



*REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE*

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

**Ecole Nationale Supérieure de l'hydraulique**

**DEPARTEMENT IRRIGATION ET DRAINAGE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**OPTION : IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU  
PERIMETRE CAP DJINET W. BOUMERDES A PARTIR DU  
BARRAGE CAP DJINET**

**Présenté par :**

M<sup>r</sup> : KADIR Moussa

**DEVANT LES MEMBRES DU JUREY**

	Nom et Prénom	Grade	Qualité
M <sup>r</sup> :	RASSOUL Abdelaziz	M.B.C	Président
M <sup>me</sup> :	AZIEZ Wahiba	M.A.A	Examinatrice
M <sup>r</sup> :	YAHIAOUI Samir	M.A.B	Examineur
M <sup>r</sup> :	KERID Rachid	M.A.A	Examineur
M <sup>me</sup> :	SADDOUNE Samra	M.A.A	Promotrice

Septembre -2014



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Ecole Nationale Supérieure de l'hydraulique**

**DEPARTEMENT IRRIGATION ET DRAINAGE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**OPTION : IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU  
PERIMETRE CAP DJINET W. BOUMERDES A PARTIR DU  
BARRAGE CAP DJINET**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> : KADIR Moussa**

**DEVANT LES MEMBRES DU JUREY**

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M <sup>r</sup> : RASSOUL Abdelaziz	M.B.C	Président
M <sup>me</sup> : AZIEZ Wahiba	M.A.A	Examinatrice
M <sup>r</sup> : YAHIAOUI Samir	M.A.B	Examineur
M <sup>r</sup> : KERID Rachid	M.A.A	Examineur
M <sup>me</sup> : SADDOUNE Samra	M.A.A	Promotrice

Septembre -2014



# Remerciements

*J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à notre **DIEU** tout puissant, de m'avoir, donné le courage et la volonté pour mener à bien ce travail. Car sans lui rien n'est possible.*

*Le devoir est très agréable d'exprimer mes vives gratitudee à Mme SADOUNE.S (Ma promotrice), à cette brave femme, j'adresse mes sincères remerciements et ma parfaite considération pour son aide inestimable, son soutien indéfectible et ses précieux encouragement.*

*Merci encore une fois madame, pour le temps que vous m'avez consacré, les conseils que vous m'avez prodigués et les vertus que vous m'avez inculqués.*

*J'adresse mes remerciements à **tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes** qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont pu me guider dans mes réflexions et ont accepté avec joie me rencontrer et répondre à mes questions.*

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

*Je remercie **mes très chers parents**, qui ont toujours été là pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier »*

*je remercie tous **mes Ami(e)s** que j'aime tant, **ahmed** (l'ancien), **moh** (l'autonomie), **takfa** (aglid), **hacene** (afud), **ghiles** (zina), **samy paris**, **sofiane** (kholyo), **oussama** (défavorable), **mooh** (bylka), **tofik** (anglais), **yazid** (USA), **karim** (la colline), **ghiles** (chevel), **zahir**(chikh), **kelaleche**(rappeur), **arezki** (baaki), **mustapha**(mumus), **belkacem**(khoya ali), **said** (méloda), **ahmed**(gomez), **belouar** (elmanque), **samir** (enfance)*

*Enfin, mes chers copains de chambre avec qui j'ai passé des moments inoubliables ali, sofiane fliki, hani egypte, mustapha et sofiane le blanc.*

*À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude*

*Kadir / Moussa*



# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail ...*

✓ *À mes chers parents qui ont su tout au long de ma vie, m'inculquer et m'apprendre toutes les belles choses, couronnant cela par une éducation exemplaire.*

*Ils ont pu, toute ma vie durant, me couvrir d'amour et d'affection que seuls les parents peuvent donner ;*

✓ *À mes chers sœurs **NADJAT** et **NADJIA** ;*

✓ *À mon frère **SAID** ;*

✓ *À mon beau-frère **YOUCEF** ;*

✓ *À la mémoire de mes grands-parents ;*

✓ *À mes chers cousins et cousines ;*

✓ *À mes amis de toujours : **Les anciens** ;*

✓ *À toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à*

*l'élaboration de cet humble travail ;*

✓ *À tous ceux et celles que j'ai omis de citer.*

*Kadir / Moussa*



## ملخص

إن الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة هذه و المتمثل في حساب سعة شبكة السقي بالتقطير و تحديد الأبعاد المتعلقة بشبكة توزيع للمياه على مستوى المساحة الزراعية لمنطقة رأس جنات بولاية بومرداس إن المورد المائي آت من تعبئة مياه شبكة التزويد على مستوى سد رأس جنات.

## RÉSUMÉ

Le présent mémoire a pour objectif, de dimensionner le réseau d'irrigation en goutte à goutte et projection d'un réseau de distribution de l'eau à travers le périmètre Cap Djinet dans la wilaya de Boumerdès.

La ressource en eau provient de la mobilisation de l'eau au niveau du Barrage de Cap Djinet.

## ABSTRACT

The present work aim at dimensioning the network of irrigation and projection of a network of water distribution through the perimeter of Cap Djinet in the wilaya of Boumerdès. The water resource comes from the mobilisation of water at the level of the Cap Djinet Dam.



## SOMMAIRE

Introduction générale

### Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Introduction.....	1
I. Situation géographique.....	1
I.1. Situation climatologique : .....	3
I.1. 1-La température .....	3
I.1.2.Le vent : .....	4
I.1. 3.Humidité relative.....	5
I.1.4.Evaporation .....	5
I.1.5.Insolation .....	6
I.1.6.Précipitation .....	7
I.1.7.Indice climatique .....	8
I.1.7.1. Indice d'aridité De Martonne.....	8
I.1.7.2.Quotient pluviométrique d'Emberger.....	9
I.2. Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	10
I.2.1.Description du graphe .....	10
I.3.Géologie et Hydrogéologique : .....	11
I.4 Etude pédologique : .....	12
I.4.1-Classification du sol de la région d'étude : (Source : DSA W.BOUMERDES).....	13
I.5.L'aptitude culturale des sols.....	15
I.6.La ressource d'eau : .....	15
I.7.Composition chimique de l'eau d'irrigation de la zone d'étude .....	15
I.8.Classification des eaux d'irrigation .....	16
I.8.1. Classification mondiale (F.A.O) .....	16
I.8.2 Classification américaine.....	16
Conclusion : .....	17

### Chapitre II : Techniques d'irrigation utilisées

Introduction.....	18
II.1.Les techniques d'irrigation .....	18
II.1.1.L'irrigation gravitaire ou de surface .....	18



II.1.1.1 Irrigation par submersion : .....	18
II.1.1.2.Irrigation par planche : .....	18
II.1.1.3.Irrigation à la raie ou par rigole : .....	19
II.1.1.4.Irrigation par bassins : .....	19
II.1.1.5.Avantages et inconvénients des techniques d'irrigation gravitaire.....	20
II.1.2. Les techniques d'irrigation sub-surface (souterraine).....	20
II.1.2.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation souterraine .....	21
II.1.3. Les techniques d'irrigation sous pression.....	22
II.1.3.1.L'irrigation par aspersion .....	22
II.1.3.1.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation par asperseur.....	23
II.1.3.2.La micro irrigation : .....	23
II.1.3.2.1 Avantages et inconvénients de La micro irrigation.....	24
II.2.Choix de la technique.....	25
II.2.1. Selon les contraintes agronomiques .....	25
II.2.2. Selon les contraintes naturelles .....	26
II.2.3. Selon les contraintes techniques et socio-économiques .....	27
Conclusion .....	27

### **Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures**

Introduction.....	28
III.1. Présentation de la station pluviométrique : .....	28
III.2. Etude hydrologique : .....	28
III.2.1.Homogénéisation : .....	28
III.2.2.Etude fréquentielle des pluies annuelles : .....	31
III.2.2.1.Ajustement à la loi de Gauss : .....	31
III.2.2.2.Ajustement à une loi Log-normale : .....	33
III.3. Détermination de l'année de calcul : .....	35
III.4.Calcul des Besoins en eau : .....	35
III.4.1 L'évapotranspiration : .....	36
III.4.1.1 Eléments climatiques intervenants dans le processus d'évapotranspiration : .....	36
III.4.1.2 Méthodes de détermination de l'évapotranspiration : .....	37
III.4.1.3 Calcul de l'évapotranspiration potentielle : .....	38
III.4.2 Calcul des besoins net des cultures : .....	39



III.4.2.1 Les pluies efficaces : .....	39
III.4.3 Choix des cultures : .....	40
III.4.3.1 Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures : .....	40
III.4.3.2 Les Besoins nets mensuels totaux en eau des cultures .....	45
III.4.3.3 Occupation de chaque culture dans le périmètre déficit hydrique.....	46
III.5. Calcul des débits à transiter par le réseau. ....	46
Conclusion .....	47

## **Chapitre IV : Dimensionnement de réseau d'irrigation et les différents ouvrages annexes**

Introduction.....	48
IV.1. Données générales .....	48
IV.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée : .....	48
IV.2.1 .Calcul des besoins journaliers réduits .....	48
OIV.2.2. Calcul de la dose nette pratique d'irrigation.....	49
IV.2.3. Calcul de la dose nette réelle d'irrigation.....	50
IV.2.4. Calcul de la dose brute .....	50
IV.2.5. Calcul de la fréquence minimale d'arrosage : .....	50
IV.2.6. Durée des arrosages.....	50
IV.2.7. Durée d'arrosage journalier .....	51
IV.2.8. Nombre de poste .....	51
IV.3. Calcul hydrauliques .....	51
IV.3. 1. Conditions hydrauliques .....	51
IV.3.2. Le débit.....	52
VII.3. 2.1. Calcul pour le poste 01: $S_1=3, 93\text{ha}$ .....	52
VII.3. 2.2. Calcul pour le poste 02 $S_2=3, 90\text{ ha}$ .....	52
IV.3.3. Dimensionnement des différentes parties du réseau .....	53
IV.3.3.1. Le diamètre des rampes et les porte rampes.....	53
IV.3.3.2. Perte de charge .....	54
IV.3.3.3. Diamètre des conduites secondaires .....	54
IV.4. La pression d'eau à la borne de distribution N6.....	55
IV.5. Le réseau de distribution.....	56
IV.5.1. Les équipements du réseau de distribution.....	56
IV.5.1.1. les équipements de contrôle des conduites .....	56



IV.5.1.2.Les ventouses .....	57
IV.4.1.3.Soupapes de décharge anti-bélier .....	57
IV.5.1.4.Les bornes d'irrigation : .....	57
IV.5.2.Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles.....	58
IV.5.2.Dimensionnement du réseau de distribution .....	59
IV.6. Dimensionnement de la station de pompage.....	61
IV.6.1. Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station .....	61
IV.6.2.Types des bâtiments des stations de pompage.....	62
IV.6.3.Dimensionnement de réservoir de stockage .....	62
IV.6.3.1.Rôles des réservoirs .....	62
IV.6.3.4.Emplacement des réservoirs.....	62
IV.6.4.Détermination de débits a refoulé vers le réservoir .....	63
IV.6.5.Détermination de la hauteur manométrique totale.....	64
IV.6.6.Choix du nombre de pompes .....	64
IV.6.7.Choix du type de pompe.....	65
IV.6.8.Choix du nombre pompes à axe horizontal multicellulaires .....	65
IV.6.9.choix du nombre de pompes de secours.....	65
IV.6.10. Choix du moteur électrique .....	66
IV.6.11.Détermination de la hauteur admissible d'aspiration.....	67
IV.7.Dimension de la bâche .....	67
IV.7.1. Le volume de la bâche.....	67
IV.7.2. Surface de la bâche.....	68
IV.7.3. Longueur et largeur de la bâche.....	68
IV.8. Calcul du diamètre économique .....	68
IV.8.1. Calcul des pertes de charge .....	69
Conclusion .....	71

## **Chapitre V : Calcul technico-économique**

Introduction.....	72
V.1.Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée). .....	72
V.2.Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir.....	73
V.2.1.Calcul du volume de terrassement .....	73
V.2.1.1.a Largeur du fond de la tranchée .....	73
V.2.1.2.profondeur de la tranchée .....	73
V.2.2.les conduites.....	73



V.2.2.1. Calcul du volume de déblai .....	74
V.2.2.2. Calcul du volume de lit de sable .....	74
V.2.2.3. Calcul du volume de remblai .....	74
V.3 : Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir .....	75
V.5. Devis estimatif total .....	75
Conclusion .....	75

## **Chapitre VI : Organisation de chantier**

Introduction .....	76
VI.1. Les différents travaux sur le chantier .....	76
VI.1.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain .....	76
VI.1.2. Nivellement de la plate-forme de pose .....	76
VI.1.3. Excavation des tranchées .....	76
VI.1.3.1. La profondeur (H) .....	77
VI.1.3.2. Largeur de la tranchée .....	77
VI.1.3.3. Section de la tranchée .....	77
VI.2. Choix des engins de terrassement .....	77
VI.2.1. Pelle équipée en rétro .....	77
VI.2.2. Pelle équipée en butée .....	78
VI.2.3. Choix du bulldozer .....	78
VI.3. Pose de la canalisation .....	78
VI.3.1. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire .....	79
VI.3.2. Pose de canalisation dans un mauvais terrain .....	79
VI.3.3. Pose de canalisation en galerie .....	79
VI.3.4. Lit de pose .....	80
VI.3.5. Introduction de la canalisation .....	80
VI.4. Epreuve de joint et de canalisation : .....	80
VI.5. Remblaiement des tranchées .....	80
VI.6. Exploitation du système d'irrigation .....	80
VI.7. Objectif de l'exploitation .....	81

Conclusion générale



## Liste des tableaux

### Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Tableau I.1 : Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes .....	3
Tableau I.2 : Moyenne mensuelle de la vitesse des vents .....	4
Tableau I.3 : Répartition mensuelle de l'humidité relative en % .....	5
Tableau I.4 : Moyennes mensuelles et annuelles d'évaporation :.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I.5 : Insolation moyennes journalières :.....	6
Tableau I.6 : Caractéristiques de la station pluviométrique .....	7
Tableau I.7: Précipitations moyennes mensuelles : .....	7
Tableau I.8 : Les limites du climat d'après l'indice d'aridité de Martonne .....	8
Tableau I.9: Les précipitations mensuelles et la température (1985-2013).....	11
Tableau I.10 : Les caractéristiques pédologiques du profil N°1 .....	14
Tableau I.11 : Les caractéristiques pédologiques du profil N°2 .....	14
Tableau I.12: La composition chimique des eaux superficielles .....	16
Tableau I.13: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	16

### Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau III.1: Coordonnées de la station pluviométrique Boumerdés .....	28
Tableau III.2 :Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Boumerdés .....	30
Tableau III.3 : Les résultats de calcul sont : .....	32
Tableau III.4: les résultats de calcul sont : .....	33
Tableau III.5 : Reconstitution de l'année de probabilité 80% .....	35
Tableau III.6 : Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode .....	39
Tableau III.7 : Précipitation efficace dans la zone d'étude .....	40
Tableau III.8 : Calcul du bilan hydrique pour l'agrume.....	41
Tableau III.9 : Calcul du bilan hydrique pour la vigne .....	42
Tableau III.10 : Calcul du bilan hydrique pour la tomate .....	43
Tableau III.11 : Calcul du bilan hydrique pour la pomme de terre.....	44
Tableau III.12 : Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures .....	45



Tableau III.13 Les besoins totaux en m<sup>3</sup> .....46

**Chapitre IV : Dimensionnement de réseau d'irrigation et les différents ouvrages annexes**

Tableau IV.1: calcul de D<sub>cal</sub> de la rampe .....54

Tableau IV.2: calcul de D<sub>cal</sub>du porte-rampe .....54

Tableau IV.3: calcul des diamètres des conduites secondaires.....55

Tableau IV.4:les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable.....56

Tableau IV.5: diamètre des ventouses adapte à la canalisation .....57

Tableau IV.7: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation .....59

Tableau IV.8: Caractéristiques de conduite de distribution.....59

Tableau IV.9 : les dimensions du réservoir de stockage. ....63

Tableau IV.10 : le débit à refouler vers le réservoir.....63

Tableau IV.11: la hauteur manométrique totale de la conduite de refoulement .....64

Tableau IV.12 : les pompes a axe horizontale monocellulaires.....65

Tableau IV.13 : les caractéristiques de moteur électrique.....66

Tableau IV.14 : Dimensions de la bêche d'aspiration.....68

Tableau VIII.15: les frais d'exploitation .....70

**Chapitre V : Calcul technico-économique**

Tableau V.1.Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation .....72

Tableau V.2 : Les volumes des travaux pour les conduites.....74

Tableau V.3 : Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir. ....75

**Chapitre VI : Organisation de chantier**

Tableau VI.1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement. ....78

Tableau VI.2 : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet .....78



## Liste des figures

### Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Figure I.1 Localisation de Djinet dans la wilaya de Boumerdés.....	1
Figure I.2 : Vue aérienne de la parcelle à étudier      Source :Google earth .....	2
Figure I.3: la localisation périmètre à étudier      Source : Google Maps .....	2
Figure I.4 : Moyennes mensuelles et annuelle des températures.....	3
Figure I.5: Variation de la vitesse moyenne du vent.....	4
Figure I.6 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative en air (%).....	5
Figure I.7 : Moyennes mensuelles et annuelles d'évaporation .....	6
Figure I.8 : Moyennes mensuelles et annuelles de l'ensoleillement .....	7
Figure I.8 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations. ....	8
Figure I.9: Diagramme bioclimatique .....	10
Figure N°I.10 : Diagramme de GAUSSEN.....	11
Figure I.11 : Carte géologique des terrains cristallophyliens des massifs MENERVILLE et de la grande kabylie .....	12
Figure I.12 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation .....	17

### Chapitre II : Techniques d'irrigation utilisées

Figure. II.1 :l'irrigation gravitaire .....	19
Figure II.2 : Schéma d'un réseau jouant le double rôle de sub-irrigation et drainage .....	21
Figure. II.3 : L'irrigation par aspersion .....	22
Figure. II.4 : Système d'irrigation en goutte a goutte.....	24

### Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures

Figure III.1: Ajustement à la loi de Gauss .....	34
Figure III.2 : Ajustement à une loi Log-normale .....	34

### Chapitre IV : Dimensionnement de réseau d'irrigation et les différents ouvrages annexes

Figure IV. 1: Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses. ....	60
---	----

### Chapitre V : Calcul technico-économique

Figure V.1: schéma d'une tranchée .....	73
---	----



## Liste des planches

Planche N°01 : Plan de situation du perimetre CAP DJINET W.BOUMERDES

Planche N°02 : Plan d'occupation de sol du PERIMETRE CAP DJINET W.BOUMERDES

Planche N°03 : Plan de réseau goutte a goutte de la parcelle (s7) du perimetre CAP DJINET W.BOUMERDES

Planche N°04 : Profil en long de la conduite principale du périmètre CAP DJINET W. BOUMERDES

Planche N°05 : Profil en long de la conduite refoulement du périmètre CAP DJINET W.BOUMERDES



## INTRODUCTION GENERALE

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique au développement du secteur agricole; sa disponibilité conditionne de manière déterminante l'efficience et la fiabilité de récoltes, de rendement et des activités agricoles.

Son utilisation pour l'irrigation a varié dans ses formes au cours des temps en Algérie. Aujourd'hui, les concurrences s'aiguisent entre les différents utilisateurs de l'eau (agriculture, industrie, villes) et partout l'accroissement de la demande en eau potable et industrielle est résolu au détriment de l'agriculture.

Cette étude sera effectuée afin de bien exploiter l'eau du barrage CAP DJINET destinée à irriguer un périmètre de 132 ha à DJINET, elle permettra ainsi de choisir la meilleure 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.

Pour la conception de notre projet d'irrigation, nous avons fait allusion à plusieurs études préalables sur :

La disponibilité et la nature de la ressource en eau ;

Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer ;

Le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau.

Toutes ces études nous exigent de conceptualiser un projet de dimensionnement qui tient compte de toutes les contraintes intérieures et extérieures pour accroître et régulariser la production des cultures afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal) visés.

L'objectif que nous nous sommes fixé est d'apporter une contribution à déterminer la problématique du meilleur procédé qu'on devrait mettre en place pour irriguer notre périmètre qui est situé partiellement dans le lit majeur de oued ISSER est une partie à distance de 3,43 Km au sud de cap Djinet, et à 1,26 KM de littoral wilaya de Boumerdés.

Et enfin, dans ce contexte nous allons faire en sorte à ce que le dimensionnement soit conforme aux normes et exigences de ce troisième millénaire.



# **Chapitre I :**

# **Analyse des conditions**

# **naturelles**

## Introduction

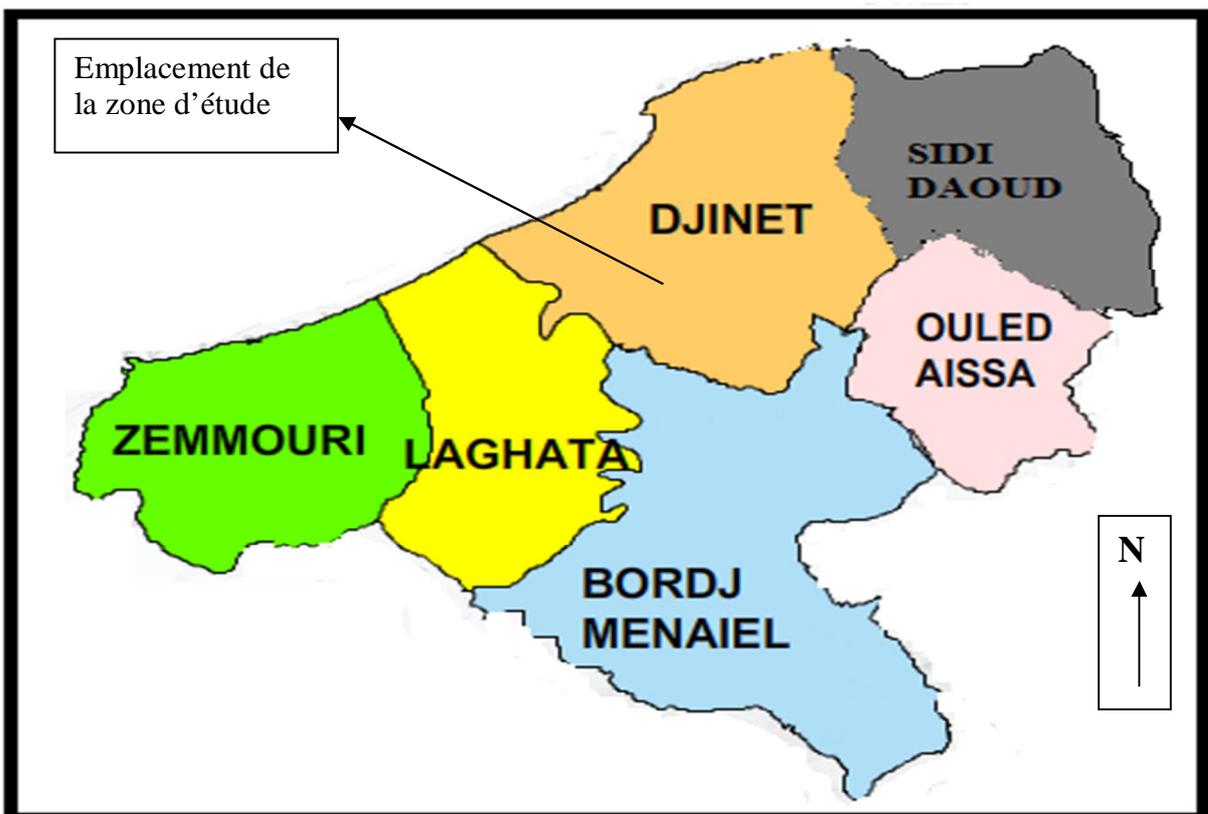
Le processus d'irrigation exige avant toute démarche une bonne analyse des conditions naturelles à savoir la climatologie, la pédologie, la géologie et l'hydrogéologie, etc. Ce chapitre contient le maximum d'informations sur la zone d'étude où on va dimensionner un réseau d'irrigation compte tenu de paramètres cités auparavant.

