/Jan	Méditerranéen Régions arides
Mil	15 20	25 30	40 55	25 35	105 140	Juin Avril	Pakistan USA (centre)
Oignon (sec)	15 20	25 35	70 110	40 45	150 210	Avril Octobre	Méditerranéen Régions arides
Oignon (vert)	25 20	30 45	10 20	5 10	70 95	Avril/Mai Octobre	Méditerranéen Régions arides
Pois	15 20	25 30	35 35	15 15	90 100	Mai Mars/Avril	Europe Méditerranéen
Poivron	25/30 30	35 40	40 110	20 30	125 210	Avril/Juin Octobre	Europe & Méditerr. Régions arides
Pomme de terre	25 25 30+15	30 30 35	30/45 45 50	30 30 30	115/130 130 145	Jan/Nov Mai Avril	Climats (semi)-arides Climat Continental Europe
Radis	10 10	10 10	15 15	5 5	40 40	Mars/Avril Hiver	Méditerr.; Europe Régions arides
Ricin	25	40	65	50	180	Mars	Climats (semi)-arides
Soja (fève)	20 20	30/35 25	60 75	25 30	140 150	Mai Juin	USA (Centre) Japon
Sorgho	20 20	35 35	40 45	30 30	130 140	Mai/Juin Mars/Avril	USA, Pakis., Méd. Régions arides
Tomate	30 35 30	40 45 40	40 70 45	25 30 30	135 180 145	Janvier Oct/Nov Avril/Mai	Régions arides Régions arides Méditerranéen
Tournesol	25	35	45	25	130	Avril/Mai	Médit.; Californie



Culture	bit.	Déve	Mi	Arriè	Total	Date Plant	Région
Arachid	25 35	35 45	45 35	25 25	130 140	Saison Mai/Juin	Afrique de l'Ouest Méditerranéen
Artichau	40 20	40 40	250 220	30 30	360 310	Avr (1 an) Mai (2 yr)	Californie (couper en mai)
Aubergi	30 30	40 45	40 40	20 25	130 140	Octobre Mai/Juin	Régions arides Méditerranéen
Betterav	15 25	25 30	20 25	10 10	70 90	Avr/Mai Fév/Mars	Méditerranéen Méditerr. & R. Arides
Betterav sucrière	45 25 35	75 35 60	80 50 70	30 50 40	230 160 205	Novembre Mai Novembre	Méditerranéen Méditerranéen Régions arides
Blé/Org	15 20 15	25 25 30	50 60 65	30 30 40	120 135 150	Novembre Mars/Avril Juillet	Inde (Centrale) 35-45° Lat Afrique de l'Est
Blé	30	140	40	30	240	Novembre	Méditerranéen
Carrotte	20 30	30 40	50/3 60	20 20	100 150	Oct/Jan Fév/Mars	Climats arides Méditerranéen
Cartham	20 35	35 55	45 60	25 40	125 190	Avril Oct/Nov	Californie, USA Régions arides
Céleri	25 25	40 40	95 45	20 15	180 125	Oct Avril	Climats (semi)-arides Méditerranéen
Céréales	20 25	30 35	60 65	40 40	150 165	Avril Oct/Nov	Méditerranéen Pakistan; Rég. arides
Citrouill	20 25	30 35	30 35	20 25	100 120	Mars, Juin	Méditerranéen Europe
Concom	20 25	30 35	40 50	15 20	105 130	Juin/Août Nov; Fév	Régions arides Régions arides
Coton	30 30 30	50 50 50	60 60 55	55 55 45	195 195 180	Mars;Avr/ Sept Avril	Egypte; Pakistan Yemen Texas
Courgett	25 20	35 30	25 25	15 15	100 90	Avril Mai/Juin	Médit.; R. Arides Médit.; Europe
Crucifèr	20 25 30	30 35 35	20 25 90	10 10 40	80 95 195	Avril Février Oct/Nov	Méditerranéen Méditerranéen Méditerranéen
Epinard	20 20	20 30	25 40	5 10	70 100	Avr; Novembre	Méditerranéen Régions arides
Haricots (sec)	20 15	30 25	40 35/5	20 20	110 95	Mai/Juin Juin	Climats Continental Pakistan, Calif.
Haricot (vert)	20 15	30 25	30 25	10 10	90 75	Fév/Mars Août/Sep	Calif., Méditerranéen Calif., Egypte, Liban
Laitue	20 30 25	30 40 35	15 25 30	10 10 10	75 105 100	Avril Nov/Jan Oct/Nov	Méditerranéen Méditerranéen Régions arides
Lentille	20 25	30 35	60 70	40 40	150 170	Avril Oct/Nov	Europe Régions arides



