



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Département Irrigation et Drainage

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

**OPTION : Conception Des Systèmes d'irrigation et de Drainage.**

THEME :

Etude de réhabilitation du périmètre d'irrigation  
de cap-Djenet , (500 ha) wilaya de Boumerdes

Présenté par :

Mr : ZAIDI AYOUB

### DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Président
Mme AZIEZ Ouahiba	M.A.A	Examinatrice
Mr YAHJAOUI Samir	M.A.A	Exàminateur
Mr KERRID Rachid	M.A.A	Examinateur
Mr KAHLERRAS Djilali	M.C.B	Promoteur

Juin 2018

## ملخص

ان الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة, هو اعادة تهيئة شبكة توزيع و تزويد المياه على مستوى المساحة الزراعية لمنطقة رأس جنات و الذي يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لمنطقة رأس جنات بولاية بومرداس , من اجل رفع المردودية الفلاحية لها و ذلك باستعمال افضل تقنيات السقي و التسيير الامثل للموارد المائية و هذا لن يتحقق الا بوجود انظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها في الميدان كنظام السقي بالتقطير الذي يعد الاكثر تطورا في الالونة الاخيرة نتيجة التقدم العلمي و التكنولوجي , و من بين ما يتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه للاقتصاد معتبر للمياه.

## Résumé

L'objectif de mon mémoire est la réhabilitation du système d'adduction et de distribution des eaux d'irrigation du périmètre de cap-djinet et ce ci est dans le cadre de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone de cap-djinet Wilaya de Boumerdes il est question d'augmenter le rendement agricole par l'utilisation des meilleur système d'irrigation, et une meilleur gestion des ressources en eau et cela en adaptant des système d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité a savoir:

L'irrigation localisée ma mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie ce système présente de multiples les avantage comme l'importance économie de l'eau.

## Abstract:

The present work aims to rehabilitate water adduction and distribution network through the perimeter of cap-djinet city of Boumerdes, this objective fits with the current irrigated and management of the perimeter , it increases agricultural productivity by using the most developed efficient irrigation system such as :

The localized one , these systems have many advantages like the preservation of important quantities of water .

# Contents

I	INTRODUCTION GENERALE.....	
II	Chapitre I :Analyse des conditions naturelles .....	
II.1	PRESENTATION DE LA WILAYA DE BOUMERDES.....	
	Situation climatologique .....	
	Etude de Précipitation .....	
	.....	
	Classification du climat selon diagramme de EMBERGER .....	
	Contexte pédologique .....	
	Conclusion .....	
VI	Calcul des besoins en eau des cultures .....	
	Tableau IV ajustement à la loi de Gumbel .....	
	IV.1 Travaux neuf : .....	
	IV.2 Travaux de réhabilitation : .....	
I.	Introduction.....	
	Tableau I. Coefficients $K'$ , $m$ , $B$ pour différents types du tuyau.....	
	Adduction à partir de la station de pompage vers réservoir de distribution:.....	
	Tableau II. Variation des HMT en fonction du diamètre. ....	
	Tableau III: Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre. ....	
	Tableau IV. Calcul des frais d'exploitation. ....	
	Pompe à axe horizontale : .....	
	VI.4 Vitesses admissibles : .....	
	VI.5. Choix du matériau des conduites : .....	
	VI.6. Caractéristiques des canalisations : .....	
	VI.7. Calcul des diamètres : .....	
	VI.8 .Pièces spéciales : .....	
	Conclusion : .....	
II.	Choix des techniques d'irrigation : .....	
III.	Différentes techniques d'arrosages : .....	
	III-1-2. L'irrigation par submersion.....	
I	Introduction : .....	
II	Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion : .....	

II.1 Données générales .....	
II.2 Dimensionnement théorique .....	
II.3 Dimensionnement hydrauliques des rampes : .....	
II.4 Calcul des pertes de charge : .....	
II.5 Calcul de la pression en tête du réseau.....	
III Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte : .....	
III.1 Données générales .....	
III.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée : .....	
III.4 Dimensionnement des canalisations du réseau: .....	
III.6 Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution : .....	
Conclusion : .....	