## I. Situation géographique

La commune Djinet est située dans la région Nord-est de la Wilaya de Boumerdés entre  $36^{\circ} 52' 37''$  Nord et  $3^{\circ} 43' 23''$  Est longitude Est Altitude 32 m

La commune djinet est limitée comme suit :

- Au Nord et Nord-Ouest : la mer méditerranéenne
- A l'Est la commune de sidi daoud
- le Sud-Est par la commune de ouled aissa
- le sud-ouest par la commune laghata
- Au Sud par la commune de bordj menaiel



**Figure I.1** Localisation de Djinet dans la wilaya de Boumerdés

Le périmètre à irriguer est situé partiellement dans le lit majeur de oued ISSER est une partie à distance de 3,43 Km au sud de cap Djinet, et à 1,26 KM de littorale

Il est à noter que la superficie à irriguer à partir de barrage de cap djinet (barrage d'une capacité de  $2.700.000 \text{ M}^3$ ), est de 132 ha.

Compte tenu de la topographie plus ou moins accidentée, de l'emplacement et de la hauteur d'amenée d'eau pour l'irrigation.

La figure ci-dessous représente une photo aérienne de la parcelle en question :



**Figure I.2 :** Vue aérienne de la parcelle à étudier Source : Google earth



**Figure I.3:** la localisation périmètre à étudier Source : Google Maps



## I.1. Situation climatologique :

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 principales composantes du climat sont : les précipitations, la température, le vent, l'évaporation et l'humidité relative.

Les conditions climatiques ont une influence décisive sur les conditions et le comportement hydrologique de bassin versant.

Dans la région il existe plusieurs stations pluviométriques dont la station de Boumerdés, qu'on choisit étant la plus proche du périmètre à irriguer

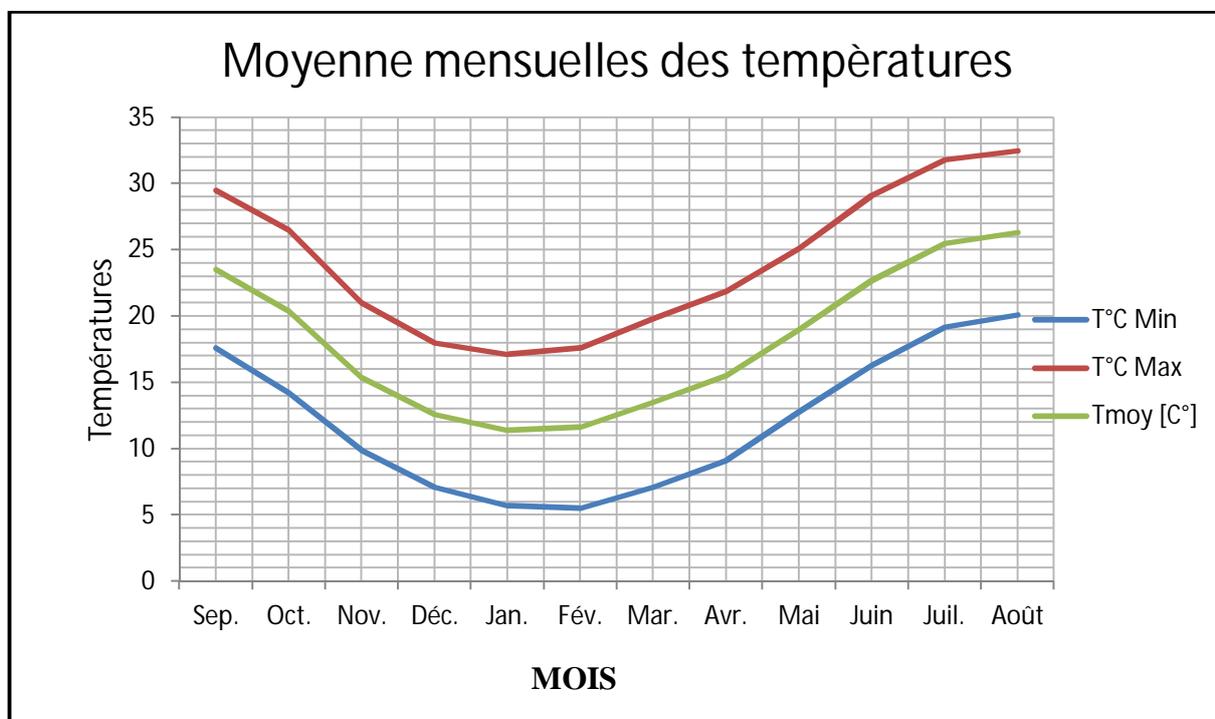
Les données des différents paramètres climatiques de la station de Boumerdés recueillies auprès de l'office national de la météorologie

### I.1. 1-La température

**Tableau I.1** : Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes

Paramètres	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Moy
T°C Moy	23,5	20,4	15,4	12,6	11,4	11,6	13,5	15,5	19	22,7	25,5	26,3	18,12
T°C Max	29,5	26,5	21	18	17,1	17,6	19,8	21,9	25,1	29,1	31,8	32,5	24,16
T°C Min	17,6	14,2	9,9	7,1	5,7	5,5	7,1	9,1	12,8	16,3	19,2	20,1	12,05

Source : ANRH Boumerdés



**Figure I.4** : Moyennes mensuelles et annuelle des températures.



**Interprétation :**

D’après le graphe nous avons constaté que la température maximale enregistrée est de 32.5°C au mois d’Août, quand à la température minimale elle est de 5.5°C enregistrée au mois de Février.

On remarque que la température moyenne mensuelle augmente pendant les trois mois (juillet, août, septembre) et atteint le maximum de 26,3°C en Août et diminue pendant les trois mois (Décembre, Janvier, Février) et atteint le minimum de 11,4°C en Janvier. La moyenne annuelle de la température est de 18,12°C.

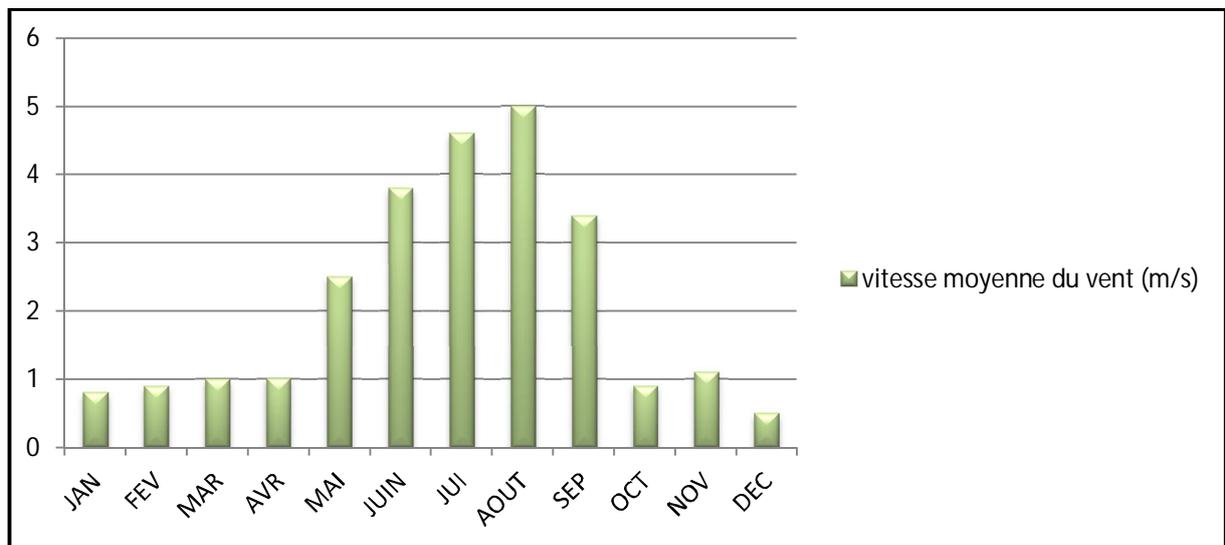
**I.1.2.Le vent :**

**Tableau I.2 :** Moyenne mensuelle de la vitesse des vents

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUI	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC	M,A
<b>Vmoy (m/s)</b>	0.8	0.9	1.0	1.01	2.5	3.8	4.6	5	3.4	0.9	1.1	0.5	2.13

Source : ANRH Boumerdés

Le vent dominant semble de direction ouest-nord-ouest



**Figure I.5:** Variation de la vitesse moyenne du vent.

**Interprétation**

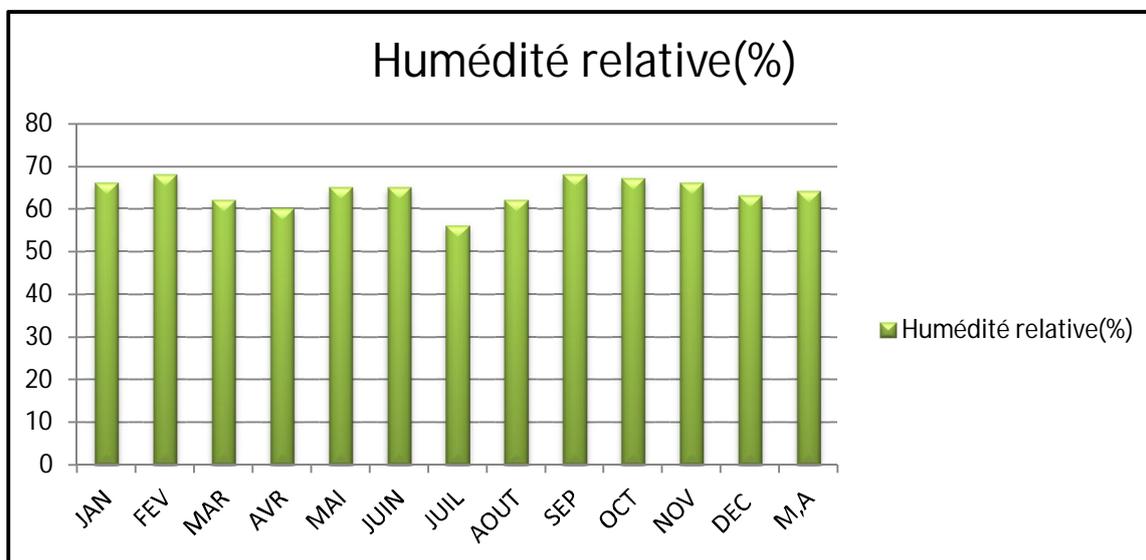
On remarque d’après la figure ci-dessus que la valeur moyenne annuelle de la vitesse de vent est de 8,34 m/s.

## I.1. 3.Humidité relative

**Tableau I.3** : Répartition mensuelle de l'humidité relative en %

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	M.A
HRmoy (%)	66	68	62	60	65	65	56	62	68	67	66	63	64

Source : ANRH Boumerdés



**Figure I.6** : Moyennes mensuelles de l'humidité relative en air (%)

### Interprétation

D'après la figure ci-dessus on remarque que la moyenne annuelle de l'humidité relative est de 64%.

### I.1.4.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 représente un paramètre essentiel dans l'analyse de la ressource en eau, dans ce cas une bonne estimation est nécessaire.

**Tableau I.4** : Moyennes mensuelles et annuelles d'évaporation :

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Annuelle
Ev Moyenne (mm)	56,5	49,5	64,5	75,7	83,4	105	118,9	126,2	102,6	80,4	66,5	57,3	986,5

Source : ANRH Boumerdés

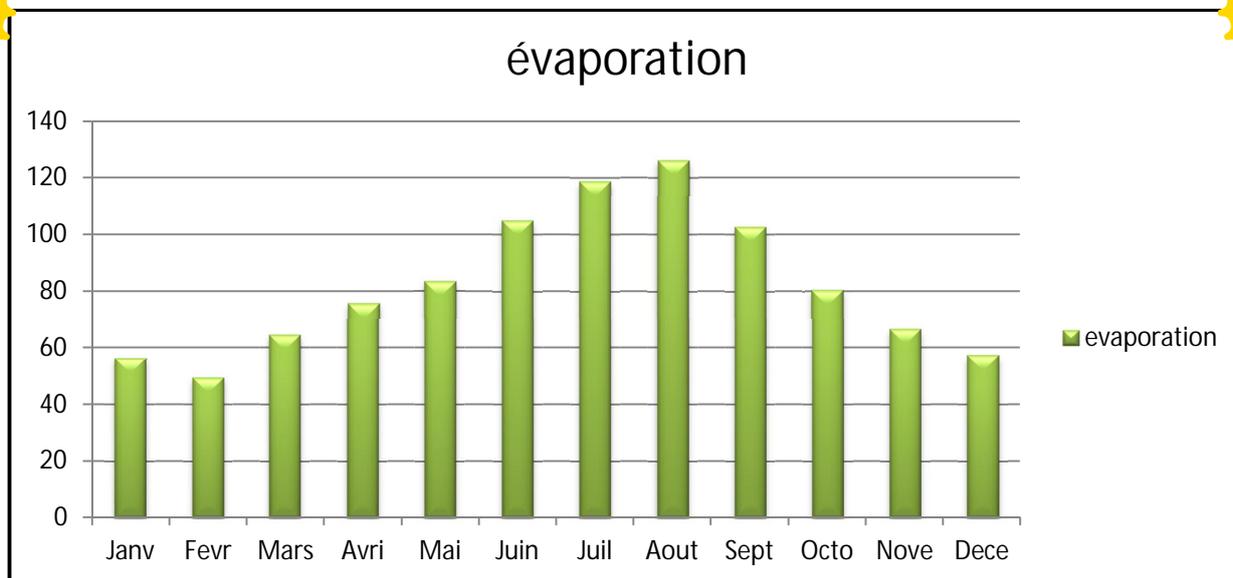


Figure I.7 : Moyennes mensuelles et annuelles d'évaporation

**Interprétation**

D'après le tableau ci-dessus on remarque que l'évaporation atteint le maximum aux mois de (Juin, Juillet et Août) avec une valeur maximale de 126,2 mm au mois de d'Août, et atteint le minimum au mois de (Décembre, Janvier et Février) avec une valeur minimale de 49,5 au mois de Février. L'évaporation totale annuelle est 986,5mm.

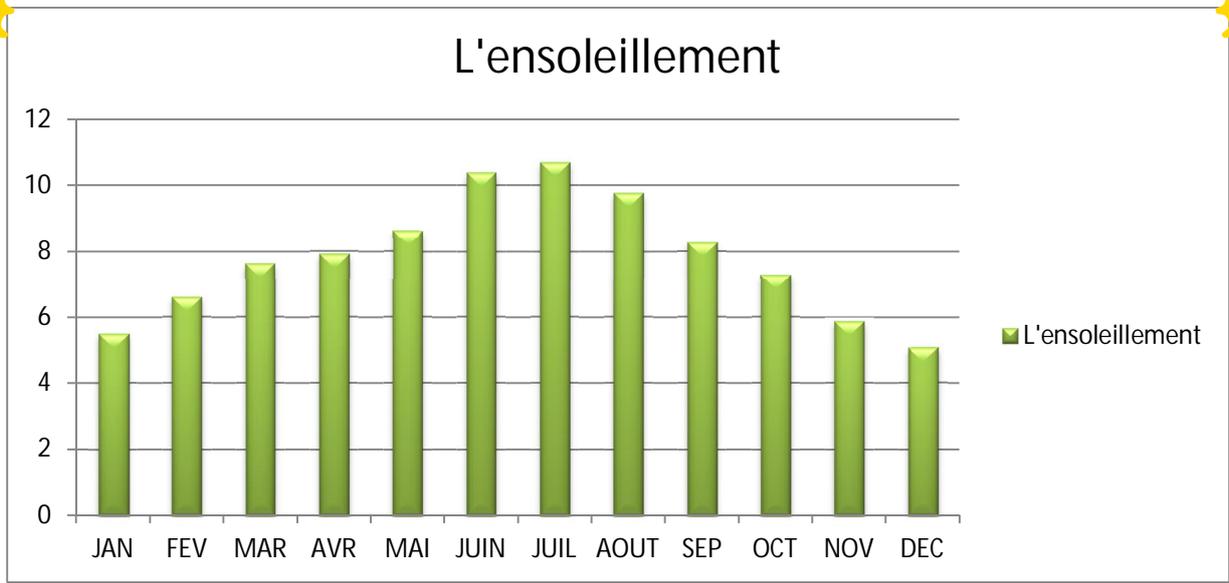
**I.1.5.Insolation**

Le phénomène d'insolation qui est définit par le nombre d'heures pendant lesquelles le soleil a brillé

Tableau I.5 : Insolations moyennes journalières :

mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	jui	aou	sep	oct	nov	dec	m.a
insolation (h/j)	5,5	6,6	7,62	7,91	8,6	10,38	10,7	9,77	8,27	7,28	5,87	5,06	7,8

Source : ANRH Boumerdés



**Figure I.8 :** Moyennes mensuelles et annuelles de l'ensoleillement

**Interprétation**

D'après la figure ci-dessus on remarque que l'ensoleillement atteint le maximum au mois de Juillet (10,7 h/j) et atteint le minimum au mois de Décembre (5,06 h/j), l'insolation moyenne annuelle est de 7,8 h/j.

**I.1.6.Précipitation**

L'étude des précipitations, en vue de l'estimation des apports naturels aux plantes, est effectuée période par période. La période adoptée (semaine, décade, mois) doit être homogène avec celle retenue pour le calcul des besoins en eau des cultures.

La précipitation est un facteur climatique très important, elle nous permet de connaître les périodes où les cultures ont besoin en irrigation ou non.

**Tableau I.6 :** 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)			
BOUMERDES	020647	569.15	384.4	50	1985-2013	28ans

**Tableau I.7:** Précipitations moyennes mensuelles :

mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	jui	aout	sep	oct	nov	dec	p.a
p (mm)	77,7	72,7	57,94	53,44	42,84	7,41	3,33	10,07	30,57	55,92	92,94	105,78	610.64

Source (A.N.R.H de Blida )

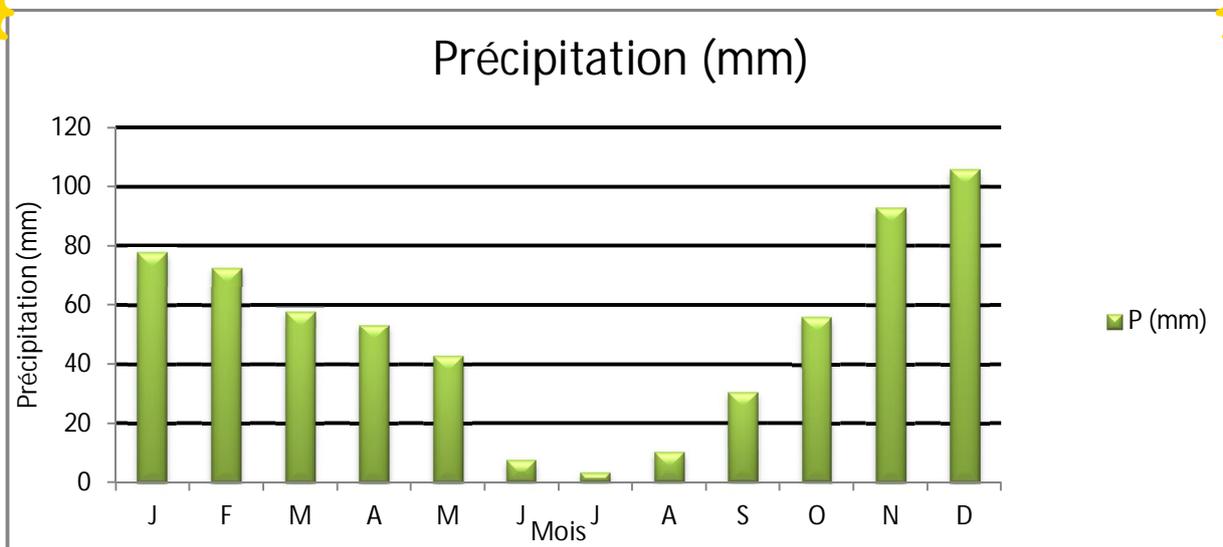


Figure I.8 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations.

I.1.7.Indice climatique

A partir des Indices climatiques; nous entendons une codification du climat par des formules dont le but est de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur la plante. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels: pluviométrie et température les Indices les plus connus sont ceux d'E.MARATON (1926) et E.EMBERGER.

I.1.7.1. Indice d'aridité De Martonne

L'indice d'aridité De Martonne définit comme le degré de sécheresse du climat et par conséquent il nous oriente dans le choix des cultures, il est calculé par la formule suivante :

I = P / (T + 10) .....(I.1)

Avec : I : Indice De Martonne

P : Précipitation annuelle en (mm)

T : Température moyenne annuelle

I = 610.64 / (18.12 + 10) = 21.69

Tableau I.8 : Les limites du climat d'après l'indice d'aridité de Martonne

Table with 3 columns: Valeur de I, Type de climat, Irrigation. Rows show climate categories from desertic to humid and their irrigation requirements.

Source: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009



## Constatation :

À partir du tableau I.2.8 et la valeur de l'indice d'aridité De Martonne (I=21.69) du climat de notre zone d'étude, on peut dire que notre climat est de type « relativement humide » (20<I<30).donc l'irrigation est parfois utile.

### I.1.7.2.Quotient pluviométrique d'Emberger

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

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

Tel que : Q : Coefficient pluviométrique d'Emerger.

P : Précipitation moyenne annuelle en mm.