Lat	janvier	fev	mar	avr	mai	juin	juill	A	sep	oct	NO	DEC
65	3,45	5,14	7,9	9,92	12,65	14,12	13,66	11,25	8,55	6,6	4,12	2,64
64	3,75	5,3	7,93	9,87	12,42	13,6	13,57	11,15	8,58	6,7	4,35	3,04
63	4,01	5,4	7,95	9,83	12,22	13,22	13,02	11,04	8,6	6,79	4,55	3,37
62	4,25	5,52	7,99	9,75	12,03	12,91	12,79	10,92	8,5	6,86	4,72	3,67
61	4,46	5,61	8,01	9,71	11,88	12,63	12,55	10,84	8,55	6,94	4,84	3,93
60	4,67	5,7	8,05	9,66	11,72	12,39	12,33	10,72	8,54	7	5,04	4,15
59	4,81	5,78	8,05	9,6	11,61	12,23	12,21	10,6	8,56	7,07	5,09	4,31
58	4,99	5,85	8,06	9,56	11,44	12	12	10,56	8,56	7,13	5,13	4,55
57	5,14	5,93	8,07	9,51	11,32	11,77	11,81	10,47	8,51	7,19	5,27	4,69
56	5,29	6	8,1	9,45	11,2	11,67	11,69	10,4	8,52	7,25	5,44	4,89
55	5,39	6,06	8,12	9,41	11,11	11,53	11,59	10,32	8,5	7,3	5,62	5,01
54	5,53	6,12	8,15	9,36	11	11,4	11,43	10,27	8,5	7,33	5,74	5,17
53	5,64	6,19	8,16	9,32	10,88	11,31	11,34	10,19	8,52	7,38	5,83	5,31
52	5,75	6,23	8,17	9,28	10,81	11,13	11,22	10,15	8,49	7,4	5,94	5,43
51	5,87	6,25	8,21	9,26	10,76	11,07	11,13	10,05	8,48	7,41	5,97	5,46
50	5,98	6,32	8,25	9,25	10,69	10,93	10,99	10	8,44	7,43	6,04	5,65
48	6,13	6,42	8,25	9,15	10,5	10,72	10,83	9,92	8,45	7,56	6,34	5,86
46	6,3	6,5	8,25	9,09	10,37	10,54	10,66	9,82	8,44	7,61	6,38	6,05
44	6,45	6,59	8,25	9,01	10,22	10,38	10,5	9,73	8,43	7,67	6,51	6,23
42	6,6	6,66	8,28	8,97	10,1	10,21	10,37	9,64	8,42	7,73	6,63	6,39
40	6,73	6,73	8,3	8,92	9,99	10,08	10,34	9,56	8,41	7,78	6,73	6,53
38	6,87	6,79	8,34	8,9	9,92	9,95	10,1	9,47	8,38	7,8	6,82	6,66
36	6,99	6,86	8,35	8,85	9,81	9,83	9,99	9,4	8,36	7,85	6,92	6,79
34	7,1	6,91	8,36	8,8	9,72	9,7	9,88	9,33	8,36	7,9	7,02	6,92
32	7,2	6,97	8,37	8,72	9,63	9,6	9,77	9,28	8,34	7,93	7,11	7,05
30	7,3	7,03	8,38	8,72	9,53	9,49	9,67	9,22	8,34	7,99	7,19	7,14
28	7,4	7,08	8,39	8,68	9,46	9,38	9,58	9,16	8,32	8,02	7,27	7,27
26	7,49	7,12	8,4	8,64	9,37	9,3	9,49	9,1	8,32	8,06	7,36	7,35
24	7,58	7,17	8,4	8,6	9,3	9,19	9,41	9,05	8,31	8,1	7,46	7,46
22	7,66	7,22	8,41	8,57	9,22	9,12	9,31	9	8,3	8,13	7,5	7,56
20	7,73	7,26	8,4	8,52	9,14	9,02	9,25	8,95	8,3	8,19	7,58	7,89
18	7,88	7,26	8,4	8,46	9,06	8,99	9,2	8,81	8,29	8,24	7,67	7,89
16	7,94	7,3	8,42	8,45	8,98	8,98	9,07	8,8	8,23	8,24	7,72	7,5
14	7,98	7,39	8,43	8,44	8,9	8,73	8,99	8,79	8,23	8,28	7,85	8,04
12	8,08	7,4	8,44	8,43	8,84	8,64	8,9	8,78	8,27	8,28	7,85	8,05
10	8,11	7,4	8,44	8,43	8,81	8,57	8,81	8,74	8,26	8,29	7,89	8,08
8	8,13	7,41	8,45	8,39	8,75	8,51	8,77	8,4	8,25	8,31	7,89	8,1
6	8,19	7,49	8,45	8,39	8,73	8,48	8,75	8,69	8,25	8,41	7,95	8,19
4	8,2	7,58	8,46	8,33	8,65	8,4	8,67	8,63	8,21	8,43	7,95	8,2
2	8,43	7,62	8,47	8,22	8,51	8,25	8,52	8,5	8,2	8,45	8,16	8,42
0	8,49	7,67	8,49	8,22	8,49	8,22	8,49	8,49	8,19	8,49	8,22	8,49