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Vitesse moyenne et maximale du vent (m/s) .....	06
Tableau 02 : Données de l'humidité relative (%) d'après l'O.N.M (1990-2003).....	06
Tableau 03 : Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes (1988-2012)...	07
Tableau 04 : Moyennes mensuelles et annuelles d'évaporation : .....	08
Tableau 05 : Caractéristique géographiques des stations pluviométriques .....	08
Tableau 06 : Précipitations moyennes mensuelles Source (A.N.R.H de Boumerdes ) .....	10
Tableau 07 : Classification du climat selon MARTON .....	11
Tableau 08 : Les précipitations mensuelles et la température (1980-2012).....	13
Tableau 09 : Caractéristique géographiques des stations pluviométriques .....	19
Tableau 10 : Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Baghlia.....	21
Tableau 11 : Ajustement a une loi de Gauss .....	23
Tableau 11 : Calcul des pluies mensuelles moy pour l'année sèche (freq= 80%).....	28
Tableau 12 : Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode .....	32
Tableau 13 : Précipitation efficace mens dans la zone d'étude.....	33
Tableau 14 : Occupation de l'aire d'étude (cultures projetées).....	34
Tableau 15 : Calcul des besoins en eau du Blé/Avoine. ....	36
Tableau 16 : Calcul des besoins en eau de l'orge grain.....	37
Tableau 17 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (saison).....	38
Tableau 18 : Calcul des besoins en eau de la carotte.....	39
Tableau 19 : Calcul des besoins en eau du concombre.....	40
Tableau 20 : Calcul des besoins en eau du chou.....	41
Tableau 21 : Calcul des besoins en eau de la tomate.....	42
Tableau 22 : Calcul des besoins en eau de la vigne.....	43
Tableau 23 : Tableau récapitulatifs des besoins d'irrigation des cultures.....	44
Tableau 24 : . Variation des HMT en fonction du diamètre.....	55
Tableau 25 : Calcul des frais d'exploitation.....	56

Tableau 26 : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	56
Tableau 27 : Choix de diamètre de la borne.....	64
Tableau 28 : Calcul des débits au niveau des bornes.....	64
Tableau 29 : Résultats de calcul (Débits, vitesse, perte de charge et pressions).....	74
Tableau 31 : Choix de la ventouse .....	75
Tableau 32 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage .....	83
Tableau 33 : Résultat de calcul pratique d'aspersion.....	92
Tableau 34 : calcul du diamètre de la rampe.....	100
Tableau 35 : calcul du diamètre de la rampe.....	100
Tableau 36 : calcul des diamètres de la conduite tertiaire.....	100
Tableau 37 : Récapitulatif des calculs hydrauliques.....	101
Tableau 38 : Quantité des travaux de terrassement.....	105
Tableau 39 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....	106

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> Localisation de Djinet dans la wilaya de Boumerdés.....	<b>3</b>
<b>Figure 2:</b> Situation géographique de la région de Cap Djinet.....	<b>4</b>
<b>Figure 3 :</b> Variabilité des températures de la station de Baghlia.....	<b>7</b>
<b>Figure 4:</b> Variabilité pluviométrique annuelle de la station Baghli Source (A.N.R.H de Boumerdes ) .....	<b>9</b>
<b>Figure 5 :</b> Variabilité mensuelle de la station Baghlia .....	<b>10</b>
<b>Figure 6 :</b> Diagramme bioclimatique .....	<b>12</b>
<b>Figure 7 :</b> Diagramme ombrothermique de GAUSSEN .....	<b>13</b>
<b>Figure 8</b> Ajustement a une loi de Gauss .....	<b>24</b>
<b>Figure 9</b> _ajustement à la loi de Gumbel.....	<b>26</b>
<b>Figure 10:</b> Bilan des frais d'investissement et d'exploitation. ....	<b>57</b>
<b>Figure 11 :</b> Irrigation par aspersion. Source( <a href="http://www.agrimaroc.ma">www.agrimaroc.ma</a> .....	<b>80</b>
<b>Figure12 :</b> Irrigation en goutte à goutte source( <a href="http://www.agrimaroc.ma">www.agrimaroc.ma</a> ) .....	<b>81</b>
<b>Figure 13 :</b> Disposition de la conduite dans une tranchée.....	<b>105</b>





## INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource essentielle dans la vie. Elle fait l'objet d'utilisation très diverse par l'homme. Indispensable dans la production agricole, énergétique et industrielle. Fragile et limitée, la ressource en eau est de plus en plus menacée par les conséquences des activités humaines. Le nombre croissant d'utilisateurs nous oblige aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et ainsi à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

Dans le domaine de l'irrigation la solution consiste à identifier les futurs projets en adoptant les techniques et les procédés d'arrosage qui utilisent d'une façon rationnelle et efficace les volumes d'eau réservés.

Cette étude sera effectuée afin de bien exploiter l'eau du barrage BENOUALI destinée à irriguer un périmètre de 500 ha à CAP-DJINET, elle permettra ainsi de choisir la meilleure technique 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.

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

## **I.1 PRESENTATION DE LA WILAYA DE BOUMERDES**

La Wilaya de Boumerdes est une wilaya côtière du centre du pays qui s'étend sur une superficie de 1 456,16 Km<sup>2</sup> avec 100 Km de profil littoral allant du cap de Boudouaou El Bahri à l'Ouest, à la limite Est de la commune de Afir.

Sa population est évaluée au dernier recensement de la population de 2008 à 801 068 habitants. La répartition de cette population sur son territoire est homogène avec une nette concentration au niveau des agglomérations chefs lieux de communes.

La Wilaya de Boumerdes est créée suite à la promulgation de la loi n°84-09 du 04 Février 1984 relative au découpage territorial administratif. Elle compte actuellement 32 Communes regroupées autour de 09 Dairas : Boumerdes – Boudouaou – Bordj-Ménaïel – Baghlia – Dellys – Isser – Khemis El Khechna – Naciria et Thénia

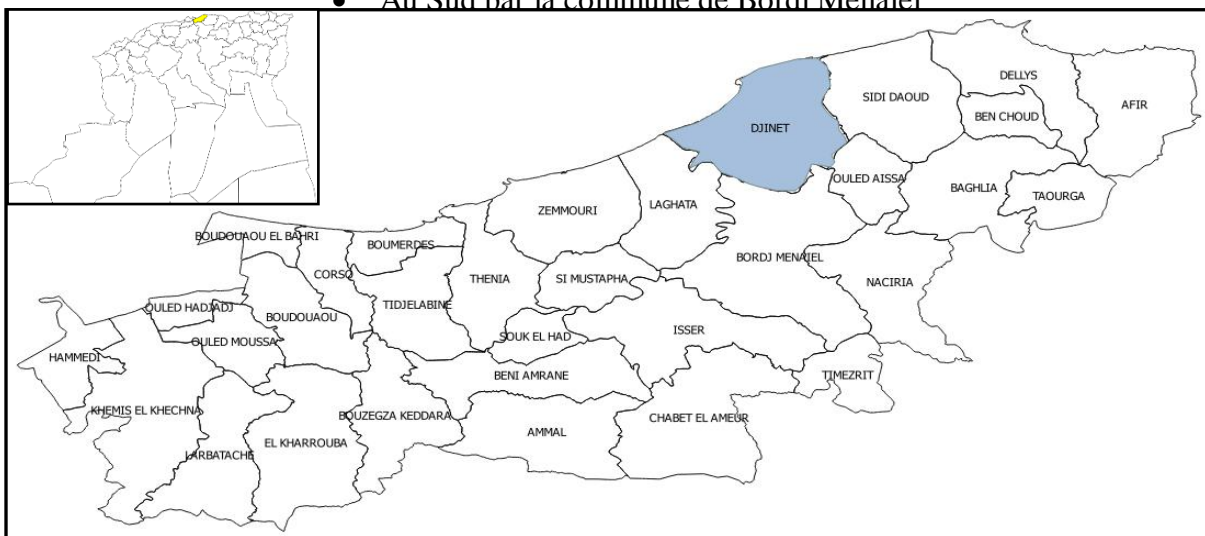
## **II DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE**