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaude en °kelvin.

m : Température moyenne minimale du mois le plus froide en kelvin.

$$Q = \frac{2000 \times 610.64}{(32.5 + 273)^2 - (5.5 + 273)^2} = 77.45$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique D'EMBERGER ; et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans

- ❖ L'étage bioclimatique : sub-humide
- ❖ Sous étage : Hiver tempéré

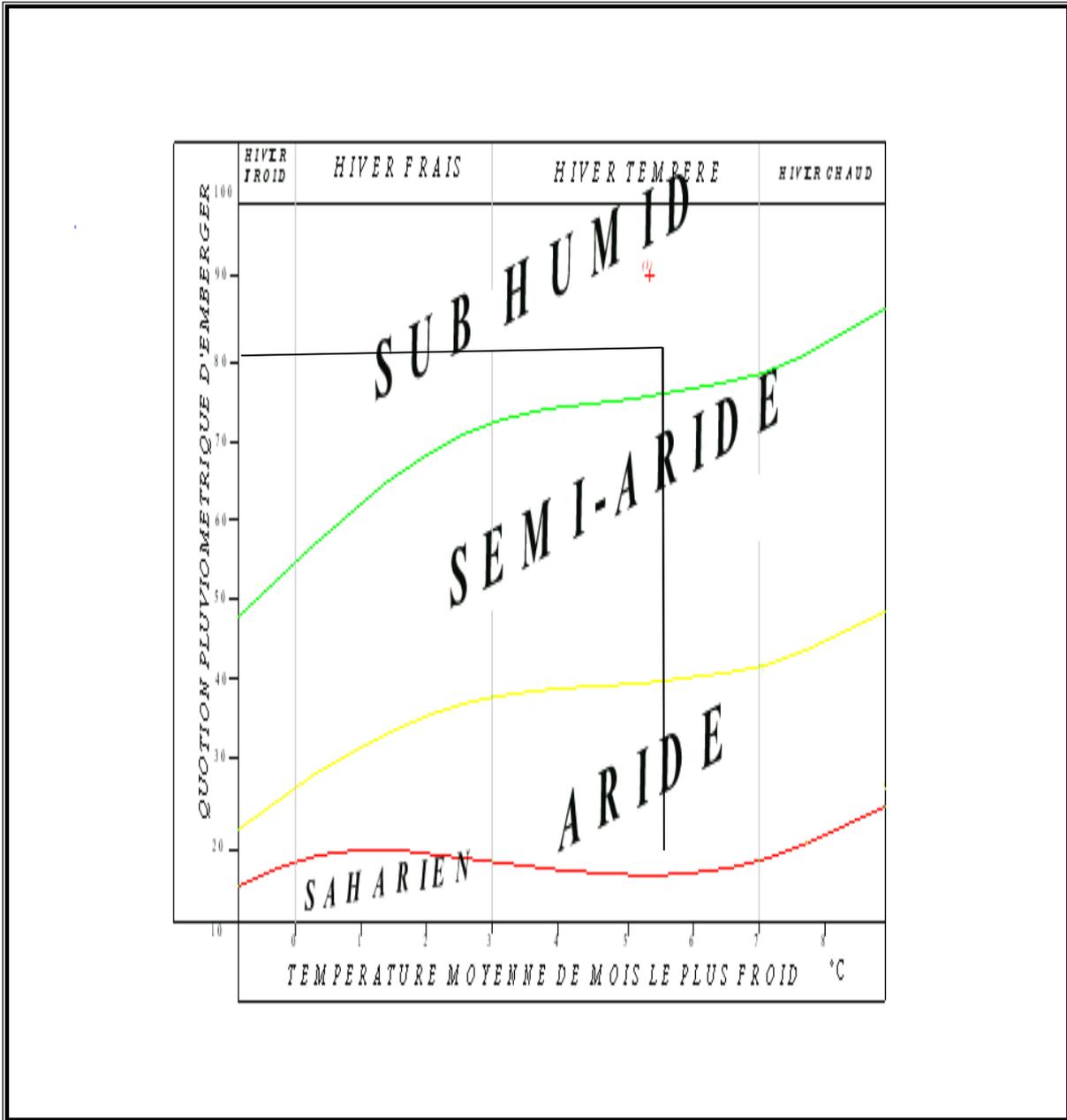


Figure I.9: Diagramme bioclimatique

## I.2. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale au double de celle de la température (Fig:I.9).

### I.2.1. Description du graphe

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, c'est-à-dire lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, c'est la période sèche, dans le cas contraire on dit que c'est la période humide

Tableau I.9: Les précipitations mensuelles et la température (1985-2013)

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	77,7	72,7	57,94	53,44	42,84	7,41	3,33	10,07	30,57	55,92	92,94	105,78
Tmoy	11,4	11,6	13,5	15,5	19	22,7	25,5	26,3	23,5	20,4	15,4	12,6
2Tmoy	22,8	23,2	27	31	38	45,4	51	52,6	47	40,8	30,8	25,2

Le diagramme de Gausse est présenté ci-dessous :

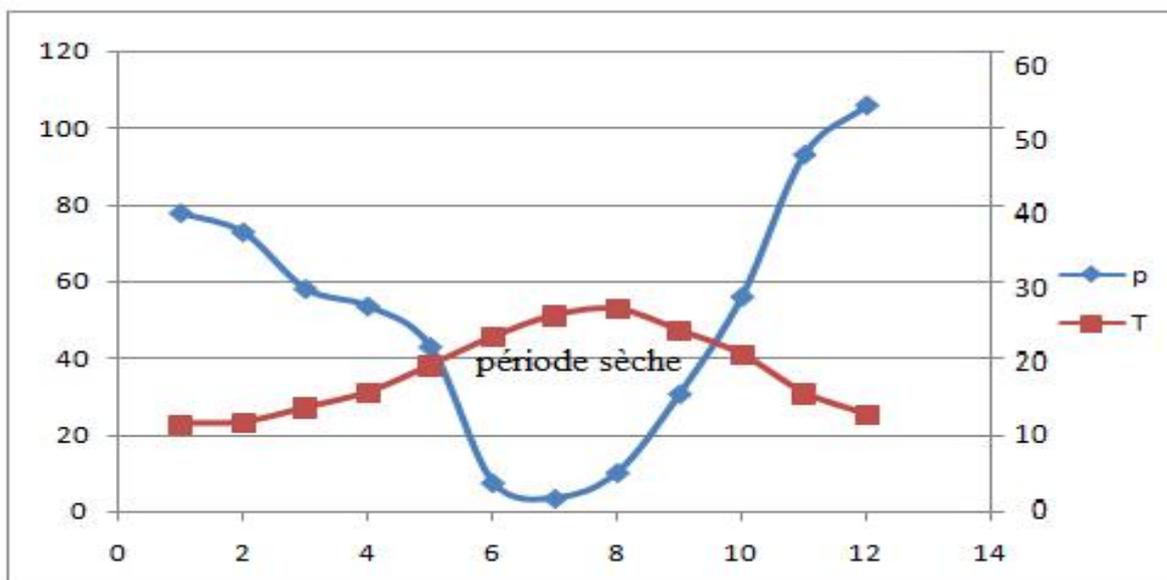


Figure N°I.10 : Diagramme de GAUSSEN

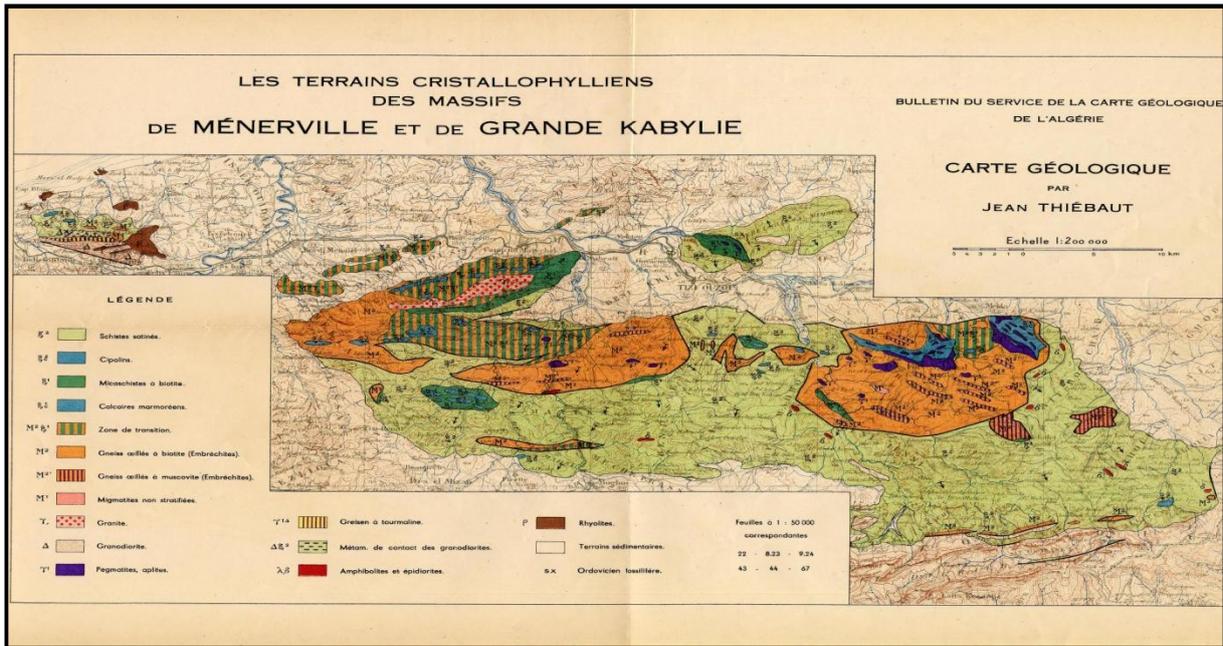
On remarque que la période sèche commence à partir du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre, dans cette période l'irrigation est indispensable

**I.3.Géologie et Hydrogéologique :**

Dans cette analyse géologique et hydrogéologique on s'intéresse à la partie nord de lit d'oued Isser dont les formations géologiques sont comme suit :

- 1-Couche perméable
- 2-Dunes anciennes
- 3-Terrasses marines
- 4-Marnes gréseuses avec passage de grés calcaire et de calcaire
- 5-Marnes bleues
  
- 6-Laves tufs andésites et basaltes avec pilow lava alternant avec des argiles des marnes, grés et poudingue

La carte ci-dessous nous renseigne sur la géologie du site



**Figure I.11** : Carte géologique des terrains cristallophylliens des massifs MENERVILLE et de la grande kabylie **Source** : ANRH Blida

**Interprétation**

On voit qu’il y ait un partage des eaux d’oued Isser et d’oued Ammara puisque les pentes sont formées d’argiles marneuses, gris bleu avec des taches ocres compactes semi-dur et de marnes gris bleu dure

Selon la coupe géologique les eaux souterraines sont situées dans les limons-sableux et les sables

La nappe est libre située dans les versants constituées de roche-mère et dans les anciennes terrasse marines et fluviales à une grande profondeur par conséquent, n’influence pas sur la pédogénèse

L’écoulement des eaux souterraines est dirigé vers le lit de oued Isser, la pente est de 19%

Au point de vue de la géomorphologie le périmètre d’irrigation se trouve sur la formation marnes argileuses à inter lits de gypse ainsi que de marnes gréseuses avec passage de grés calcaires et de calcaire et une apparition de lave tufs andésites et basaltes avec des argiles de marnes grés et pouding

**I.4 Etude pédologique :**

Le périmètre d’irrigation se trouve dans la région méditerranéenne humide, du climat sub humide où les sols se forment dans les conditions de l’hiver doux, humide et de l’été chaud et aride.



## I.4.1-Classification du sol de la région d'étude : (Source : DSA W.BOUMERDES)

L'étude pédologique permet de distinguer 3 classes de sols :

### 1- les sols peu évolués

Ces sols sont des sols d'alluvions ou de colluvions anciennes sont définis par une dégradation chimique et biologique quasi-nulle.

Les classes de ce sol sont comme suit :

1.1- Groupe des sols peu évolués d'origine non climatique :

- Sous-groupe : modal
- Famille : alluvion et colluvion non calcaire
- Série : profond

1.2- Groupe des sols d'apport colluvial

- Sous-groupe : à caractère vertique
- Famille : colluvions non calcaire
- Série : profond

### 2- les sols hydromorphes

Ils se différencient des sols peu évolués modaux par le caractère hydromorphe.

Ils se caractérisent par des textures, généralement, fines à très fines tel que la texture argileuse et limoneuse.

### 3- les vertisol

Cette catégorie de sols couvre une grande superficie dans région de DJINET

. Les traits morphologiques et analytiques de ces sols sont les suivantes :

- Présence d'un horizon compact, structure grossière, horizon d'accumulation des carbonates en profondeur.

- Les vertisols sont souvent calcaires, le plus souvent ce sont des sols à texture fine à très fine avec prédominance d'argile.

Les analyses de sols ont été faites à la direction des études de milieu et de la recherche hydraulique, elles nous renseignent principalement sur les éléments suivants :

- Granulométrie
- Calcaire total et actif
- Matière organique
  
- PH
- Conductivité
- Densité apparente, etc.

**Tableau I.10 :** Les caractéristiques pédologiques du profil N°1

Profondeur (cm)	0-20	20-80	80-100
Argile (%)	27	34	24
Limon fin (%)	36	42	25
Limon grossier (%)	23	19	25
Sable fin (%)	13	5	17
Sable grossier (%)	3	1	1
Ca Co <sub>3</sub>	15	18	23

### Solution du sol

PH	7,8	7,9	8,0
Conductivité (mmho/cm)	0,92	1,04	0,7

### Caractéristiques physiques

Densité apparente	1,8	1,6	1,6
P.F	13	15	9

Source : D.S.A de Boumerdés

**Tableau I.11 :** Les caractéristiques pédologiques du profil N°2

Profondeur (cm)	0-18	18-50	50-170
Argile (%)	29	43	28
Limon fin (%)	17	10	11
Limon grossier (%)	7	4	4
Sable fin (%)	7	5	8
Sable grossier (%)	40	34	43
Ca Co <sub>3</sub>	-	-	14,0

### Solution du sol

PH	7,1	7,4	8,0
----	-----	-----	-----

### Caractéristiques physiques

Densité apparente	1,8	1,7	1,7
P.F	12	17	12

Source : D.S.A de Boumerdés

### Interprétation

- Sols à texture limono-argileuses devant équilibré en profondeur (entre 20 à 120cm), avec le coefficient de filtration de sol  $K=0,24m/j$
- Sols à textures limono-argileuses devenant limoneuse à sableuses (entre 70 à 120 cm)



## I.5.L'aptitude culturelle des sols

La plupart des sols d'apport colluvial ont des textures moyennes à fines. Comme pour les sols alluviaux

Les sols peu évolués d'apport colluvial et/ou vertisols sont généralement profond dans la vallée et se situent sur pente de l'ordre de 1 à 2%

Les caractères vertiques liés à la richesse en éléments fins, apparaissent en moyenne à partir de 60 cm.

Elles sont argilo-limoneuses et argileuses. Ce taux d'argile pour les premiers horizons, varie entre 3 et 4%

Le taux de calcaire est faible dans les horizons supérieurs (1 à 5%). Les sols comportent souvent un niveau plus calcaire en profondeur avec parfois présence de nodules et gravillons calcaires, le taux de calcaire pour les horizons profonds, varie de 1 à 24%

Les sols vertiques sont assez pauvres en matières organiques, elles dépassent rarement 1%

## I.6. La ressource d'eau :

Les caractéristiques du barrage Cap Djinet sont les suivantes :

- ◆ Nom : barrage de Cap Djinet
- ◆ Coordonnée : X : 738.95 / Y : 4222.81
- ◆ Volume : 2,7 Mm<sup>3</sup>
- ◆ Hauteur : 20 m
- ◆ Superficie : 987984 m<sup>2</sup>

Et notre périmètre sera irrigué à partir de ce petit barrage.

## I.7. Composition chimique de l'eau d'irrigation de la zone d'étude

L'analyse chimique des eaux superficielles de la région d'étude au sein des laboratoires de l'DHW de Boumerdés a montré la composition suivante :

**Tableau I.12:** La composition chimique des eaux superficielles

Elément	Ca	Mg	Na	NO3	SO4	CE	Alcalinité	PH
	mg/l	mg/l	mg/l	mgN/l	mg/l	mmhos/cm	Totale mg parCaCO3	
<b>Barrage</b>	70	27	17	0.3	158	0.72	127	7.9



**I.8. Classification des eaux d'irrigation**

**I.8.1. Classification mondiale (F.A.O)**

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

- \*1 g/l                                   bonne à l'irrigation.
- \*1-3 g/l                               faiblement salée.
- \*3-5 g/l                               moyennement salée
- \*5-10 g/l                              fortement salée.
- \*>10g/l                               extrêmement salée.

D'après le tableau précédent, il résulte que l'eau destinée à l'irrigation de notre périmètre n'est pas Salée.

**I.8.2 Classification américaine**

La classification américaine est basée sur deux paramètres (CE à 25°C et S.A.R)

➤ **Pour la conductivité électrique C.E**

- C1 : C.E<0,250                       mmhos/cm           l'eau de faible salinité
- C2 : 0,250<C.E<2,750               mmhos/cm           l'eau de salinité moyenne
- C3 : 2.750<C.E<2,250               mmhos/cm           l'eau à forte salinité
- C4 : C.E>2,250                       mmhos/cm           l'eau à très forte salinité

➤ **Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R**

Le S.A.R est calculé par la formule suivante :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec : Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, et Mg<sup>++</sup> en meq/l.

**Tableau I.13:** Classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S <sub>1</sub>	SAR ≤ 10	Risque faible
S <sub>2</sub>	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S <sub>3</sub>	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
S <sub>4</sub>	SAR > 26	Risque très élevé

On calcule le SAR pour classifier notre eau :

$$- S.A.R = \frac{17}{\sqrt{\frac{70 + 27}{2}}} = 2.44; -CE = 0.72$$

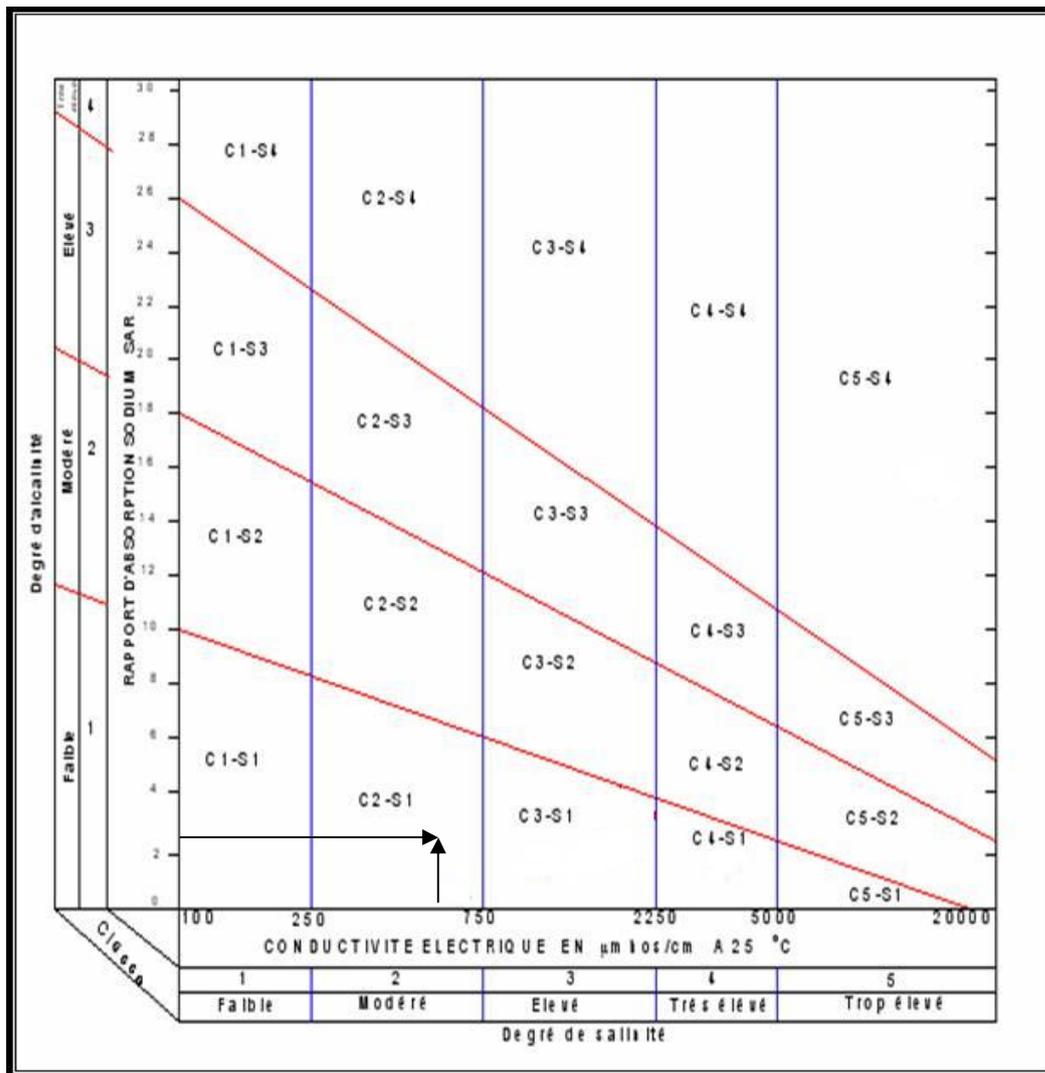


Figure I.12 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

### Interprétation

La conductivité étant de 0,72 mmho/cm compte tenu de ce paramètre, l'eau du barrage servant à l'irrigation du périmètre peut être classée suivant le tableau Riverside, à la limite de la classe C2 S1 en effet cette eau peut être utilisée pour l'irrigation de notre périmètre cette eau a une salinité modéré et une alcalinité faible.

### Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de localiser la parcelle et de donner un aperçu général de la zone d'étude, on a défini le climat régnant sur cette dernière qui est sub humide à hiver tempéré avec une pluviométrie annuelle de 610.64 mm, ainsi que l'eau de barrage de Cap Djinet est de bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre parcelle.



# **Chapitre II :**

# **Techniques d'irrigation**

# **utilisées**



### Introduction

Pour apporter de l'eau aux cultures agricoles, depuis la nuit des temps, l'homme avait imité la nature.

Les systèmes les plus anciens utilisant les eaux des rivières ou des fleuves Ce fût l'irrigation par submersion, puis l'irrigation à la raie et l'irrigation souterraine.

Enfin ce fût l'irrigation et par aspersion. Chaque système a ses inconvénients, tant sur le plan technique que sur les plans économiques et humains. Dernière-née des techniques l'irrigation ponctuelle qui par sa forme la plus fine, est qualifiée de goutte à goutte, est une synthèse des méthodes précédentes en apportant des correctifs aux inconvénients techniques et humains tout en espérant des correctifs économiques.

Ces techniques citées ci-dessus se répartissent en trois types qui sont :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation de sub-surface (souterraine).
- L'irrigation sous pression (par aspersion ou par micro-irrigation).

Dans ce chapitre, nous allons illustrer ces différentes techniques et leur usage à la parcelle ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune d'entre-elles.

### II.1. Les techniques d'irrigation

#### II.1.1. L'irrigation gravitaire ou de surface

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre, par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration et capillarité).

##### II.1.1.1 Irrigation par submersion :

L'eau submerge le terrain et s'y infiltre. Il peut arriver que l'on maintienne une lame d'eau (submersion continue) suivant l'exigence de certaines cultures tel que le riz, ou au contraire que l'on provoque au bout d'un certain temps l'écoulement de l'eau non infiltrée dans les colatures (submersion alternée).

La submersion peut se faire par plusieurs procédés dont les bassins dépendants et indépendants, bassins en terrasse ou a billons, les rais et cuvettes en arboriculture.

##### II.1.1.2. Irrigation par planche :

Consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de 0,2 à 3%.

Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables.

### II.1.1.3. Irrigation à la raie ou par rigole :

L'eau, distribuée par rigoles, ruisselle sur le sol et s'y infiltre verticalement. Il s'agit d'un ruissellement en nappe ou déversement.

Cette méthode est essentiellement appropriée pour les cultures qui ne tolèrent pas la submersion de leurs feuillages ou de leur collet par les eaux pour un temps trop long. Elle ne convient pas pour les terrains en pente, et pour plusieurs types de sol.