Annexe2 (pourcentage d'insolation latitude nord)

Annexe 3



### Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
				4,0	2,5 3,0 3,5 4,0	13 14,5 15,3 16	0,93 1,02 1,11 1,19	12/18 18/18 18/18 18/18	18/18 18/24 18/24 18/24
4,2	2,5 3,0 3,5 4,0	13,5 15 15,6 16,6	1,04 1,14 1,23 1,32	12/18 18/18 18/18 18/24	18/24 18/24 18/24 24/24	324 216 324 324	432 432 432 676	4,8 3,52 3,8 3,06	2,42 2,64 2,85 2,3
4,5	2,5 3,0 3,5 4,0	14 15,5 16,3 17	1,20 1,32 1,42 1,52	18/18 18/18 18/18 18/24	18/24 18/24 18/24 24/24	432 324 324 324	432 432 432 576	3,71 4,07 4,36 3,52	2,78 3,05 3,29 2,64
4,8	2,5 3,0 3,5 4,0	14,5 16 16,5 17	1,38 1,51 1,63 1,75	18/18 18/18 18/24 18/24	18/24 18/24 24/24 24/24	432 324 324 432	432 432 576 576	4,27 4,66 3,78 4,05	3,2 3,6 2,82 3,04
5,0	2,5 3,0 3,5 4,0	14,5 16,5 17 17,5	1,48 1,63 1,76 1,88	18/18 18/18 18/24 18/24	18/24 18/24 24/24 24/24	432 432 324 324	432 432 576 576	4,57 5,04 4,08 4,35	3,43 3,77 3,05 3,26
5,5	2,5 3,0 3,5 4,0	15,2 17 17,5 18	1,82 1,99 2,14 2,29	18/18 18/24 18/24 18/24	18/24 24/24 24/24 24/24	432 432 324 432	432 576 576 576	5,62 4,61 4,95 5,31	4,22 3,45 3,71 3,98
6,0	2,5 3,0 3,5 4,0	16,2 17,5 18 18,5	2,16 2,37 2,56 2,74	18/24 18/24 18/24 18/24	24/24 24/24 24/24 24/24	432 432 432 432	576 576 576 576	5,00 5,50 5,92 6,35	3,75 4,12 4,43 4,76
7,0	2,5 3,0 3,5 4,0	17,5 18,0 18,5 19,0	2,96 3,22 3,48 3,73	18/24 18/24 24/24 24/24	24/24 24/24 24/24 24/30	432 432 576 576	576 576 576 729	6,9 7,5 6,0 6,5	5,1 5,6 6,0 6,7

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)



## Annexe 4

### 2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Banancier tropical	0.4-0.5	0.7-0.85	1.0-1.1	0.9-1.0	0.75-0.85	0.7-0.8
subtropical	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0-1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
sec	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
Chou	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
Coton	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Poivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzerne	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4-0.6

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

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



Annexe 5

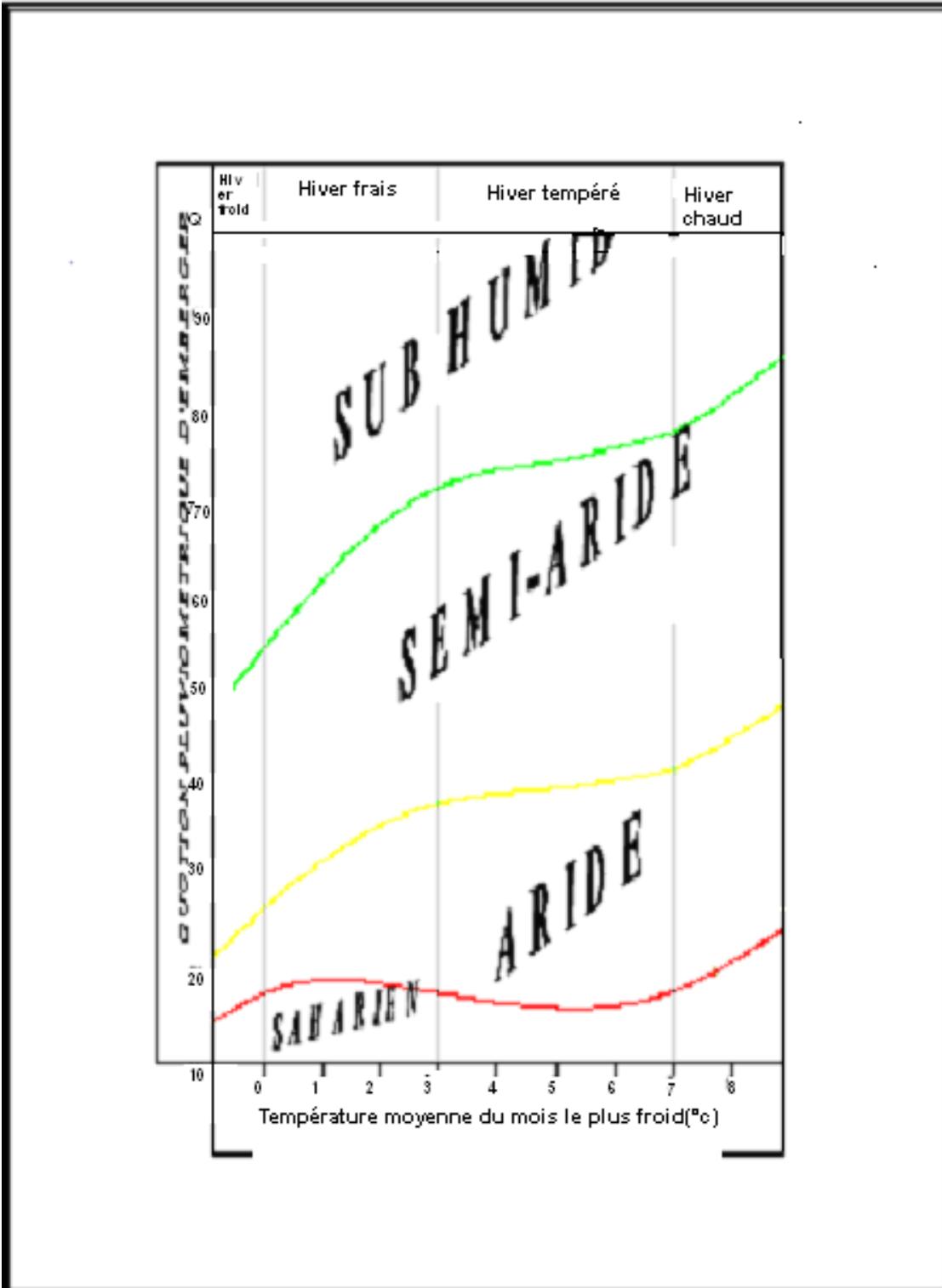


Diagramme bioclimatique d'Emberger



Annexe 6

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 7

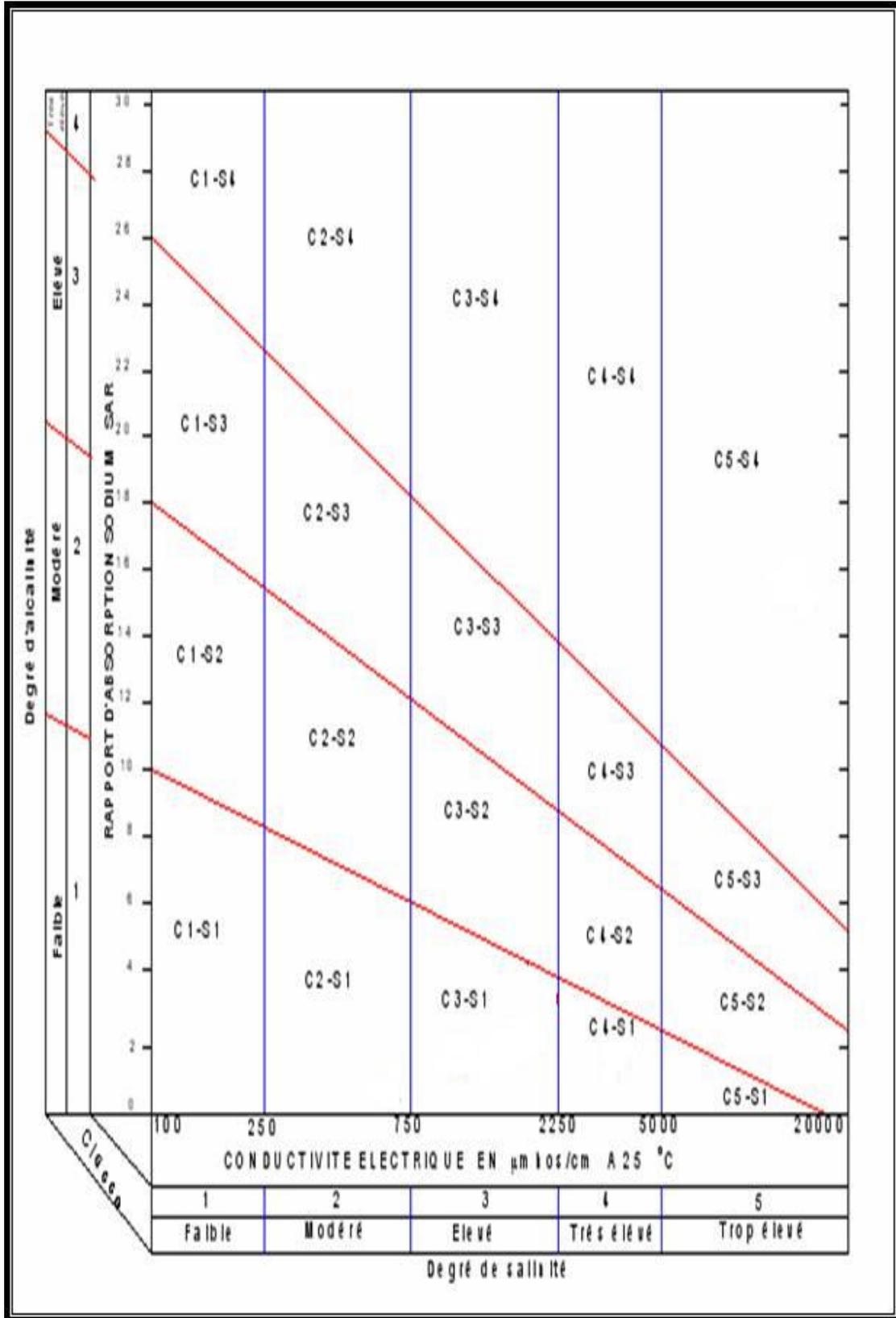


Diagramme de classification des eaux d'irrigation