### II.1.1.4. Irrigation par bassins :

C'est la plus connue dans (Irrigation gravitaire) ; sa pratique sur un sol nivelé (pente 0,1 à 1%) ainsi que la simplicité de l'opération, qui consiste à remplir le bassin, font que cette technique est fréquemment utilisée.

En résumé les cultures recommandées sont :

- Les cultures en lignes, tels que le maïs, le tournesol, la canne à sucre et le soja.
- Les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux comme la tomate, la pomme de terre et les haricots.
- Les arbres fruitiers tels que les agrumes et la vigne, Cette technique n'est pas à utiliser sur des sols sableux où les pertes par percolation sont importantes.



**Figure. II.1 :** l'irrigation gravitaire



### II.1.1.5. Avantages et inconvénients des techniques d'irrigation gravitaire

#### a. Avantages

- Coût d'investissement relativement faible.
- Besoins en énergie faibles ou nuls.
- Techniques éprouvées.
- Insensibilité au vent.
- Bonne adaptation à l'épandage d'eaux usées.
- Possibilité d'utilisation d'eaux salées (en pratiquant le lessivage du sol).

#### b. Inconvénients

- Besoins importants en main-d'œuvre, efficacité d'arrosage à la parcelle généralement faible.
- Inadaptation aux sols très filtrants.
- Planage nécessaire des parcelles (*NB* : un bouleversement trop important du sol nature, permis par les engins de terrassement, peut faire apparaître en surface des zones stériles).
- Desserte des parcelles en général assurée par des canaux, qui viennent cloisonner et figer le parcellaire (*NB* : Cet inconvénient disparaît dans le cas des dessertes par canalisations enterrées à basse pression).
- Temps d'irrigation important
- Nécessité de nivellement et son entretien
- Pertes importantes d'eau

### II.1.2. Les techniques d'irrigation sub-surface (souterraine)

En irrigation de sub-surface, l'application de l'eau se fait sous la surface du sol elle peut consister en :

- un contrôle de la nappe au moyen d'un réseau d'assainissement qui peut fonctionner à l'envers par l'admission d'eau d'irrigation; ce réseau peut être constitué par des fossés profonds ou des drains enterrés; cette technique, qui intéresse des terrains humides relativement plats.

- la mise en place de dispositifs permettant l'humectation souterraine d'un volume de sol proche des racines des plantes ; le matériel destiné à opérer la diffusion de l'eau est constitué par des diffuseurs, récipients poreux dont une forme traditionnelle est constituée par le « canari » en terre cuite; cette technique est surtout employée en cultures maraichères sur de petites surfaces.

La figure ci-dessous nous donne l'exemple d'un réseau jouant le double rôle d'irrigation en période sèche et drainage en période humide :

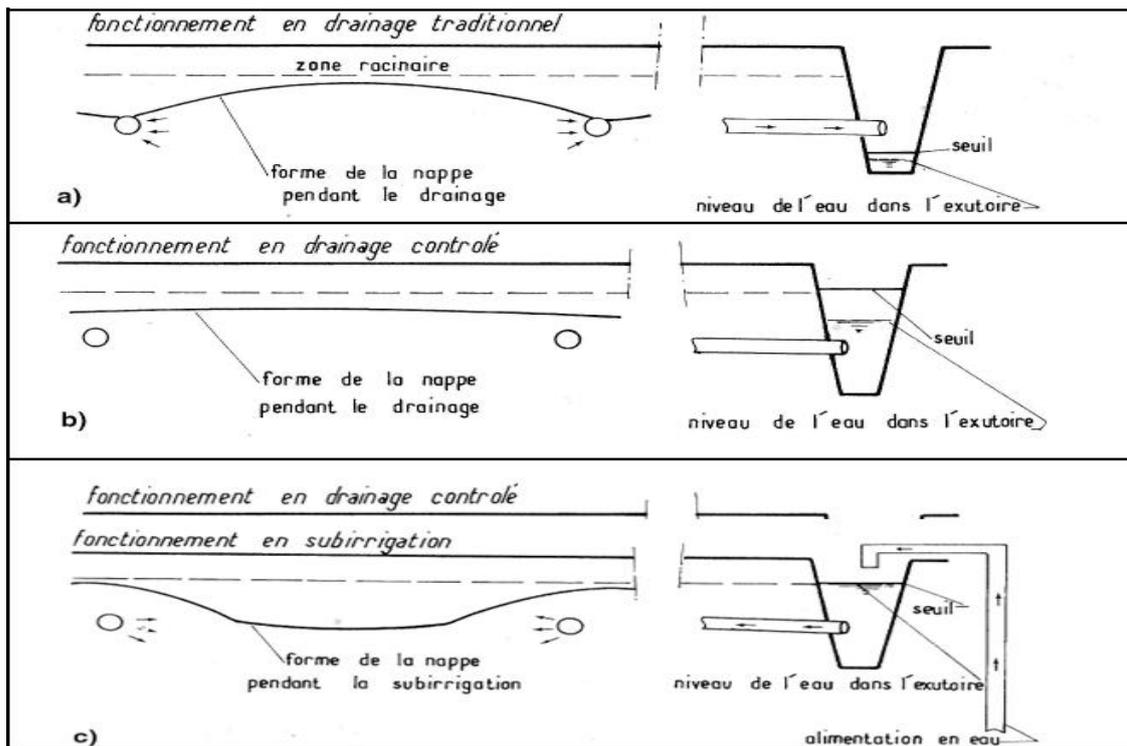


Figure II.2 : Schéma d'un réseau jouant le double rôle de sub-irrigation et drainage

### II.1.2.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation souterraine

#### a. Avantages

- Il vient d'abord d'un niveau d'investissement plus modeste que l'aspersion ou la micro-irrigation, niveau lié à la double fonction de drainage et l'irrigation.
- La portance est conservée pendant les arrosages rendant possible la circulation des engins agricoles, le sol restant sec en surface.
- Il y a un moindre lessivage en profondeur des fertilisants et pesticides.
- Il n'y a pas de perte d'eau par ruissellement et évaporation lors des arrosages.

Enfin, les frais de fonctionnement sont limités du fait de la faible importance des postes de main-d'œuvre de maintenance et d'énergie.

#### b. Inconvénients

- Elles tiennent d'abord aux conditions restrictives de sa mise en œuvre : topographie plane, sols perméables, ressource en eau abondante.
- Il y a des risques de déstabilisation de la structure du sol, au-dessus et autour des drains liés à une saturation prolongée de la tranchée de drainage.
- Il peut aussi y avoir des risques de salinisation secondaire du sol lorsque la nappe rechargée est minéralisée.

### II.1.3. Les techniques d'irrigation sous pression

Un système d'irrigation sous pression est un réseau constitué de conduites, raccords et d'autres accessoires faisant acheminer l'eau sous pression de la source jusqu'à la surface à irriguer. On distingue deux types d'irrigation sous pression :

- L'irrigation par aspersion.
- La micro irrigation ou irrigation localisée (goutte à goutte).

#### II.1.3.1. L'irrigation par aspersion

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.



**Figure. II.3** : L'irrigation par aspersion



### II.1.3.1.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation par asperseur

#### a. Avantages :

- 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.

#### b. Inconvénients :

- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines
- Tassement du sol
- Favorise le développement des mauvaises herbes
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage

### II.1.3.2. La micro irrigation :

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol Ceci permet de Limiter les pertes par évaporation et percolation ; elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes. Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes.

L'eau provient aux cultures au moyen de tuyaux muni de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit .



**Figure. II.4 :** Système d'irrigation en goutte a goutte

#### II.1.3.2.1 Avantages et inconvénients de La micro irrigation

##### a. Avantages :

- Une économie de mains d'œuvre (système fixe).
- La non sensibilité aux vents forts.
- Elle permet un dosage régulier en engrais.
- L'humidité au voisinage des racines reste élevée
- Une économie d'eau très importante : La perte du moyen de transport est minime.
- Les économies d'énergie : Une petite unité de puissance est requise par rapport aux systèmes d'irrigation par aspersion.
- La réduction des mauvaises herbes et les maladies : En raison de la surface mouillée limitée.

##### b. Inconvénients :

- Coût d'investissement élevé :
- Contrôle difficile des goutteurs.
- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Risque de salinisation
- Nécessite une main d'œuvre qualifiée



### II.2. Choix de la technique

Le choix de l'un ou de l'autre de ces procédés ne peut se faire au hasard, mais sur la base d'une analyse bien détaillée de ces différents modes et leur degré de compatibilité avec les contraintes de la région considérée du point de vue agronomique, naturel, technique et socio-économique.

#### II.2.1. Selon les contraintes agronomiques

Ce sont des contraintes liées aux rapports sol / plante et eau / plante et aux risques sanitaires. 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.

En agronomie, on distingue deux grandes catégories de cultures :

- Cultures pérennes : l'arboriculture, luzerne...
- Cultures non pérennes (saisonniers) :
  - ✓ Cultures couvrantes : céréales, fourragères ...
  - ✓ Cultures maraîchères.

#### a) Cultures pérennes

Suivant les contraintes agronomiques citées ci-dessus les procédés d'irrigation qu'on peut adapter sont :

- L'irrigation gravitaire.
- L'aspersion
- L'irrigation localisée.

#### b) Cultures saisonnières

- Cultures couvrantes :

- L'irrigation gravitaire (par planche de ruissellement ou par submersion).
- L'aspersion très adaptée

- Cultures maraîchères :

- L'irrigation gravitaire.
- L'aspersion
- L'irrigation localisée.



### II.2.2. Selon les contraintes naturelles

#### a) Climat

Le climat est un des facteurs les plus importants et qui nécessite une analyse bien détaillée, dans notre analyse nous retiendrons l'évaporation et le vent

- **L'évaporation**

L'évaporation représente une contrainte très importante par le fait qu'elle entraîne des pertes d'eau important 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.

- **Le vent**

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

#### b) Sol

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

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

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

#### c) Topographie

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

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

Donc il n'est pas nécessaire d'envisager l'irrigation de surface. Si la pente est très forte un problème d'érosion peut se poser, d'après la carte topographique de la région de Djinet les trois cas sont possibles mais l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte sont les plus adaptées.



### d) Transport solide des eaux

#### • Eau chargée

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

#### • Eau non chargée

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

### II.2.3. Selon les contraintes techniques et socio-économiques

#### a) Contraintes techniques il s'agit :

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

#### b) Contrainte socio-économique

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

### Conclusion

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude et de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible, on peut choisir la technique d'irrigation par le goutte à goutte, cette technique présente beaucoup d'avantage par rapport à d'autres techniques d'irrigations, et répond conformément aux besoins de notre étude.



# **Chapitre III :**

## **Calcul des besoins en eau des cultures**



**Introduction**

Avec l'irrigation, l'agriculteur dispose d'un puissant levier pour accroître et régulariser la production de ses cultures, à condition de pouvoir maîtriser son irrigation, afin d'en avoir des résultats souhaités, il faut qu'il établisse un bilan hydrique pour déterminer le déficit hydrique des cultures et d'en identifier les besoins nets et brutes qui sont utiles au calcul de diamètres de différents tronçons du réseau.

Les besoins en eau des cultures dépendent de nombreux facteurs agro-pédo-climatiques et sont les mêmes quelle que soit la technique d'irrigation utilisée. Néanmoins, les quantités d'eau à apporter pour satisfaire ces besoins varient avec le système d'irrigation envisagé.

**III.1. Présentation de la station pluviométrique :**

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de cette station pluviométrique prise en considération dans l'étude.

Les données pluviométriques recueillies au niveau de l'A.N.RH de Blida se présentent sous forme de totaux mensuels et annuels pour la période (1985–2012).

**Tableau III.1:** Coordonnées de la station pluviométrique Boumerdés

Nom de la Station	Code de la station	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Années D'observations	N
		X (km)	Y (km)			
BOUMERDES	020647	569.15	384.4	50	1985-2012	28ans

Source (A.N.R.H de Blida)

**III.2. Etude hydrologique :**

**III.2.1.Homogénéisation :**

Toute étude hydrologique nécessite la vérification des données utilisées. L'information de base quand à sa qualité revêt une très grande importance. On ne peut espérer à des résultats concluants si la donnée de base n'est pas fiable. De ce fait, l'analyse hydrologique se base sur l'exploitation de données, présentées souvent sous forme de séries statistiques et sujettes la plupart du temps à des erreurs qu'on appelle erreurs systématiques, qu'il convient de détecter et de corriger.

La détection des anomalies et leur correction si elles en existent, passe obligatoirement par un test d'homogénéisation. Plusieurs types de tests existent et dans notre cas on utilisera le test des rangs ou test de Wilcoxon. C'est le plus puissant des tests non paramétriques qui se base sur le principe suivant :

Si l'échantillon X est issu d'une même population Y, l'échantillon XUY (union de X et de Y) en est également issu. On procède ainsi:



Soit une série d'observations de longueur N à partir de laquelle on tire deux échantillons X et Y: n et m sont respectivement les tailles de ces échantillons, avec N= n + m et n < m.

On classe ensuite les valeurs de notre série par ordre croissant. Par la suite, nous ne nous intéresserons qu'au rang de chacun des éléments des deux échantillons dans cette série. Si une valeur se répète plusieurs fois, on lui associe le rang moyen correspondant

La condition pour que la série soit homogène est :

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

W<sub>x</sub> : représente la somme des rangs des X<sub>i</sub>

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

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

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 dans le tableau suivant :



Tableau III.2 :Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Boumerdés

X	Y	XUY par ordre Croissant	Série d'origine	rang	XUY par ordre croissant	Série d'origine	Rang
565,6	644,8	217	Y	1	631,4	X	16
687,5	692,9	337,2	X	2	644,8	Y	17
479,5	430,2	362,2	Y	3	656,6	X	18
518,9	362,2	430,2	Y	4	664,6	Y	19
337,2	788,9	434,4	X	5	669,8	Y	20
474,4	669,8	458,9	X	6	680,4	X	21
631,4	557,5	474,4	X	7	687,5	X	22
620,4	588,1	479,5	X	8	690,2	Y	23
458,9	598	518,9	X	9	691,9	X	24
680,4	664,6	557,5	Y	10	692,9	Y	25
691,9	690,2	565,6	X	11	768,7	Y	26
434,4	614,5	588,1	Y	12	788,9	Y	27
656,6	768,7	598	Y	13	885	Y	28
	885	614,5	Y	14			
	217	620,4	X	15			

- ✓  $n = 13$
- ✓  $m = 15$
- ✓  $W_x = 164$
- ✓  $W_{min} = 145,96$
- ✓  $W_{max} = 230,95$

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



III.2.2. Etude fréquentielle des pluies annuelles :

III.2.2.1. Ajustement à la loi de Gauss :

La méthode de Gauss consiste à :

- ✓ Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.
- ✓ Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N} \dots \dots \dots (III.3)$$

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

On doit calculer :

La moyenne arithmétique :  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n} \dots \dots \dots (III.4)$

L'écart type :  $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$  Pour  $n \geq 30 \dots \dots \dots (III.5)$

La variable réduite de Gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \dots \dots \dots (III.6)$

Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} \dots \dots \dots (III.7)$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYDROLAB

Voire le tableau n°(III.3), et la figure n° (III.4)



Tableau III.3 : Les résultats de calcul sont :

Ajustement  
à une loi de  
Gauss

Taille n= 28 Moyenne= 585.571429  
Ecart-type= 146.925133 I.C. à (en%)= 80 U Gauss= 1.2817

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
565	217	1	0.0179	-2.101	217	276.939384	201.960116	333.263172
687	337	2	0.0536	-1.612	337	348.79941	286.057451	397.229518
479	362	3	0.0893	-1.345	362	387.90082	331.321461	432.531842
518	430	4	0.1250	-1.150	430	416.543521	364.171354	458.698678
337	434	5	0.1607	-0.991	434	439.896923	390.716756	480.271693
474	458	6	0.1964	-0.854	458	460.054207	413.425971	499.095467
631	474	7	0.2321	-0.732	474	478.087999	433.560196	516.118892
620	479	8	0.2679	-0.619	479	494.629754	451.858919	531.903557
458	518	9	0.3036	-0.514	518	510.088306	468.798246	546.815736
680	557	10	0.3393	-0.414	557	524.748228	484.70704	561.112915
691	565	11	0.3750	-0.318	565	538.819871	499.825903	574.987909
434	588	12	0.4107	-0.225	588	552.467323	514.34003	588.593614
656	598	13	0.4464	-0.134	598	565.825331	528.398977	602.058119
644	614	14	0.4821	-0.045	614	579.010384	542.129434	615.494748
692	620	15	0.5179	0.045	620	592.132473	555.64811	629.013424
430	631	16	0.5536	0.134	631	605.317526	569.084739	642.74388
362	644	17	0.5893	0.225	644	618.675535	582.549243	656.802827
788	656	18	0.6250	0.318	656	632.322986	596.154948	671.316954
669	664	19	0.6607	0.414	664	646.394629	610.029942	686.435817
557	669	20	0.6964	0.514	669	661.054551	624.327122	702.344611
588	680	21	0.7321	0.619	680	676.513103	639.2393	719.283939
598	687	22	0.7679	0.732	687	693.054858	655.023965	737.582661
664	690	23	0.8036	0.854	690	711.08865	672.04739	757.716886
690	691	24	0.8393	0.991	691	731.245934	690.871164	780.426101
614	692	25	0.8750	1.150	692	754.599336	712.444179	806.971503
768	768	26	0.9107	1.345	768	783.242037	738.611015	839.821397
885	788	27	0.9464	1.612	788	822.343447	773.913339	885.085406
217	885	28	0.9821	2.101	885	894.203474	837.879685	969.182741

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	461.940288	415.540186	500.867421	461.94	0,000	0,1
0.5	0,000	585.571443	548.907061	622.235827	585.57	0,000	0,2
0.8	0,001	709.202569	670.275437	755.602672	709.2	0,001	0,5



# Chapitre III

# Calcul des besoins en eau des cultures

## III.2.2.2. Ajustement à une loi Log-normale :

Tableau III.4: les résultats de calcul sont :

Ajustement  
à une loi de  
Gauss

Taille n= 28 Moyenne= 585.571429  
Ecart-  
type= 146.925133 I.C. à (en%)= 80 U Gauss= 1.2817

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
565	217	1	0.0179	-2.101	217	276.939384	201.960116	333.263172
687	337	2	0.0536	-1.612	337	348.79941	286.057451	397.229518
479	362	3	0.0893	-1.345	362	387.90082	331.321461	432.531842
518	430	4	0.1250	-1.150	430	416.543521	364.171354	458.698678
337	434	5	0.1607	-0.991	434	439.896923	390.716756	480.271693
474	458	6	0.1964	-0.854	458	460.054207	413.425971	499.095467
631	474	7	0.2321	-0.732	474	478.087999	433.560196	516.118892
620	479	8	0.2679	-0.619	479	494.629754	451.858919	531.903557
458	518	9	0.3036	-0.514	518	510.088306	468.798246	546.815736
680	557	10	0.3393	-0.414	557	524.748228	484.70704	561.112915
691	565	11	0.3750	-0.318	565	538.819871	499.825903	574.987909
434	588	12	0.4107	-0.225	588	552.467323	514.34003	588.593614
656	598	13	0.4464	-0.134	598	565.825331	528.398977	602.058119
644	614	14	0.4821	-0.045	614	579.010384	542.129434	615.494748
692	620	15	0.5179	0.045	620	592.132473	555.64811	629.013424
430	631	16	0.5536	0.134	631	605.317526	569.084739	642.74388
362	644	17	0.5893	0.225	644	618.675535	582.549243	656.802827
788	656	18	0.6250	0.318	656	632.322986	596.154948	671.316954
669	664	19	0.6607	0.414	664	646.394629	610.029942	686.435817
557	669	20	0.6964	0.514	669	661.054551	624.327122	702.344611
588	680	21	0.7321	0.619	680	676.513103	639.2393	719.283939
598	687	22	0.7679	0.732	687	693.054858	655.023965	737.582661
664	690	23	0.8036	0.854	690	711.08865	672.04739	757.716886
690	691	24	0.8393	0.991	691	731.245934	690.871164	780.426101
614	692	25	0.8750	1.150	692	754.599336	712.444179	806.971503
768	768	26	0.9107	1.345	768	783.242037	738.611015	839.821397
885	788	27	0.9464	1.612	788	822.343447	773.913339	885.085406
217	885	28	0.9821	2.101	885	894.203474	837.879685	969.182741

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	461.940288	415.540186	500.867421	461.94	0,000	0,1
0.5	0,000	585.571443	548.907061	622.235827	585.57	0,000	0,2
0.8	0,001	709.202569	670.275437	755.602672	709.2	0,001	0,5

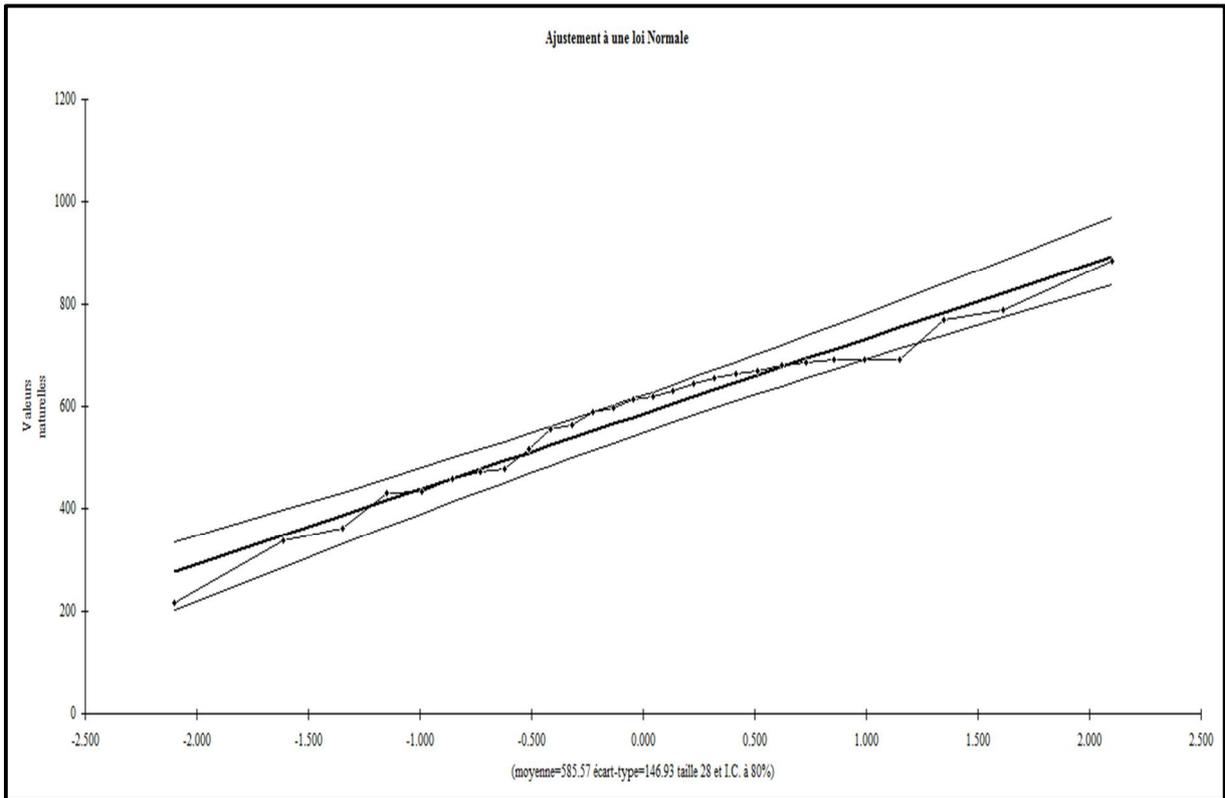


Figure III.1: Ajustement à la loi de Gauss

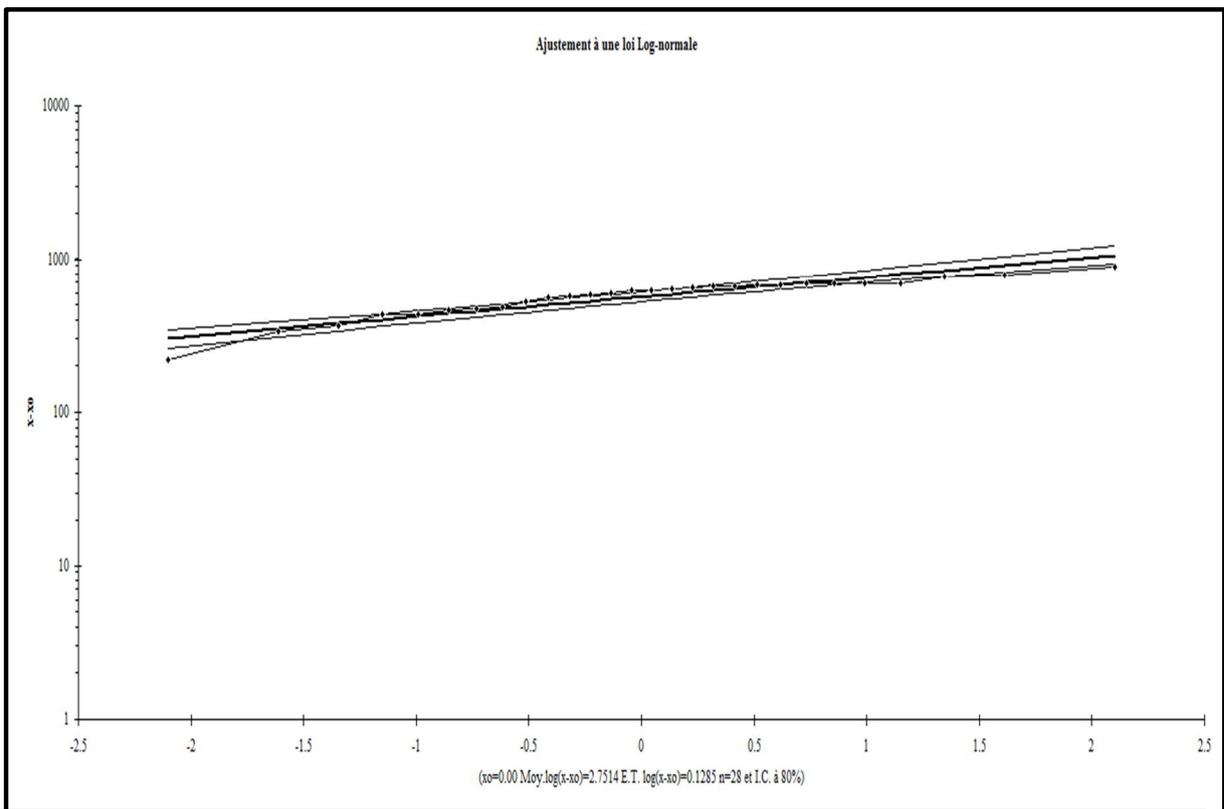


Figure III.2 : Ajustement à une loi Log-normale



**III.3. Détermination de l'année de calcul :**

D'après les figures (III.1 et III.2) on remarque que la loi de Galton est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région. la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

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

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

$$P_{i,80\%} = P_{i,moy} \times \frac{P_{80\%} (annuel)}{P_{50\%} (annuel)} \dots\dots\dots(III.8)$$

D'après le tableau de l'Ajustement à la loi log normale on trouve :

$$P_{80\%} = 461.94\text{mm} \quad \text{et} \quad P_{50\%} = 585.57\text{mm}$$

$$\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 0.78 < 1 \quad \text{donc l'année de calcul sera obtenue par la loi (III.8)}$$

D'où l'année de précipitations de probabilité 80% sera comme suit

**Tableau III.5 :** Reconstitution de l'année de probabilité 80%

mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	Jui	aout	sep	oct	nov	dec	p.a
p (mm)	60.61	56.71	45.19	41.68	33.42	5.78	2.60	7.85	23.84	43.62	72.49	82.51	476.30

**Interprétation sur l'étude hydrologique :**

Au terme de cette étude on a reconstitué l'année hydraulique de probabilité 80%, qui nous sera utile pour le calcul de l'évapotranspiration et des besoins en eaux des cultures.

La reconstitution s'est faite suivant les étapes ci-dessous :

- Primo : l'homogénéité de la série pluviométrique.
- Secundo : l'ajustement de la série aux lois; normale (Gauss), puis log-normale (Galton).
- Tertio : la détermination de l'année de calcul et ainsi on déduit que la précipitation moyenne annuelle égale à 476.30 mm .

**III.4. Calcul des Besoins en eau :**

Toute plante a des exigences vis-à-vis du climat au sein duquel elle pousse. Celles-ci se traduisent par un certain nombre de besoins climatiques : besoins en rayonnement solaire intercepté par le feuillage, besoins thermiques pour l'accomplissement de son développement, besoins en eau pour sa croissance.

Ce dernier est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions



optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

### III.4.1 L'évapotranspiration :

On appelle évapotranspiration d'une culture la combinaison du phénomène physiologique de la transpiration et de celui, purement physique, de l'évaporation d'eau à la surface d'une feuille, et à la surface du sol sur lequel la culture est implantée. Comme pour la pluie, l'évapotranspiration d'une culture s'exprime en millimètres d'eau, c'est-à-dire en litres d'eau par mètre carré de surface du sol.

On distingue trois types d'évapotranspiration :

#### a. L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou $ET_0$ )

C'est l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras couvrant totalement le sol (tondu à 10 cm), bien alimenté en eau en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment.

#### b. L'évapotranspiration réelle (ETR)

Elle correspond à l'évapotranspiration qui se produit dans les conditions réelles de teneur en eau du sol.

#### c. L'évapotranspiration maximale (ETM)

Elle représente la quantité d'eau maximale susceptible d'être perdu lorsque la plante est mise en bonnes conditions d'alimentation hydrique et pour un sol proche de la capacité au champ.

### III.4.1.1 Eléments climatiques intervenants dans le processus d'évapotranspiration :

Il s'agit des données météorologiques de base qui doivent être disponibles, moyennées ou cumulées, à différentes échelles de temps (l'heure, le jour, la décade, le mois, la saison ou l'année).

Cinq variables météorologiques sont principalement utilisées:

- Il s'agit de la température de l'air (mesurée sous abri à 2 mètres au-dessus du sol).
- La pression partielle de vapeur d'eau dans l'air (mesurée sous abri à la même hauteur).
- De la vitesse du vent (mesurée à 10 mètres au-dessus du sol).
- Du rayonnement solaire global (ou de la durée d'insolation journalière)
- De la pluviométrie.

### III.4.1.2 Méthodes de détermination de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration peut être estimée expérimentalement ou de manière empirique.



**a. Méthodes expérimentales**

- Les bacs d'évaporation.
- Les lysimètres.
- Les stations expérimentales

**b. Méthodes empiriques**

Elles se basent sur des formules utilisant de différentes données climatiques, certaines permettent de calculer directement l'ETR et d'autres calculent d'abord l'ETP.

Et voici quelques exemples de ces formules :

• **Formule de Blaney 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 : Coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

• **Formule de Penman**

La formule donne les meilleures estimations de l'ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule est la suivante :

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

Dans laquelle :

Rn : Rayonnement net « climatique ».

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

L : Chaleur latente de vaporisation (2.5.10<sup>6</sup> J/kg)

σ : Constante psychrométrique (0,65 h la/°C)

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

• **Formule de Turc**



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

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I<sub>g</sub> : Radiation globale mensuelle (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

$$ETP = 0,40(I_g + 50) \cdot \left(\frac{T}{T + 15}\right) \cdot \left(1 + \frac{50 - Hr}{70}\right) \text{ si } Hr < 50\%$$

Dans laquelle :

Hr : L ;'humidité de l'air en %.

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

Avec :

I<sub>ga</sub> : 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.

**III.4.1.3 Calcul de l'évapotranspiration potentielle :**

Pour ce faire on introduit dans le Cropwat les données climatologiques nécessaires, qui sont la température, l'humidité relative, la vitesse du vent et l'insolation, tout en faisant attention aux unités de mesures.

Les résultats

de l'évapotranspiration de référence E<sub>To</sub> sont représenté dans le tableau III.6



Tableau III.6 : Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode De Penmann- Montheih, exprimée en mm/jour.

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country: ALGERIE Station: BOUMERDES

Altitude: 50 m. Latitude: 38.44 °N Longitude: 3.80 °E

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m²/day	ETo mm/day
January	5.7	17.1	66	0.8	5.5	8.7	1.08
February	5.5	17.6	68	0.9	6.6	11.9	1.54
March	7.1	19.8	62	1.0	7.6	16.1	2.43
April	9.1	21.9	60	1.0	7.9	19.4	3.22
May	12.8	25.1	65	2.5	8.6	22.1	4.49
June	16.3	29.1	65	3.8	10.4	25.2	5.91
July	19.2	31.8	56	4.6	10.7	25.3	7.30
August	20.1	32.5	62	5.0	9.8	22.5	6.80
September	17.6	29.5	68	3.4	8.3	17.9	4.66
October	14.2	26.5	67	0.9	7.3	13.5	2.49
November	9.9	21.0	66	1.1	5.9	9.5	1.61
December	7.1	18.0	63	0.5	5.1	7.7	0.87
Average	12.1	24.2	64	2.1	7.8	16.6	3.53

III.4.2 Calcul des besoins net des cultures :

Pour obtenir les valeurs de l'ETR, et les besoins nets d'irrigation il est obligatoire d'introduire les valeurs de la pluie, choisir les cultures à irriguer et indiquer la qualité du sol.

III.4.2.1 Les pluies efficaces :

La pluie efficace est définie comme étant la quantité de pluie ayant véritablement servi à la satisfaction des besoins de la culture en eau, pour la déterminer il faut juste estimer la fraction perdu par ruissellement, évaporation ou par percolation et la soustraire de la quantité de pluie de probabilité désignée dans notre cas on prend :

P\_eff = 0.8 x P\_80% .....(III.9)



Tableau. III.7 : Précipitation efficace dans la zone d'étude

Monthly rain - untitled		
Station	BOUMERDES	
Eff. rain method	Fixed percentage	
	Rain	Eff. rain
	mm	mm
January	77.7	62.2
February	72.7	58.2
March	57.9	46.3
April	53.4	42.7
May	42.8	34.2
June	7.4	5.9
July	3.3	2.6
August	10.1	8.1
September	30.6	24.5
October	55.9	44.7
November	92.9	74.3
December	106.0	84.8
<b>Total</b>	<b>610.7</b>	<b>488.6</b>

III.4.3 Choix des cultures :

Les terres à irriguer sont utilisés pour la production des cultures arboricultures et maraichères

L'utilisation des terres à irriguer pour ces cultures est déterminée :

- Par l'insuffisance de la production maraîchère dans la région
- Par la possibilité de cultiver ces plantes avec l'irrigation en fonction des conditions pédologiques et climatiques.

III.4.3.1 Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures :

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$B = ETR - (Peff + RFU)$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

RFU : réserve facilement utilisable

$RFU = Y (Hcc - Hpf).Da.Z$

Y : degré de tarissement    Da : densité apparente    Z : profondeur d'enracinement

Hcc : humidité à la capacité au champ    Hpf : humidité au point de flétrissement

Peff : pluie efficace

L'irrigation est faite lorsque  $B > 0$  (bilan hydrique)



A partir de l'abaque de caractéristiques hydriques du sol on tire la réserve utile et l'humidités pondérales (à la rétention  $H_{cc}$ , du flétrissement  $H_{pf}$ ) selon la texture de sol.

Pour les sols limono-argileux  $RU=190$  mm/m, on prend la profondeur d'enracinement de l'arboriculture 1,20m on trouve  $RFU=152$ mm.

**Tableau III.8** : Calcul du bilan hydrique pour l'agrume

Mois	$K_C$	$ET_0$ (mm/mois)	$ET_0$ (mm/mois)	$ETM$ (mm/mois)	$P_{eff}$ (mm/mois)	$RFU$ (mm/mois)	$B_{net}$ (mm/mois)	$B_{net}$ (mm/mois)
J	0,68	1,08	33,48	22,77	62,2	132,00	-171,43	0
F	0,7	1,54	43,12	30,18	58,2	152,00	-180,02	0
M	0,7	2,43	75,33	52,73	46,3	152,00	-145,57	0
A	0,7	3,22	96,6	67,62	42,7	130,68	-105,76	0
M	0,7	4,49	139,19	97,43	34,2	0,00	63,23	63,23
J	0,7	5,91	177,3	124,11	5,9	0	118,21	118,21
J	0,7	7,3	226,3	158,41	2,6	0	155,81	155,81
A	0,69	6,8	210,8	145,45	8,1	0	137,35	137,35
S	0,68	4,66	139,8	95,06	24,5	0	70,56	70,56
O	0,66	2,49	77,19	50,95	44,7	0	6,25	6,25
N	0,65	1,61	48,3	31,40	74,3	13,30	-56,21	0
D	0,65	0,87	26,97	17,53	84,8	70,070	-137,34	0



Tableau III.9 : Calcul du bilan hydrique pour la vigne

Mois	K <sub>c</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)
J	0,2	1,08	33,48	6,70	62,2	152,00	-207,50	0
F	0,25	1,54	43,12	10,78	58,2	152,00	-199,42	0
M	0,25	2,43	75,33	18,83	46,3	152,00	-179,47	0
A	0,3	3,22	96,6	28,98	42,7	152,00	-165,72	0
M	0,5	4,49	139,19	69,60	34,2	0,00	35,40	35,4
J	0,7	5,91	177,3	124,11	5,9	0	118,21	118,21
J	0,8	7,3	226,3	181,04	2,6	0	178,44	178,44
A	0,8	6,8	210,8	168,64	8,1	0	160,54	160,54
S	0,65	4,66	139,8	90,87	24,5	0	66,37	66,37
O	0,5	2,49	77,19	38,60	44,7	0	-6,11	0
N	0,35	1,61	48,3	16,91	74,3	27,79	-85,19	0
D	0,2	0,87	26,97	5,39	84,8	96,70	-176,10	0



Tableau III.10 : Calcul du bilan hydrique pour la tomate

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)
J	0	1,08	33,48	0	62,2	152,00	-214,20	0
F	0	1,54	43,12	0	58,2	152,00	-210,20	0
M	0,6	2,43	75,33	45,20	46,3	152,00	-153,10	0
A	0,7	3,22	96,6	67,62	42,7	130,68	-105,76	0
M	1,1	4,49	139,19	153,11	34,2	0	118,91	118,91
J	1,2	5,91	177,3	212,76	5,9	0	206,86	206,86
J	1,07	7,3	226,3	242,14	2,6	0	239,54	239,54
A	0	6,8	210,8	0	8,1	0	-8,18	0
S	0	4,66	139,8	0	24,5	8,1	-32,60	0
O	0	2,49	77,19	0	44,7	32,60	-77,30	0
N	0	1,61	48,3	0	74,3	77,30	-151,60	0
D	0	0,87	26,97	0	84,8	151,60	-236,40	0

Pour les sols limono-argileux RU=190 mm/m, on prend la profondeur d'enracinement du culture maraichères 0,5m on trouve RFU= 63mm.



Tableau III.11 : Calcul du bilan hydrique pour la pomme de terre

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)
J	0	1,08	33,48	0	62,2	63,00	-125,20	0
F	0,5	1,54	43,12	22	58,2	63,00	-99,64	0
M	0,75	2,43	75,33	56	46,3	63,00	-52,80	0
A	1,15	3,22	96,6	111	42,7	0,00	68,39	68,39
M	1,15	4,49	139,19	160	34,2	0,00	125,87	125,85
J	0,9	5,91	177,3	160	5,9	0,00	153,67	154
J	0	7,3	226,3	0	2,6	5,90	-8,50	0
A	0	6,8	210,8	0,00	8,1	8,50	-16,60	0
S	0	4,66	139,8	0,00	24,5	16,60	-41,10	0
O	0	2,49	77,19	0,00	44,7	41,10	-85,80	0
N	0	1,61	48,3	0,00	74,3	63,00	-137,30	0
D	0	0,87	26,97	0,00	84,8	63,00	-147,80	0



III.4.3.2 Les Besoins nets mensuels totaux en eau des cultures

Tableau III.12 : Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures

cultures	Vigne (mm/moins)	Pomme de terre (mm /moins)	Agrume mm/moins)	Tomate (mm/moins)	Besoin total
J	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-
A	-	68,39	-	-	68,39
M	35,4	125,85	63,23	118,91	343,39
J	118,21	154	118,21	206,86	597,28
J	178,44	-	155,81	239,54	573,79
A	160,54		137,35	-	297,89
S	66,37		70,56	-	136,93
O	-		6,25	-	6,25
N		-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
Annuelle					2023.92

Donc les besoins total des cultures sont 2023,92m<sup>3</sup> /ha pour toute l'année.

Et les besoins de mois de pointe (Juin) sont 597.28 m<sup>3</sup> /ha.



III.4.3.3 Occupation de chaque culture dans le périmètre déficit hydrique

Tableau III.13 Les besoins totaux en m<sup>3</sup>

Les cultures	Besoins annuels (mm)	Superficies occupées (ha)
Vigne	551.41	37.27
L'agrumes	558.96	34.07
Tomates	565.31	24.83
Pomme de terre	348.24	35.8

III.5. Calcul des débits à transiter par le réseau.

Le débit maximum journalier c'est le débit caractéristique, il est calculé par la formule suivante :  $Q_{car} = q_s \cdot S$

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

$S$  : la superficie totale à irriguer est égale à 132 ha

$B_{nette} = 239,54$ (mm/mois)

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

$$q_{spécifique} = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_h \cdot n_j \cdot 3600 \cdot E_i} \quad (\text{Exprimé en l/s/h})$$

Le débit spécifique :  $q_s = 1.19$  l/s/h donc : la condition de calcul le débit spécifique

vérifié :  $0,6 < q_{spécifique} < 1,5$

$B_{net}$  : besoin net du mois de pointe en mm/mois

$N_h$  : nombre des heures d'irrigation=24h

$n_j$ : nombre de jours du mois de pointe = 31jours

$E_i$ : Efficience d'irrigation  $\approx 75\%$ .

$Q_{Car} = q_s \cdot S = 1,19 \cdot 132 = 157.08$  l/s

$Q_{Car} = 157.08$  l/s



### Conclusion

Ce chapitre nous a abouti à la détermination de l'année de calcul après l'étude hydrologique ; la connaissance des apports, des pertes d'eau et les besoins en eau des plantes, nous ont permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour notre cultures. Pour le dimensionnement du réseau collectif on retiendra débit spécifique la valeur de 1.19 L/s/ha



# **Chapitre IV :**

## **Dimensionnement de réseau d'irrigation**



## Introduction

Ce chapitre consiste d'abord d'élaborer un plan de gestion de l'irrigation, cela en déterminant les durées et les fréquences d'arrosages.

Projeter un réseau capable d'alimenter toute la parcelle, et calculer les diamètres des différentes rampes et conduites.

Calcul des pressions et des vitesses dans les différentes bornes de distribution ;

Choisir l'emplacement avantageux du réservoir et déterminer son volume ;

Choisir les pompes les plus adéquates pour l'adduction, et dimensionnement de la conduite de refoulement et autres ouvrages.

### IV.1. Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée de la parcelle (S07) appartenant nécessite des données de base comme la surface de la parcelle, le besoin journalier et le temps maximum journaliers de travail...etc.

**Culture** : agrume

- Espacement entre arbres : 4m
- Espacement entre arbres rangs : 4m

### Caractéristique de goutteur

- Débit nominale : 4l/h
- Pression nominale : 10mce
- Espacement des goutteurs 1m
- Le nombre de goutteurs par arbre 2

Besoin en eau journaliers de la culture à irriguer =5,02 mm/j

Temps maximum journalier de fonctionnement de l'installation est de 20h

Surface de la parcelle =8,32 ha.

### IV.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

#### IV.2.1 .Calcul des besoins journaliers réduits

Les besoins en eaux calculés antérieurement ont été estimés en considérant que la totalité de la surface du sol est humidifié, alors que surtout dans le cas d'irrigation localisée, seulement une partie de ce sol est rechargée, et l'autre est laissée sèche. On peut dire que ces besoins ont été surestimés, d'où il est préférable d'appliquer un coefficient réducteur, dans le but d'avoir des résultats plus proches du réel. Ce coefficient appelé coefficient de réduction ( $K_r$ ), est aussi estimé en s'appuyant sur un autre coefficient qui est le taux de couverture



du sol (Cs). Celui-ci représente la fraction de surface du sol couverte par le feuillage des plantes, il dépend particulièrement du type de culture et de son stade de développement.

Cs est déterminé expérimentalement, alors que (Kr) est calculé par plusieurs formules dont :

La formule de Keller et Karmeli :

$$K_r = \frac{C}{0,85}$$

La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s)$$

La formule de Decroix :

$$K_r = 0,1 + C_s$$

Le taux de couverture pour les arbres adultes est Cs=0.60 donc on prend cette valeur pour les agrumes, d'où :

$$K_r=0.71 \text{ (Keller et Karmelli)} \quad K_r=0.80 \text{ (Freeman et Garzoli)} \quad K_r=0.70 \text{ (Decroix)}$$

L'évapotranspiration maximal journalière est de ETM=5,02mm/j.

Les besoins nets en irrigation localisé seront réduits à

$$B_j = ETM \times K$$

On prend Kr=0.8 donc

$$B_j = 4.01 \text{ mm/j}$$

#### IV.2.2. Calcul de la dose nette pratique d'irrigation

La dose nette est la quantité d'eau en millimètres susceptible d'assurer un niveau d'humidité acceptable dans le sol et permettant une exploitation optimale pour la plante, sans tenir compte des pertes dues à l'efficacité du système d'irrigation.

La dose nette pratique (maximale) est donnée par la formule suivante :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\%$$

Tel que : notre sol est de texture argilo limoneux sableuse

Hcc : humidité à la capacité au champ

Hpf : humidité au point de flétrissement

Y : degré d'extraction de l'eau du sol ; Y = 0,66

Z : profondeur d'enracinement ; (mm)

P : volume de sol humidifié.

Il est en fonction de :

\*S<sub>1</sub>: écartement entre les rampes (m)

\*Le débit d'un gouteur 4l/h

\*Ecartement des distributeurs sur la rampe et de la texture du sol.

Dans notre cas le sol est de texture argilo-limoneuse (Hcc=27% et Hpf=13)

La profondeur racinaire dans le cas d'agrumes est Z= 1200mm



L'écartement entre les rampes est de  $S_r=4m$  et le sol est de texture moyenne d'où  $P=30\%$

D'où  $D_p = RFU \times P\% = 152 \times 0,3$

$D_p = 45,6 \text{ mm}$

**IV.2.3. Calcul de la dose nette réelle d'irrigation**

Elle est estimée à:  $D_r = 0,9 \times D_p$

$D_r = 41.04 \text{ mm}$

**IV.2.4. Calcul de la dose brute**

C'est la quantité d'eau à assurer tout en tenant compte des pertes dues à l'efficience du système d'irrigation ainsi qu'à l'uniformité de l'irrigation.

$D_{brut} = D_r / R_p$  si  $R_p \leq 1$

$D_{brut} = D_r \times R_p$  si  $R_p > 1$

$R_p = E \times C_u$

E: Efficience de l'irrigation ( $E=0.9$  pour l'irrigation localisée)

$C_u$  : Coefficient d'uniformité du système de l'irrigation (en irrigation localisée  $C_u$  est inférieur a 1 on le prend 0.9) .

$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \times eff} = \frac{41.04}{0,9 \times 0,9} = 50.66 \text{ mm}$

$D_{brute} = 50.66 \text{ mm}$

**IV.2.5. Calcul de la fréquence minimale d'arrosage**

C'est le nombre minimal d'irrigations à appliquer par mois, elle est donnée par la formule :

$$F_{min} = \frac{D_r}{B_j}$$

$D_r$  : Dose nette réelle (mm)

$B_j$  : Besoins journaliers réduits (mm/j)

$F_{min} = \frac{41.04}{4.01} = 10.23$

$F_{min} = 11 \text{ j/mois}$

**IV.2.6. Durée des arrosages**

C'est la durée que prendra l'irrigation localisée pour atteindre la dose pratique réelle, elle est donnée par la formule suivante :

$$T = \frac{D_{brut} \times S_d \times S_r}{Q_d}$$

$D_{brute}$  : dose brute d'irrigation (mm).

$S_d$  : espacement entre les goutteurs (m).

$S_r$  : espacement entre les rampes(m).



$Q_d$ : débit d'un goutteur en litre par heure.

Les arbres sont disposés en 4m×4m et chacun aura deux goutteurs espacés d'1m

Le débit d'un goutteur est 4 l/h.

$$T = \frac{4 \times 50.66 \times 4}{2 \times 4} \qquad T = 101.31 \text{ heures}$$

**IV.2.7. Durée d'arrosage journalier**

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{102}{11} = 10 \text{ heures/jour} \qquad D_j = 10 \text{ heures/jour}$$

**IV.2.8. Nombre de poste**

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{10} = 2 \qquad N = 2 \text{ postes}$$

**IV.3. Calcul hydrauliques**

**IV.3. 1. Conditions hydrauliques**

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

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

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)} \text{ ; telle que :}$$

$q(g)$  : débit nominal du goutteur ;

$H(n)$  : pression nominale.

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

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

La répartition de la perte de charge est :

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

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

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

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



**IV.3.2. Le débit**

$$Q_r = Q_g \cdot N_{g/r}$$

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

Avec :

- $Q_r$  : Débit de rampe
- $Q_g$  : Débit de goutteur
- $N_{g/r}$  : Nombre des goutteurs par rampe
- $N_r$  : Nombre des rampes
- $N_{ti} Q_{pr}$  : Débit de porte rampe

**VII.3. 2.1. Calcul pour le poste 01:  $S_1=3, 93ha$**

La longueur de la rampe : 200m

La longueur de la porte rampe : 184m

La longueur de la conduite secondaire : 175m

**a. Le nombre d'arbres par rampe :**

$$N_{arbres} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{200}{4} = 50 \text{ arbres}$$

$$N_{arbres} = 50 \text{ arbres}$$

**b. Nombre des goutteurs par rampe :**

$$N_g = N_{arbres} \cdot n = 50 \cdot 2 = 100 \text{ goutteurs}$$

$$N_g = 100 \text{ goutteurs}$$

**c. Le nombre des rampes :**

$$N_{rampe} = \frac{L_{pr}}{E_r} + 1 = \frac{184}{4} + 1 = 47 \text{ rampes}$$

$$N_{rampe} = 47 \text{ rampes}$$

**d. Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g \cdot Q_g$$

$$Q_r = 100 \cdot 4 = 400 \text{ l/h}$$

$$Q_r = 400 \text{ l/h}$$

**e. Débit de la porte rampe :**

$$Q_{Pr} = Q_r \cdot N_r = 400 \cdot 47 = 18800 \text{ l/h}$$

$$Q_{Pr} = 18800 \text{ l/h}$$

**f. Débit de la conduite secondaire**

$$Q_{Cs1} = Q_{Pr} \cdot N_{Pr} = 18800 \cdot 1 = 18800 \text{ l/h}$$

$$Q_{Cs1} = 18800 \text{ l/h}$$

**VII.3. 2.2. Calcul pour le poste 02  $S_2=3, 90 ha$**

La longueur de la porte rampe : 184m



**a. Le nombre d'arbre :**

$$N_{arbres} = \frac{\text{la surface de la parcelle}}{Er * Ea} = \frac{39008}{4 * 4} = 2438 \text{ arbres} \qquad N_{arbres} = 2438 \text{ arbres}$$

**b. Débit de la porte rampe :**

$$Q_{Pr} = N_{arbres} * Q_g * n = 2438 * 4 * 2 = 19504 \text{ l/h} \qquad Q_{Pr1} = 19504 \text{ l/h}$$

**C. Débit de la conduite secondaire**

$$Q_{Cs} = Q_{Pr} = 19504 \text{ l/h} \qquad Q_{Cs2} = 19504 \text{ l/h}$$

Donc le débit total nécessaire pour toute la parcelle concernée par le réseau goutte à goutte.

$$Q_t = Q_{Cs1} + Q_{Cs2} = 18800 + 19504 = 38304 \text{ l/h} \qquad Q_t = 0,0106 \text{ m}^3/\text{s}$$

**IV.3.3. Dimensionnement des différentes parties du réseau**

**IV.3.3.1. Le diamètre des rampes et les porte rampes**

Le diamètre de rampes ainsi que de portes rampes est calculé d'après les formules

On propose que les rampes en PEBD.

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

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

- P.d.c (r) : La perte de charge dans la rampe
- Q(r) : Le débit de la rampe en l/h
- L(r) : La longueur de la rampe en m.
- $\varnothing_r$  (cal) : Le diamètre de rampes
- $\varnothing_{Pr}$  (cal) : Le diamètre de portes rampe



**IV.3.3.2. Perte de charge**

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation on applique la formule de "Tison"

$$i = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75}$$
 la perte de charge unitaire

$j = L \cdot i$  la perte de charge le long de la conduite en (m)

Ou : L : la longueur de la conduite ; (m)

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

**Tableau IV.1:** calcul de  $D_{cal}$  de la rampe

poste	surface (ha)	Lr maximale(m)	Ng	Qr ( l/h)	H (m)	Dcal (mm)	D n (mm)	Hcal (m)
1	3,93	200	100	400	1,2	18.46	20	0.821
2	3,90	194	97	388	1,2	18,14	20	0,755

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 1.2 mce (la valeur maximale).

**Tableau IV.2:** calcul de  $D_{cal}$  du porte-rampe

poste	Surface (ha)	Lpr (m)	Q pr (l/h)	Hpr (m)	Dcal (mm)	D n (mm)	H cal (m)	V (m/s)
1	3,93	184	18800	0,6	66.45	75	0.514	0.81
2	3,90	184	19504	0,6	67.72	75	0.537	0.85

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 0.6 mce (la valeur maximale).

**IV.3.3.3. Diamètre des conduites secondaires**

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.5 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$
 Avec :

Q : débit de la conduite considérée

V : vitesse d'écoulement

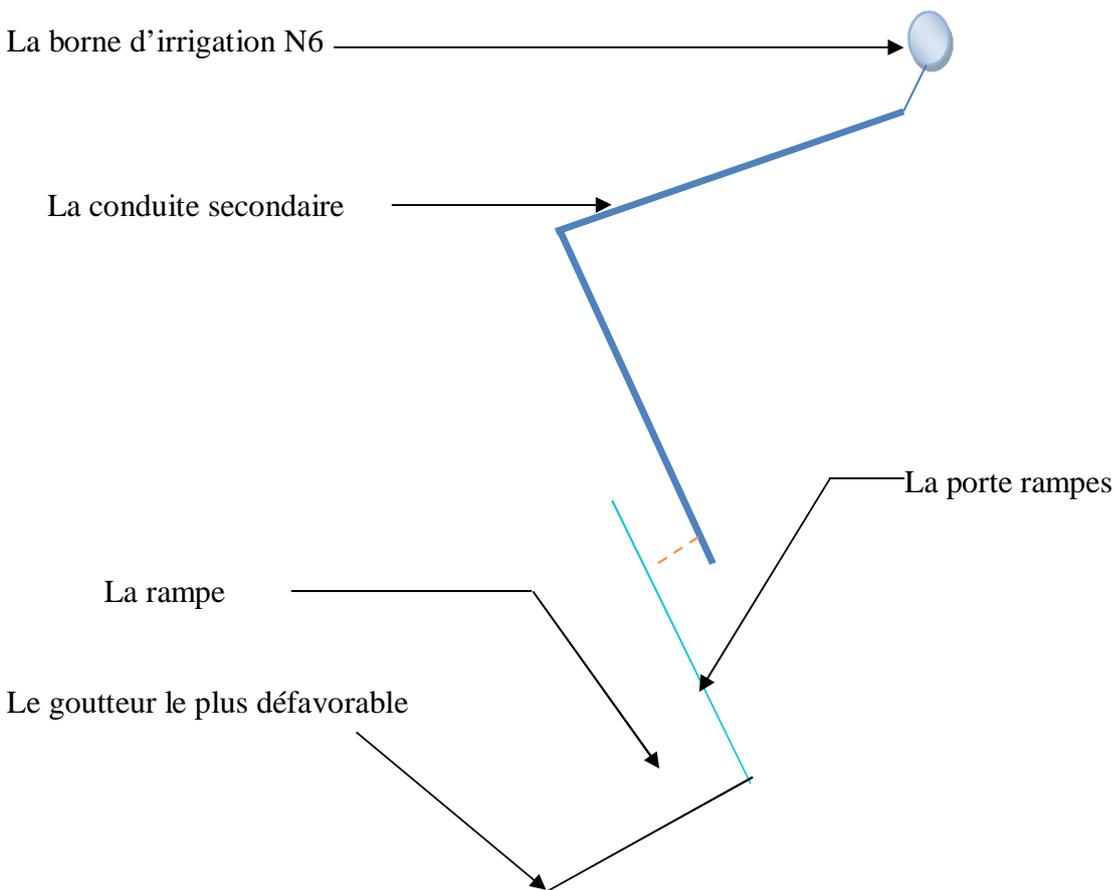
Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

**Tableau IV.3:** calcul des diamètres des conduites secondaires

Paramètres	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Vsupposé (m/s)	Dcal (mm)	D n (mm)	Vcal (m/s)
Poste 1	175	0.0052	1,5	87.13	90	1.17
Poste 2	375	0.0054	1,5	87,92	90	1.22
Parcelle S 8	7.00	0.0106	1,5	94.88	110	1.11

**IV.4. La pression d'eau à la borne de distribution N6**

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution à la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10m) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable (éloigner ou élever).



**Figure IV.1 :** schéma explicatif de goutteur le plus défavorable



**Tableau IV.4:** les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite d'approche
<b>Longueur (m)</b>	194	184	375	7,00
<b>Diamètre (mm)</b>	20	75	90	110
<b>Débit (l/h)</b>	388	19504	19504	38304
<b>Perte de charge(m)</b>	0.755	0.85	1.09	0.025

A partir de tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne de distribution jusqu'à le goutteur le plus défavorable, cette somme est égale à 2.72 m

Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charge.

$$P=10+2.72 =12.72 \text{ m.}$$

**IV.5. Le réseau de distribution**

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre elles. L'eau est distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionné de telle façon à assurer le débit maximal et la pression suffisante à chaque parcelle.

**IV.5.1. Les équipements du réseau de distribution**

**IV.5.1.1. les équipements de contrôle des conduites**

**a. Les vannes**

Leur utilité dans les réseaux d'irrigation est d'isoler les appareils placés en dérivation sur le réseau (ventouses, clapet d'entrée d'air, soupapes de décharge...), de réaliser les ouvrages de vidange des conduites et d'isoler des parties du réseau sur lesquelles il sera possible d'intervenir (réparation ou réalisation d'un piquage) sans faire arrêter complètement le réseau d'irrigation.

Pour le sectionnement des conduites ; on utilise deux types de vannes, vanne à opercule à cage ronde pour les diamètres supérieur à 300mm et des vannes à papillon pour les diamètres plus importants.

**b. Protection anti- bélier**

La protection anti-bélier est assurée par plusieurs appareils conçus pour contrecarrer le coup de bélier selon son origine.

**c. Le ballon hydro pneumatique :**

Le ballon hydro pneumatique est utilisé quand l'origine du coup de bélier est la disjonction à la station de pompage, lorsque celle-ci refoule directement dans le réseau.



**IV.5.1.2. Les ventouses**

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

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

Les ventouses sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes. Elles sont choisies directement en fonction du diamètre de la conduite. Ce qui est montré dans le tableau suivant :

**Tableau IV.5:** diamètre des ventouses adapte à la canalisation

Diamètre de la conduite	Type de ventouse
D < 500 mm	D = 80mm
500 < D < 1200	D = 100mm

**IV.4.1.3. Soupapes de décharge anti-bélier**

Elles Sont utilisées pour contrecarrer les coups de bélier ayant pour origine les fermetures des vannes (vanne de garde des bornes, vannes de sectionnement et de vidange), ce qui engendre des surpressions. Les soupapes de décharge sont constituées d'un orifice relié à la conduite à protéger et obturé par un organe mobile (la soupape) sur lequel s'exerce deux forces, une due à la pression de l'eau s'exerçant sur l'une des faces, l'autre à une force antagoniste due à un ressort taré sur l'autre face. Lorsque la pression de la conduite dépasse la valeur de réglage de l'appareil, la soupape s'ouvre et évacue une partie du débit de la conduite en faisant ainsi chuter la pression.

**IV.5.1.4. Les bornes d'irrigation :**

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



### IV.5.2. Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles

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

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

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

S : la superficie de la parcelle (ha)

Et pour notre projet le débit spécifique est de **1.19** l/s/ha

Les résultats de calcul sont donnés dans tableau ci-après

**Tableau IV.6** : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles

Les parcelles	La surface (ha)	Le débit caractéristique (l/s)
S 1	6.95	8.28
S 2	12.07	14.36
S 3	10.81	12.86
S 4	9.12	10.86
S 5	9.91	11.79
S 6	6.97	8.29
S 7	8.32	9.91
S 8	7.22	8.59
S 9	7.19	7.58
S 10	9.09	10.82
S 11	6.11	7.29
S 12	4.75	5.67
S 13	8.85	10.53
S 14	9.18	10.92
S 15	6.75	8.13
S 16	8.68	10.33

**IV.5.2. Dimensionnement du réseau de distribution**

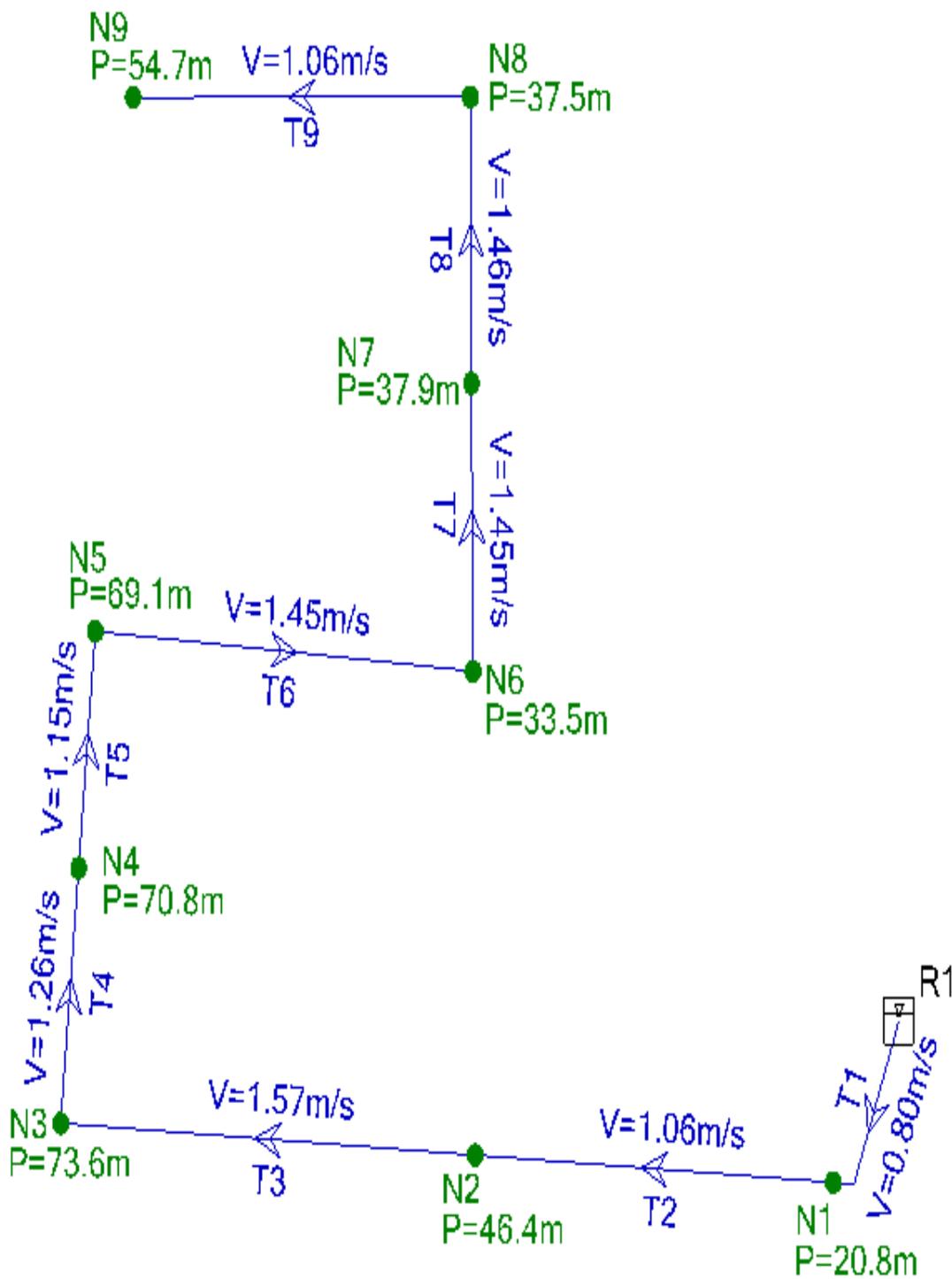
Le Calcul a été fait à l'aide du logiciel Water CAD

**Tableau IV.7:** Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation

noued	Elevation (m)	Demande (L/s)	charge (m)	Pression (m)
N1	118.01	22.64	138.83	20.8
N2	91.25	10.86	137.69	46.4
N3	60.57	24.65	134.3	73.6
N4	62.29	8.59	133.27	70.8
N5	63.25	18.11	132.47	69.1
N6	95.43	25.78	128.97	33.5
N7	88.48	16.2	126.42	37.9
N8	85.5	8.13	123.09	37.5
N9	65.38	21.25	120.18	54.7

**Tableau IV.8:** Caractéristiques de conduite de distribution

tronçons	longuere (m)	Diametre (mm)	débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Gradient de PDC (m/m)
T1	141.07	500	156.21	0.8	0.001
T2	418.98	400	133.57	1.06	0.003
T3	458.58	315	122.71	1.57	0.007
T4	210.37	315	98.06	1.26	0.005
T5	194.68	315	89.47	1.15	0.004
T6	418.36	250	71.36	1.45	0.008
T7	235.76	200	45.58	1.45	0.011
T8	234.85	160	29.38	1.46	0.014
T9	372.65	160	21.25	1.06	0.008



**Figure IV. 1:** Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses.

**Interprétation**

On remarque que la répartition des pressions n'est pas régulière dans toutes les bornes d'irrigation cela malgré le nombre d'itérations que nous avons effectués, mais les vitesses sont admissibles et cela revient à la topographie de notre périmètre.



On propose de mettre des réducteurs de pression ou des bâches d'aspiration pour mieux contrôler la pression.

#### **IV.6. Dimensionnement de la station de pompage**

##### **IV.6.1. Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station**

Un projet d'irrigation de la 1<sup>ère</sup> élévation est constitué d'une prise d'eau, une station de pompage et un bassin d'irrigation.

Ces constructions se font suivant des schémas types, des dispositions plus adéquates pour un tel type de conditions d'exploitation, la construction dépend aussi du relief, de l'environnement, et pour ces raisons on prend en considération certains paramètres essentiels.

- Il ne faut jamais construire la station de pompage, dans les zones sismiques et les zones non stables;
- Les lignes d'électricité doivent être placées le long de champs d'isolement des routes et des quartiers d'habitations;
- Il faut prendre en considération la distance entre la station de pompage et les différents ouvrages urbains, une distance qui assure l'élimination des dangers provoqués par l'un au l'autre;
- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement ;
- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement ;
- Construire la station de pompage en prenant en considération les normes internationales dans ce domaine.

La station de pompage doit être équipée de

- L'accès à tout l'ouvrage
- Plateforme avec une très bonne qualité de béton
- Prévoir des moyens de dérivation des eaux pluviales, drainage par  
Des caniveaux
- Faire un profil en long de l'emplacement de la prise d'eau et la conduite de refoulement.

Dans notre cas le tracé de l'adduction le plus court possible à partir du barrage de Cap Djinet vers le réservoir de stockage.

Après le choix du tracé retenu on a opté pour la longueur suivante

La longueur de la conduite d'adduction est 1.2Km



### IV.6.2. Types des bâtiments des stations de pompage

Les bâtiments des stations de pompes se différencient l'un à l'autre par les paramètres que nous avons mentionnés dans le paragraphe précédent. et parmi ces types des bâtiments on peut citer les types suivant :

- Bâtiment type surface.
- Bâtiment type bloc.
- Bâtiment type bache mouillée avec une pompe noyée
- Bâtiment type bache mouillée avec une pompe dénoyée
- Bâtiment type puit bloc.
- Bâtiment type bache sèche
- Bâtiment type puit bache sèche.

On Algérie on remarque que le type le plus fréquent et le plus utilisé est le bâtiment type surface. Et lorsque on prend en considération le type de sol qui est de nature (roc solide) on peut dire que le type de notre bâtiment c'est un bâtiment de surface c'est à dire que tout l'ouvrage de la station est surélevé.

### IV.6.3. Dimensionnement de réservoir de stockage

#### IV.6.3.1. Rôles des réservoirs

Les réservoirs ont plusieurs rôles dans un système d'irrigation, on peut citer :

- Rôle d'emmagasinement d'eau pendant les heures creuses de consommation et restitution de l'eau pendant les autres heures ou la consommation devient importante.
- Dans le cas où le réseau est étendu longitudinalement, et que des faibles pressions apparaissent aux points les plus éloignés du réservoir principal, on construit dans cette zone un deuxième réservoir appelé réservoir d'extrémité.
- Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe.
- Assurer la réserve d'incendie.
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée
- Régulariser le débit entrant et le débit sortant.

#### IV.6.3.4. Emplacement des réservoirs

L'emplacement d'un réservoir pose souvent un problème, à cet effet on doit toujours tenir compte des considérations suivantes :



- pour des raisons d'économie, il est préférable que le remplissage du réservoir se fasse par gravité, ce qui implique qu'on puisse le placer à un niveau bas par rapport à la prise d'eau.
- L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.
- Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau, soit à proximité du centre à alimenter.
- La cote du radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigé dans le réseau.

**Données**

Le besoin de pointe journalier : 7.72 mm/j.

La fréquence d'arrosage : 15j/mois

La durée d'arrosage = 6 heure/jour

La superficie de périmètre :132 ha.

Le réservoir de stockage serait de forme circulaire et ses dimensions sont mentionnées dans le tableau suivant ;

**Tableau IV.9** : les dimensions du réservoir de stockage.

Le besoin (m <sup>3</sup> /h)	Volume journalier (m <sup>3</sup> )	La hauteur (m)	Le rayon (m)
424.6	2547.6	8	10

**IV.6.4.Détermination de débits a refoulé vers le réservoir**

À partir des volumes journaliers nécessaires pour notre périmètre on peut déterminer le débit à refouler vers le réservoir à l'aide d'une supposition sur le temps de fonctionnement de la station de pompage.

On suppose que la station de pompage fonctionnent seulement 8 heures par jour, donc le débit à refouler est calculé par la formule  $Q = V/T$

Telle que : V c'est le volume journalier nécessaire

T c'est le temps de fonctionnement de la station de pompage

**Tableau IV.10** : le débit à refouler vers le réservoir

La station de pompage	V (m <sup>3</sup> )	T (heures)	Q (m <sup>3</sup> /h)
-	2547.6	8	318.45



**IV.6.5. Détermination de la hauteur manométrique totale**

**Données de base :**

- Cote PHE bêche d'aspiration : 36 NGA
- Cote PBE bêche d'aspiration 30 NGA
- Débit pompé 318.45 m3/h
- Longueur Conduite de refoulement 1300 m
- $\nabla_{max}$  130 m

La hauteur géométrique maximale est de  $130 - 30 = 100$  m

La hauteur géométrique minimale est de  $130 - 36 = 94$  m

$$H_g^{moy} = (H_g^{max} + H_g^{min})/2$$

$$H_g^{moy} = 100 + 94/2 = 97 \text{ m}$$

$$H_g^{moy} = 97 \text{ m}$$

La HMT est donnée par la formule suivante :

$$HMT = H_g + \Sigma P_{dc} + P_{exh}$$

$H_g$  hauteur géométrique

$\Sigma P_{dc}$  somme des pertes de charge linéaires et singulières.

$P_{exh}$  Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du collecteur)

(1,0 ÷ 1,5) m ; On prend  $P_{exh} = 1$  m

$$\Sigma P_{dc} = \Sigma h_p(ref)^{lin} + \Sigma h_p(ref)^{sing} \quad \text{avec: } \Sigma h_p(ref)^{sing} = (0.15 \div 0.3) \Sigma h_p(ref)^{lin}$$

$$\text{Donc : } \Sigma P_{dc} = (1,15 \div 1,3) \Sigma h_p(ref)^{lin}$$

$$\text{Pour } L_{ref} = 1000 \text{ m on a } \Sigma h_p(ref)^{lin} = 4 \text{ m}$$

Notre conduite de refoulement à une longueur de 1200 m.

$$h_p(ref)^{lin} = \frac{1300}{1000} * 4 = 5.2 \text{ m}$$

$$\Sigma h_p(ref)^{lin} = 5.2 \text{ m}$$

$$\Sigma P_{dc} = 1,15 * 5.2 = 5.98 \text{ m}$$

$$\Sigma P_{dc} = 5.98 \text{ m}$$

$$HMT = 97 + 5.98 + 1 = 103.98 \text{ m}$$

$$HMT = 103.98 \text{ m}$$

**Tableau IV.11:** la hauteur manométrique totale de la conduite de refoulement

La conduite	L(m)	$H_g^{max}$	$H_g^{min}$	$H_g^{moy}$	$\Sigma P_{dc}$ (m)	$P_{exh}$ (m)	HMT(m)
Caractéristiques	1300	100	94	97	5.98	1	103.98

**IV.6.6. Choix du nombre de pompes**

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes n minimal.
- Meilleur rendement.



- Charge nette d'aspiration requise (NPSH) r minimale.
- Nombre d'étage minimal.
- Puissance absorbée minimale.

**IV.6.7.Choix du type de pompe**

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé Q app et la hauteur HMT.
- Meilleur rendement.
- Vérifier la condition de non cavitation.
- Encombrement et poids les plus faibles.
- Vitesse de rotation la plus élevée.
- Puissance absorbée minimale.

**IV.6.8.Choix du nombre pompes à axe horizontal multicellulaires**

D'après le logiciel Caprar Pump Tutor Caprari, on distingue les types des pompes suivantes :

**Tableau IV.12 : les pompes a axe horizontale monocellulaires**

N°	Q <sub>ca1</sub> (l/s)	H <sub>cal</sub> (m)	Pompe choisie	η (%)	n (tr/min)	P (Kw)	NPSH <sub>r</sub> (m)
1	88.4	100	PM 150	78.7	1450	132	3.77
2	44.6	103	MEC-AZRBH-2/125 A	53.9	2900	69.7	3.45
3	29.4	103	HV65 /2C+60	68.9	2900	45	3.3

On remarque qu'on a de bonnes caractéristiques pour la dernière variante donc on prend une installation de 3 pompes.

**IV.6.9.choix du nombre de pompes de secours**

D'après le choix de nombre de pompes. On détermine le nombre de pompes de secours.

Les intervalles des nombres de pompes sont :

- $N_p \leq 4 \rightarrow 1$  pompe de secours
- $4 < N_p \leq 6 \rightarrow 2$  pompes de secours
- $N_p \geq 6 \rightarrow 3$  pompes de secours

Pour notre projet, on a une pompe de secours.



Donc, la variante choisie est 3 pompes à axe horizontal monocellulaires, avec une pompe de secours ayant les caractéristiques suivantes

- Diamètre d'aspiration  $Da = 100 \text{ mm}$
- Diamètre de refoulement  $Dr = 65 \text{ mm}$

**IV.6.10. Choix du moteur électrique**

Puisque la pompe demande un moteur électrique pour la faire tourner il faut avoir des critères pour choisir le moteur le plus adapté avec la pompe choisi, et parmi ces critères on peut citer les suivants :

- Prendre en considération la puissance absorbée
- Position de l'arbre de moteur (vertical ou horizontal)
- Vérification de nombre de tours de moteur, il faut qu'elle sera égale ou Plus de 200 tr/min ou moins de 200 tr/min par rapport à la vitesse de rotation de la pompe.
- La tension d'alimentation du moteur électrique.
- Prendre en considération la variation de la vitesse

D'après le catalogue des moteurs on trouve que notre moteur électrique a les caractéristiques suivantes :

**Tableau IV.13 : les caractéristiques de moteur électrique**

La fréquence de moteur (HZ)	50
Tension nominale (V)	400
Vitesse nominale (tr/min)	2950
Nombre de pôles	2
Puissance nominale (KW)	75
Courant nominale	-A
Degré de protection	3
Classe d'isolation	F
Le degré de protection	IP 55



**IV.6.11. Détermination de la hauteur admissible d'aspiration**

**La pompe est installée en aspiration**

Pour que la pompe soit bien calée vis-à-vis de la cavitation

Nous avons :

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + 0,5$$

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}}{2g} - h_{adm}^{asp} = (NPSH)_r + 0,5$$

$$\Rightarrow h_{adm}^{asp} = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$

La longueur d'aspiration  $L_{asp} = 4m$

$$\sum h_{asp}^{lin} = \frac{4}{1000} \cdot 4 = 0.016 m$$

et :  $\sum h_p^{sing} = (0,10 \div 0,15) \cdot \sum h_p^{lin}$

$$\sum h_p^{sing} = 0.15 \times 0.016 = 0.0024 m$$

$$\sum h_p^{asp} = 0.016 + 0.0024 = 0.0184 m$$

$$V_{asp} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_a^2} = \frac{4 \cdot 29.4 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot (0,1)^2} = 3.74 m/s$$

$$\frac{P_{at}}{\varpi} = 10.33 m \quad (NPSH)_r = 3.3 m$$

$$\frac{P_v}{\varpi} = 0,183 \quad \text{à } 18^\circ c$$

$$h_{adm}^{asp} = 10.33 - 0.183 - 0.0184 - 0.19 - 3.3 - 0,5 = 6.32 m$$

Notre pompe est loin au risque de cavitation.

La cote de l'axe de la pompe donc est de :

$$\nabla_{axe} = \nabla_{min} + h_{asp}^{adm} - 0,1$$

$$= 30 + 6.32 - 0.1 = 36.22 m$$

$$\nabla_{axe} = 36.22 m$$

**IV.7. Dimensions de la bache**

**IV.7.1. Le volume de la bache**

Le volume du réservoir de stockage de la station est adopté égal au débit total qui arrivant en un temps déterminé.

$$V_t = Q \times T$$



Vt : volume de la bache en (m<sup>3</sup>)

Q : débit total qui arrivées à la station de pompage

T : temps de stockage des eaux dans la bache pendant l'arrêt des pompes, Pour notre projet on pose que la station de pompage il fonction 8 h

$$Q=318.45 \times (8 /24) = 106.15 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Vt=106.15 \times 16 = 2278 \text{ m}^3$$

Le volume total de la bache sera 1698.4 m<sup>3</sup>

### IV.7.2. Surface de la bache

On a :  $S = \frac{V}{H}$  (la forme de bache est rectangulaire).

S : surface de la bache en (m<sup>2</sup>) ; V : volume de la bache en (m<sup>3</sup>)

H : la hauteur de la bache en (m), on fixe cette hauteur à H = 6 m

### IV.7.3. Longueur et largeur de la bache

On a : S = B . L (la forme de la bache est rectangulaire).

L : la longueur de la bache en (m)      B : la largeur de la bache

**Tableau IV.14 :** Dimensions de la bache d'aspiration

Caractéristiques	Volume (m <sup>3</sup> )	Hauteur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Longueur (m)	Largeur (m)
Dimensions	1698.4	5	340	20	17

### IV.8. Calcul du diamètre économique

Pour élever un débit Q à une hauteur géométrique H donnée on peut, à priori, donner à la canalisation un diamètre quelconque car, en faisant varier la puissance du groupe élévatoire, on peut toujours obtenir le débit Q imposé dans un tuyau de diamètre donné.

Si on adopte donc un grand diamètre, le prix de la canalisation sera élevé, par contre la perte de charge sera faible, on économise donc sur le prix du groupe et le prix de l'énergie nécessaire au pompage.

Il y a donc intérêt à choisir le diamètre qui permettra d'obtenir le prix de revient minimal de l'ensemble de l'installation en exploitation en fonction du diamètre D.



Donc on peut dire que le choix du diamètre économique résulte d'un compromis entre les dépenses d'investissement et les dépenses de fonctionnement

Actuellement, le diamètre économique est déterminé par une des relations suivantes :

- **Bresse**                      Déco = 1.5 (Q<sup>1/2</sup>)    (Conduites de longueur inférieure à 1 km)
- **Bonnin**                      Déco = (Q<sup>1/2</sup>)
- **Vuibert**                      Deco = 1.35(e/f)<sup>0.154</sup> × Q<sup>0.46</sup>

**IV.8.1. Calcul des pertes de charge**

La formule de Darcy WEISBACH

$$\sum h_p = \frac{8 \lambda L Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

Où Q : est le débit moyenne de l'eau dans la section (m/s).

g : l'accélération de la pesanteur. (g = 9,81m/s<sup>2</sup>)

L : longueur de la conduite (m)

D : diamètre intérieur de la conduite (m).

λ : Coefficient de frottement linéaire (coefficient de perte de charge).donné par la formule

$$\lambda = [1,14 - 0,86 \times \text{Ln} (\varepsilon / \Phi)]^2$$

ε : coefficient de rugosité équivalente

Dans notre projet en prend ε=0.001

Φ : Diamètre de la conduite.

Avec : L=1200 m

Où :  $V = \frac{4Q}{\pi * D^2}$     et     $0.8 \leq V \leq 1.5$

Si D ≤ 250mm il faut que 1 m/s ≤ V ≤ 1.5 m/s

Si 300 ≤ D ≤ 800 il faut que 1,2 m/s ≤ V ≤ 2 m/s

On a :            **Fexp = Ea \* e**

Fexp : frais d'exploitation

Ea : énergie consommée annuellement par l'installation de pompage en (Kwh) donnée par :

**Ea = Pt \* 1\*365**    et    **Pt = n\*p**

n = nombre de pompes en fonctionnement    n = 5

p = puissance absorbée par l'installation de pompage, donnée par



La formule suivante : 
$$P = \frac{9,81 \cdot Q \cdot HMT}{\eta p} \text{ (Kw)}$$

Q : le débit à refouler.

HMT : la hauteur manométrique totale.

$\eta_p$  : Le Rendement de pompe (80%).

e : le tarif de l'énergie électrique. e = 4.13Kw/h (SONELGAZ).

Les résultats de calcul sont représentés dans le tableau ci-dessous

**Tableau VIII.15:** les frais d'exploitation

D(mm)	$\Lambda$	$\Sigma hp$ (m)	HMT(m)	Pt(Kw)	Ea(Kwh)	Fexp(DA)
50	0,0091661	71758,679	71832,679	414,87951	151431,02115	625410,12334
63	0,080819	199229,242	199303,242	1151,10328	420152,6972	1735230,6394
75	0,0881762	90904,889	90978,889	525,46108	191793,2942	792106,30671
90	0,6603271	2,736	76,736	0,44320	161,76739	668,09932
110	0,1083306	16456,215	16530,215	95,47253	34847,47377	143920,06669
125	0,1166173	9348,785	9422,785	54,42259	19864,24600	82039,33598
150	0,0077084	248,343	322,343	1,86174	679,53437	2806,47696
200	0,0073842	56,454	130,454	0,75345	275,01071	1135,79422
250	0,0071465	17,903	91,903	0,53080	193,74238	800,15601
300	0,0069608	7,008	81,008	0,46787	170,77356	705,29480
315	0,2197011	173,309	247,309	1,42837	521,35445	2153,19389
350	0,2396229	111,617	185,617	1,07206	391,30061	1616,07152
400	0,2690181	64,272	138,272	0,79861	291,49285	1203,86549

On prend le diamètre 200 mm et on vérifie la vitesse : 
$$V = \frac{4Q}{\pi * D^2} \longrightarrow V = 4.3 \text{ m/s}$$

La vitesse n'est pas vérifié alors en prend D=350 mm et on recalcule la vitesse :

$$V = \frac{4Q}{\pi * D^2} \longrightarrow V = 1.63 \text{ m/s}$$



### **Conclusion**

Dans ce chapitre, on s'est intéressé au dimensionnement de tous les organes du réseau goutte à goutte, et ensuite le réseau de distribution, enfin la station de pompage, réservoir de stockage, la bêche d'aspiration et la conduite de refoulement.



# **Chapitre V :**

# **Calcul technico-économique**



### Introduction

Tout projet ne peut être réalisé sans avoir une idée globale sur l'enveloppe financière qui lui sera allouée. Car l'aspect technique ne suffit pas à lui seul, surtout si la rentabilité n'est pas à la hauteur du coût de ce projet.

Dans ce chapitre on essayera d'évaluer le coût total du réseau dimensionné auparavant.

#### V.1. Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée).

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau V.1.** Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	17864	29,61	528953.04
TubeØ75 PEHD	m/l	368	302,44	111297.92
TubeØ90 PEHD	m/l	925	360,02	333018.5
TubeØ110 PEHD	m/l	7	721,62	5051.34
TubeØ160 PEHD	m/l	607.5	1 526,93	927609.975
TubeØ250 PEHD	m/l	418	3 709,88	1550729.84
TubeØ315 PEHD	m/l	863	5 881,51	5075743.13
TubeØ400 PEHD	m/l	607.5	7837,53	4761299.48
TubeØ500 PEHD	m/l	418	11878,44	4965187.92
Vanne Ø75	Un	2	7430	14860
Vanne Ø90	Un	5	4500	22500
Vanne Ø110	Un	1	4693.6	4693.6
Bouchon Ø20	Un	93	20	1860
Bouchon Ø75	Un	2	215	430
Bouchon Ø90	Un	2	300	600
Filtre	Un	1	15432,77	15432.77
Goutteur réglable	Un	9162	6.13	56163.06
Total 1		-		18375430.57

## V.2.Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir

### V.2.1.Calcul du volume de terrassement

#### V.2.1.1.1a Largeur du fond de la tranchée

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

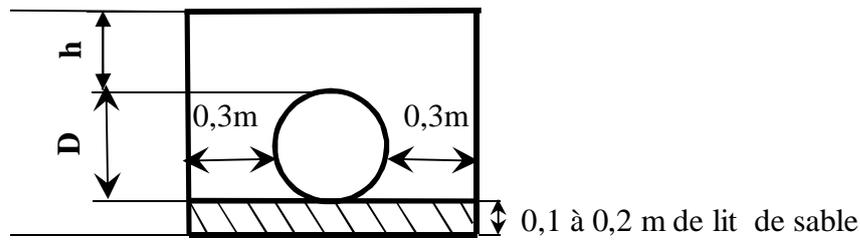
$$B = D + 2 \times 0,3$$

Avec : B : largeur de tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m)

#### V.2.1.2.profondeur de la tranchée

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.



**Figure V.1:** schéma d'une tranchée

$H = e + d + h$  (m) Avec H : profondeur de la tranchée (m).

e : hauteur de lit de pose (m).

d : diamètre de la conduite (m).

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

### V.2.2.les conduites

#### V.2.2.1. Calcul du volume de déblai

La section de tranchée est la section de rectangle.

$S = B * H$  telle que : B la largeur de tranchée.

$$\text{Donc : } B = 2 * 0,3 + \varnothing$$

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

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



**V.2.2.2. Calcul du volume de lit de sable**

Ce lit correspond à une couche de sable de 10cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante.

$$V = e * B * L$$

**V.2.2.3. Calcul du volume de remblai**

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupent la conduite et le volume occupé par le lit de sable.

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

$V_r$  : Volume du remblai compacté (m<sup>3</sup>)

$V_d$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>)

$V_s$  : Volume du sable

$V$  : Volume occupé par la conduite (m<sup>3</sup>) ;  $V = L * (\frac{\pi D^2}{4})$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Les volumes des travaux pour les conduites sont représentés dans le tableau V.2

**Tableau V.2** : Les volumes des travaux pour les conduites

tronçon	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Volume de Déblai (m <sup>3</sup> )	Volume de lit (m <sup>3</sup> )	Volume de remblai (m <sup>3</sup> )
T1	500	141,07	201,73	15,5177	158,527413
T2	400	418,98	502,776	41,898	408,254112
T3	315	458,58	467,855	41,96007	390,175169
T4	315	210,37	214,625	19,24886	178,989817
T5	315	194,68	198,617	17,81322	165,640241
T6	250	418,98	373,94	35,6133	317,770144
T7	200	235,76	188,608	18,8608	162,344336
T8	160	234,85	171,347	17,8486	148,778414
T9	160	372,65	271,885	28,3214	236,075266
Total			2591.383	237.08195	2166.554912



V.3 : Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir

Tableau V.3 : Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
déblai en terrain	m <sup>3</sup>	2591.383	300	777414.9
lit de sable	m <sup>3</sup>	237.08195	800	189665.56
remblaiement de tranchée	m <sup>3</sup>	2166.554912	200	433310.982
<b>station de pompage</b>				
Pompes	U	4	145000	580000
Réservoir	m <sup>3</sup>	2547.6	20000	50952000
Total 2	-	-	-	5293291.4

V.5. Devis estimatif total

D=total 1+ total 2= 23668721.97 DA

D= 23668721.97 DA

Conclusion

Lors de ce chapitre on a estimé le coût total du projet et qui s'élève aux alentours de deux million dinars algérien.

Cette somme est dans les normes vu que la techniques choisie est la plus économique ainsi que les agriculteurs vont bénéficier sur le cout de l'électricité puisque l'eau est acheminée vers le périmètre gravitairement.



# **Chapitre VI :**

# **Organisation de chantier**



## Introduction

L'importance économique de l'ensemble des ouvrages hydrauliques sera pour d'une part, le bon fonctionnement d'une organisation qui consiste à la détermination, la coordination et d'autre part la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

Les étapes des différents travaux sur des chantiers de réalisation des réseaux d'irrigation sont :

- Implantation du tracé des conduites sur le terrain (Le Bardage) ;
- Nivellement de la plate-forme de passe ;
- Excavation des tranchées ;
- Pose des conduites ;
- Epreuve de joint et de canalisation ;
- Remblaiement des tranchées.

### VI.1. Les différents travaux sur le chantier

#### VI.1.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacée de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont bien déterminée.

#### VI.1.2. Nivellement de la plate-forme de pose

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points toutes les côtes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul. On détermine la hauteur de chaque point.

#### VI.1.3. Excavation des tranchées

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour :

Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.

Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).

Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être tel qu'un homme peut travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.



L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

La profondeur de la tranchée (h) ;

La largeur de la tranchée (b) ;

#### **VI.1.3.1. La profondeur (H)**

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite, des charges roulantes (extérieurs) et de la température, elle est donnée par la relation suivante :

$$H = D + h + h_1$$

H : profondeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

h : hauteur de la génératrice supérieur de la conduite elle est entre 80 et 120cm ;

$h_1$  : épaisseur du lit de pose  $h_1 = 0,1$  m ;

#### **VI.1.3.2. Largeur de la tranchée**

La largeur de la tranchée doit permettre une pose correcte ; facilite La tâche et aussi permettre le compactage du remblai.

#### **VI.1.3.3. Section de la tranchée**

Les sections des tranchées sont de forme trapézoïdale dont l'aire est :

$$S_t = b * h + mh^2$$

h : profondeur totale de la tranchée (m) ;

b : largeur du fond du tranchée (m) ;

m : coefficient du talus, (m=0).

$$S_t = b * h$$

### **VI.2. Choix des engins de terrassement**

Pour l'excavation des tranchées on utilise une pelle rétro, dont la capacité du godet est donnée dans le tableau de norme, en fonction du volume de terrassement

Donc les engins nécessaires pour l'exécution des travaux sont :

Pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée

Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage

Camion pour le transport

#### **VI.2.1 Pelle équipée en rétro**

Les aptitudes de la pelle en rétro sont :

Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau.

Peut excaver dans la direction de la machine.



Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux.

**VI.2.2. Pelle équipée en butée**

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

- Excavation en hauteur au-dessus de l'assise de la machine.
- Ramassage des matériaux.
- Connaissant la nature des travaux demandés et comparant le champ d'application ainsi que les caractéristiques de chacune des deux types de pelle.

On opte pour une pelle équipée en rétro pour atteindre un rendement optimal de la pelle choisie.

**Tableau** Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document. **I.1** : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.

volume du terrassement par une pelle (m <sup>3</sup> )	≤10000	≥10000	>20000	>100000
capacité du godet (m3)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

**VI.2.3. Choix du bulldozer**

Le choix du bulldozer se fait en fonction de la capacité du gobet de l'excavateur. Le bulldozer est utilisé pour le remblaiement de la tranchée après la pose des conduites.

**Tableau VI.2** : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet

capacité du godet de la pelle (m <sup>3</sup> )	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	2,0-3,0
classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (Km)	40-60	70-118	120-140	150-300

Pour une capacité du gobet de la pelle égale à 0,6 m<sup>3</sup> nous prenons un bulldozer ayant les caractéristiques suivantes:

Puissance Pb = 60 KW.

Largeur de la lame L = 2-3 m.

Hauteur de la lame 1-1,5 m.

**VI.3. Pose de la canalisation**

La Pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

- Aménagement du lit de pose
- Introduction de canalisation dans les tranchées



### VI.3.1. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire

La canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm. Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20 cm convenablement nivelé. Avant la mise en fouille, on possède à un triage de conduite de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, des fissures, après cela on pratique la décente en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon lente. Dans le cas d'un soudage de joints, cette opération doit être faite de préférence en fond de tranchée en calant la canalisation soit avec des butées de terre soit avec des tronçons de madriers en bois disposés dans le sens de la longueur de la tranchée.

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints doit toujours avoir lieu avec remblaiement. L'essai consiste au remplissage de la conduite par l'eau sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 min environ, la diminution de la pression ne doit pas excéder 0,2 Bars.

Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exempts de pierre et bien pilonné et sera par la suite achevé avec des engins.

### VI.3.2. Pose de canalisation dans un mauvais terrain

Cas d'un terrain peu consistant :

Pour éviter tout mouvement de la canalisation ultérieurement, celle-ci doit être posée sur une semelle en béton armé ou non avec interposition d'un lit de sable. La semelle peut être continue ou non en fonction de la nature du sol. Dans le cas où la canalisation repose sur des tasseaux, ces derniers doivent être placés plus proches des joints et soutenus par des pieux enfoncés jusqu'au bon sol.

Cas d'un terrain agressif :

La protection des conduites enterrées, contre les phénomènes de corrosion (voir chapitre précédent), est à réaliser par une manche en film de polyéthylène ; lorsque le terrain présente une résistivité inférieure à 1500  $\Omega$ cm ou lorsqu'il y a présence de sulfures, de sulfates ou de chlorures. La manche en polyéthylène d'une certaine ampleur drapée la canalisation et doit la plaquer au maximum. La totalité du pli, dont l'extrémité est toujours dirigée vers le bas, se situe dans la partie supérieure de la canalisation. La manche est maintenue par des bandes adhésives ou des colliers souples à agrafage automatique à raison de 4 par tuyau. Les manches successives sont posées avec un recouvrement minimal de 0,30 m.

### VI.3.3. Pose de canalisation en galerie

Dans certains cas le tracé de la canalisation peut rencontrer des obstacles qui nous obligent à placer la conduite dans une en galerie.



Les conduites de diamètre important (sauf aqueducs) doivent être placées sur des madriers (bois de chêne) et calées de part et d'autre pour éviter leur mouvement.

Les canalisations de petit diamètre peuvent être placées dans un fourreau de diamètre supérieur et reposant sur des tasseaux en béton. Les robinets vannes sont placés dans des regards implantés.

### **VI.3.4.Lit de pose**

Le lit de pose se fera un matériau fin (sable) 0,1 à 5mm de texture, permettant le drainage du fond de la tranchée, avec une couche d'au moins 10cm.

### **VI.3.5.Introduction de la canalisation**

Autrement la pose doit être faite de façon à respecter certaines recommandations. S'assure au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur de la tranchée et des tuyaux.

Niveler soigneusement le fond de la tranchée en évitant les contres pentes ;  
Déposer la conduite au fond de la tranchée sans la laisser tomber moyennant des engins de levage ;

De ne pas laisser les revêtements à endommager.

Vérifier l'alignement.

### **VI.4.Epreuve de joint et de canalisation :**

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bars.

### **VI.5.Remblaiement des tranchées**

Une fois les épreuves réussissent, la mise en place du remblai bien tassée est effectuée par un engin, choisissant le chargeur, en utilisant la terre des déblais.

Après la pose des canalisations et l'exécution des remblais, soit on fait le remballage des fouilles avec tout le volume des déblais, et dans ce cas on a le volume de déblai égale au volume de remblai, il sera tassé avec le temps.

Mais si on a dans le cas où il ne faut mettre que le volume exact du remblai, alors on y oblige de transporter le volume de déblai excédentaire par des camions vers la zone de décharge.

Pour charger les camions on utilise un engin qui est le chargeur.

### **VI.6.Exploitation du système d'irrigation**



L'exploitation d'un système d'irrigation consiste à faire fonctionner le service de l'eau ; pour assurer sa mobilisation, son transport, sa distribution dans le cadre contractuel défini avec tous les partenaires du projet .elle est effectué en quatre aspects :

- Planification de l'utilisation de l'eau d'irrigation.
- Mesure de l'exploitation et de réparation du système d'irrigation
- Modernisation et amélioration du système en fonction de l'apparition des nouvelles techniques
- Contrôle de l'état des terres irriguées

### **VI.7. Objectif de l'exploitation**

L'exploitation du système d'irrigation doit :

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon rationnelle les ressources hydrauliques.
- Assurer la réalisation des plans envisagés.
- Protéger les terres agricoles contre la submersion, la formation des marées, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.





## Conclusion générale

L'objectif fondamental visé par l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude est de dimensionner un réseau d'irrigation du périmètre Cap Djinet (wilaya de Boumerdés) à partir du barrage Cap djinet.

Vu le retard de développement de la production agricole dans la région d'étude qui se heurte en premier lieu, à une réalité climatique dont on a pu en faire une analyse climatique et en déterminer les contraintes naturelles, Parce qu'étant un support indispensable on peut dire que notre climat est de type « relativement humide » d'étage climatique « sub-humide » et un sous étage « hiver tempéré » .

Nous avons également insisté sur la géologie, l'hydrogéologie et la pédologie de la région, et on a fini par dire que la géomorphologie du périmètre se trouve sur la formation marnes argileuses à inter lits de gypse ainsi que de marnes gréseuses avec passage de grés calcaires et de calcaire et une apparition de lave tufs andésites et basaltes avec des argiles de marnes grés et pouding, le sol à texture limono-argileuses.

En seconde lieu, on a évoqué la ressource d'eau ; sa disponibilité, la composition chimique et la classification des eaux pour l'irrigation, on est arrivé à dire que l'eau du barrage du Cap Djinet est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre parcelle.

On s'aperçoit, en effet, que cette analyse qui a été faite sur les différentes contraintes qui caractérisent notre région d'étude nous oblige à opérer le bon choix de la technique et le système d'irrigation. Et pour que ce choix s'établisse correctement on a jugé utile de déterminer les besoins en eau qui ont été estimés à 239.54 mm/mois.

Enfin, le choix s'est porté sur le système d'irrigation localisée, vu que ce dernier répond parfaitement aux exigences des cultures choisies, et c'est le plus recommandé de par le monde afin d'économiser la ressource d'eau.

Dimensionner ; ne se limite pas seulement au dimensionnement du réseau d'irrigation, mais aussi les différents organes du réseau d'irrigation, en passant par la station de pompage puis la conduite de refoulement et le réservoir de stockage, vers la conduite principale qui alimente les conduites secondaires, où ces dernières alimentent les porte-rampes et les rampes, et au final, on arrive aux goutteurs qui alimentent les plantes.



Ce qu'il convient de mettre en exergue dans ce travail est le coût de projet, dont le devis estimatif est très élevée, environ de 54 million dinars, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important, malgré cette élévation du coût, le projet va apporter l'économie sur l'énergie électrique, puisque les agriculteurs sont pas obligés de payer les factures d'électricité de moment que leurs champs agricoles reçoivent l'eau seulement par gravité.



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] **BULLTIN DE FAO N° 36**, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33
- [2] **BENHACENE GUESROUAOU**, Irrigation agricole notions générales Régime d'irrigation (1986). p 16
- [3]-**TIERCELIN, J.R.** Traité d'irrigation, France, technique et documentation .France. 1998 P320
- [4] **Jean\_Robert Tiercelin,** Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998).p19
- [5] **MESSAHEL.MEKKI**, L'irrigation au goutte à goutte, Régime d'irrigation (O.P.U. ALGER 1986).p59
- [6] **TOUAIBIA. B** : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères 2004. p32.



# ANNEXES



## ANNEXE 01

Code station : 020647  
Nom station : BOUMERDES  
X : 569.15

mois	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août	annuel
1985	32,7	29,3	89,8	78,2	68,2	54,3	151,2	21,3	1,5	15,4	20,3	3,4	565,6
1986	112,5	28,6	96,8	173,9	92,2	132,7	14,2	0,4	12,4	19,4	3,6	0,8	687,5
1987	13,5	21,4	93,3	81,5	44,4	50,4	53,3	44,9	32,8	43,4	0	0,6	479,5
1988	37,9	27	64,2	179,6	42,9	24,9	24,2	96,9	6,8	10,1	0,7	3,7	518,9
1989	40,3	19,1	30,5	19,7	48,9	0	35,7	66,6	50,6	2,7	23,1	0	337,2
1990	7	53	52,2	106,7	53,8	99,9	47,3	27	18,5	7,1	0	1,9	474,4
1991	21,6	91,2	51,2	11,6	154,8	41	100,9	73,5	60,9	17	7,7	0	631,4
1992	15,3	68,4	139,7	103,7	17,8	127	36,2	68,6	37,9	1,2	2,1	2,5	620,4
1993	30,5	23,4	142,5	80,1	81,3	41,5	0,5	54,6	4,5	0	0	0	458,9
1994	79	66,2	38,9	88,4	171,1	39,8	106,5	46,8	0,2	0,1	0,2	43,2	680,4
1995	17,8	19	85,4	39,2	94,3	143,3	56,9	161,2	35,7	31,6	6,7	0,8	691,9
1996	37,7	86,2	27	34	46,8	23,6	9,4	94,8	22,3	10,3	9	33,3	434,4
1997	36,3	44,9	129,3	93	28,5	51,6	36,6	75,9	151,3	1,3	0	7,9	656,6
1998	21,8	49,4	102,7	81,8	120,8	128,4	86,4	47,3	1,1	1,5	0	3,6	644,8
1999	18,8	21,7	169,8	369	15,5	6	19,4	16,9	53,3	0,3	1,2	1	692,9
2000	4,2	46,9	73,7	40,8	125,7	73,3	0,4	33,5	27,1	1,2	0,1	3,3	430,2
2001	45,1	38,6	49,1	56,8	39,4	12,5	34,8	38,5	13,7	0,1	0	33,6	362,2
2002	11,5	42,9	145,1	101,6	198,5	132,8	21,8	86,8	19,9	0,2	0,2	27,6	788,9
2003	39,2	37,8	58,7	109,9	90,2	46,3	79,1	56,4	148,8	1,1	1,5	0,8	669,8
2004	11,9	42,6	115,9	108,5	85,7	114,9	50,1	25,9	1,1	0	0,9	0	557,5
2005	15,1	56,7	101,8	81	128,1	82,9	26,2	2,7	81,7	1,4	0,6	9,9	588,1
2006	38,1	17,4	21,3	192,6	9,6	60,1	152,1	60,1	16,1	10	2,4	18,2	598
2007	37,9	115,5	250,1	73,9	18,3	15,5	47	19,3	73,9	3	10,2	0	664,6
2008	27,1	71,6	144,2	99	141,9	23	64,9	70,7	33,4	0	0,8	13,6	690,2
2009	98	14,4	57,3	157,1	47,8	48,9	99	32,9	31,7	4,6	0	22,8	614,5
2010	11,3	142,9	117,3	92,8	66,6	135,4	33,8	78,3	70,4	13,9	0,4	5,6	768,7
2011	31,4	36,4	141,2	58,1	39,8	244,3	78,5	176,7	24,2	2,1	0,1	52,2	885
2012	3,4	115,6	78	102,3	129,9	126,6	77,1	86,7	139	5,7	0	6,1	217
Moy	30,57	55,92	92,94	105,78	77,70	72,70	57,94	53,44	42,84	7,41	3,33	10,07	610,638

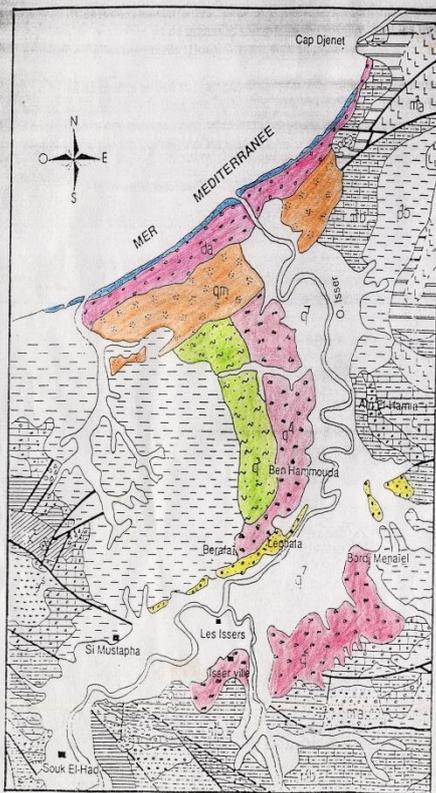
Y : 384.4

Z : 50



La carte géologique de la vallée du bas isser

Fig. 7 CARTE GEOLOGIQUE DE LA VALLEE DU BAS ISSE (sonarem 1970)



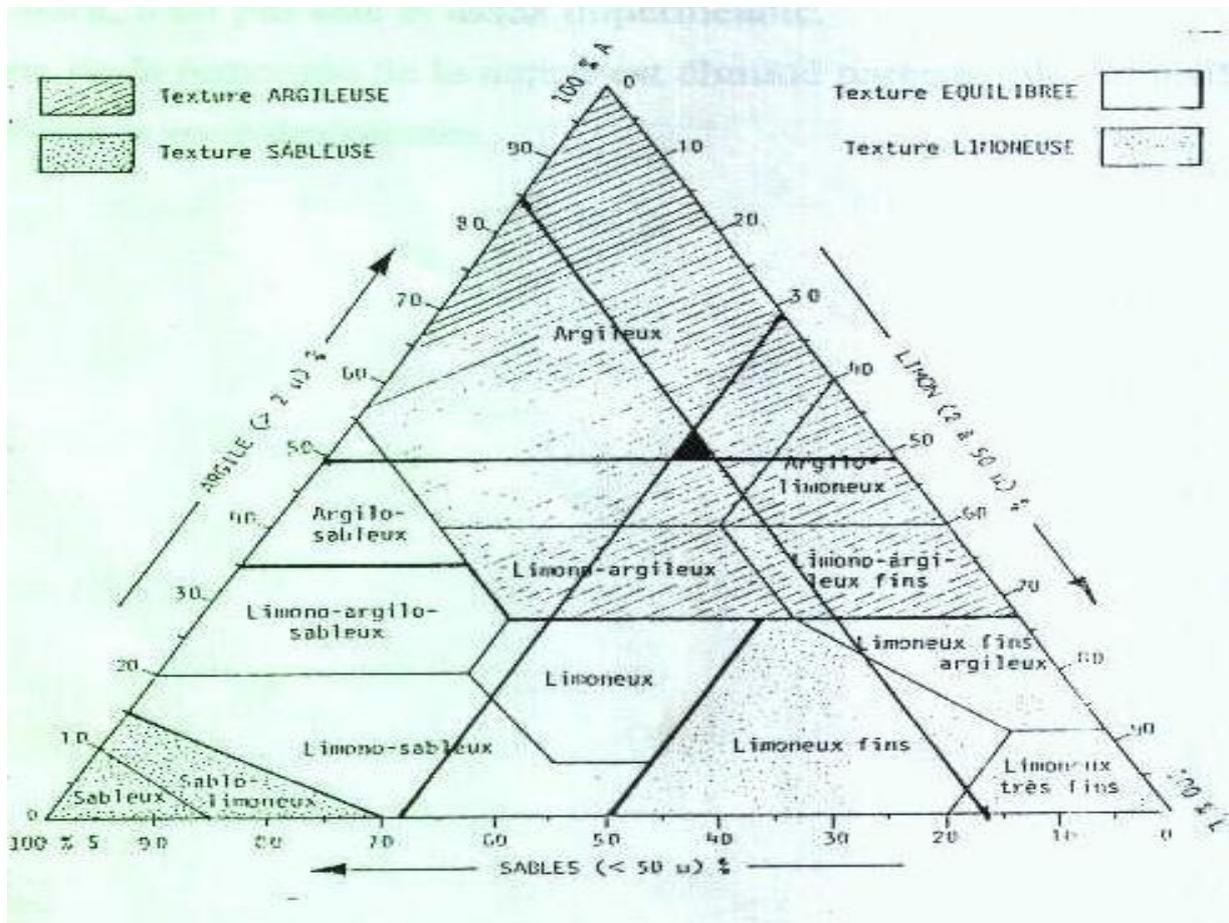
LEGENDE

- BURDIGALEN**
- m'd marnes
  - m'c grès calcaires
  - m'b marnes argileuses à intercalés de gypse
  - m'a poudingues à intercalation de grès
- FLYSCH PALEOGENE SUPERIEUR PRIABONEN**
- e'1-5 marnes gréseuses intercalées de ls de grès et de calcaire
- MAESTRICHIEN**
- Argiles grises ou caigés à alternance de calcaire bretonique
- ROCHE INTRUSIVE**
- Dolerite
  - Phyolite
- ROCHE PLUTONIQUE**
- y<sup>6</sup> grano diorite
  - y<sup>2</sup> granite leucocrate
- SOCLE KABYLE**
- x<sup>3</sup> mica schiste à biolite et schiste à deux micas à lentilles de marbres et de gneiss zéolite
  - x<sup>2</sup> schiste salines à quartz chlorite et sericite et à lentilles de marbre
- SIGNES CONVENTIONNELS**
- Faïlle 1 visible 2 cachée
  - Pendage
  - Chemise
- COMPORTEMENT HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS**
- Formations perméables
  - Formations peu perméables
  - Formations imperméables
- QUATERNAIRE**
- Terrasses marines
  - Plages actuelles
  - Dunes anciennes
- TERRASSES ALLUVIALES**
- q<sup>7</sup>
  - q<sup>5</sup>
  - q<sup>4</sup>
  - q<sup>3</sup>
  - q<sup>1</sup>
- PLAISANCIEN**
- p<sup>1b</sup> marnes bleues
- HELVETIEN**
- m<sup>2d</sup> laves tufs andésites et basaites avec pillow lava alternant avec des argiles, des marnes, grès et poudingues.
  - m<sup>2c</sup> bancs de grès conglomérats et marnes à intercalation de lave d'andésite et basalte
  - m<sup>2b</sup> Marnes gréseuses avec passages de grès calcaires et de calcaire
  - m<sup>2a</sup> poudingues et alternance de grès calcaires avec lentilles de calcinés et rognons



### ANNEXE 3

#### Triangle de texture



### ANNEXE 4

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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



## ANNEXE 5

### Coefficients culturaux (Kc) pour les différentes cultures

#### 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
Banancier subtropical	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0-1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
Haricot sec	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
Chou	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
Coton	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Mais 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
Mais grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
Oignon vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Poivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tahac	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	0.95-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzerne	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés sans sarclage						0.65-0.75 0.85-0.9
Olivier						0.4-0.6

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

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



## ANNEXE 6

### Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

## ANNEXE 7

### Guide pratique de P

#### ANNEXE:4 GUIDE D'ESTIMATION DE P

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

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

Gamme de prix tubes PEHD eau selon : SARL K-PLASTIQUE

UNITE TUBE

**GAMME DE PRIX  
TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)**

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)  
Selon la Norme ISO 4427

TUBES PEHD : PN 06					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
	Ø20	-			
13003	Ø25	-	36,28	42,45	PE80
13006	Ø32	-	48,35	58,57	PE80
13009	Ø40	2.0	64,6	76,58	PE100
13012	Ø50	2.4	88,25	114,95	PE80
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49	PE80
13018	Ø75	3.6	225,21	263,48	PE100
13022	Ø90	4.3	298,03	348,35	PE100
13025	Ø110	4.0	357,85	418,70	PE80
13040	Ø125	-	473,08	553,50	PE100
13030	Ø160	5.8	770,95	891,89	PE80
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17	PE100
13056	Ø250	9.1	1 850,00	2 281,5	PE100
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6	PE100
13039	Ø400	14.5	6 134,24	6 907,08	PE100
13081	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61	PE100
13052	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53	PE100

TUBES PEHD : PN 10					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01	PE80
P3513004	Ø25	2.5	36,28	44,79	PE80
P3513007	Ø32	2.5	58,48	64,81	PE80
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40	PE80
P3513013	Ø50	3.7	135,28	168,25	PE80
P3513016	Ø63	4.7	209,88	245,34	PE80
P3513019	Ø75	5.6	300,80	351,59	PE80
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14	PE100
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39	PE100
P3513028	Ø125	7.4	680,13	772,35	PE100
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 335,43	PE100
P3513033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,48	PE100
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 035,15	PE100
P3513041	Ø315	18.7	4 093,57	4 789,47	PE100
P3513038	Ø400	23.7	6 898,74	7 837,53	PE100
P3513043	Ø500	29.7	10 152,81	11 878,44	PE100
P3513048	Ø630	37.4	16 738,78	18 414,38	PE100

TUBES PEHD : PN 16					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
01	Ø20	2.3	32,18	37,86	PE80
03	Ø25	2.8	50,88	59,48	PE80
08	Ø32	3.6	78,51	91,86	PE80
11	Ø40	4.5	120,95	141,51	PE80
14	Ø50	5.6	188,28	220,29	PE80
17	Ø63	7.1	297,95	348,60	PE80
19	Ø75	8.4	407,8	477,13	PE80
14	Ø90	8.2	510,71	597,53	PE100
7	Ø118	10.0	787,19	885,91	PE100
9	Ø125	11.4	967,80	1 132,44	PE100
2	Ø160	14.6	1 850,00	1 825,20	PE100
4	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24	PE100
5	Ø250	22.7	3 818,00	4 463,56	PE100
8	Ø315	28.6	5 850,00	6 844,50	PE100
1	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40	PE100
1	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87	PE100
1	Ø630	57.2	23 123,50	27 064,50	PE100

TUBES PEHD : PN 20					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47	PE100
P3513102	Ø25	3.0	53,29	62,35	PE100
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20	PE80
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94	PE100
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82	PE100
P3513106	Ø63	7.1	338,73	395,31	PE100
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40	PE100
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70	PE100
P3513109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17	PE100
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22	PE100
P3513111	Ø160	17.9	1 947,68	2 278,68	PE100
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39	PE100
P3513113	Ø250	27.9	4 848,33	5 670,21	PE100
P3513114	Ø315	35.2	7 588,88	8 875,48	PE100
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74	PE100
P3513034	Ø500	55.8	19 083,81	22 304,66	PE100
	Ø630	-			PE100

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Courbes (Rouleurs) de 100 ML.  
 Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.  
 Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 06 mm.

**SARL K-PLAST**  
Transformation de Plastiques