### **II.1 Situation géographique**

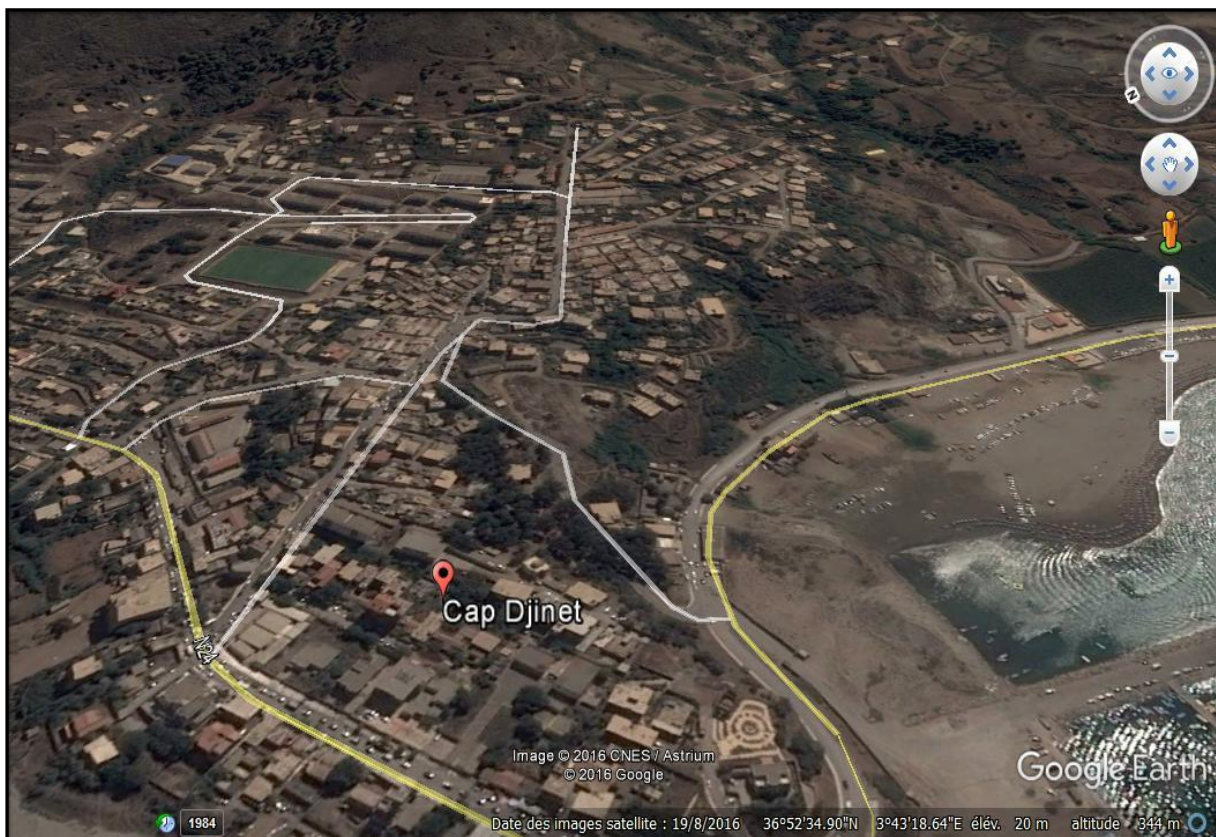
Djinet est une petite ville côtière algérienne, située dans le littoral du daïra de Bordj Menaïel, entourée par Bordj Menaïel, Sidi Daoud et Lagata. Elle est située à 15 km au Nord-Est de Bordj Menaïel entre 36° 52' 37'' Nord et 3° 43' 23'' Est longitude Est Altitude 32 m La ville compte 21 966 habitants depuis le dernier recensement de la population (2008).

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 aïssa
- le sud-ouest par la commune Laghata
- Au Sud par la commune de Bordi Menaïel



**Figure 1** Localisation de Djinet dans la wilaya de Boumerdes



**Figure 2:** Situation géographique de la région de Cap Djinet

Source : Google earth (19 août 2016)

### III SITUATION CLIMATOLOGIQUE

---

La maîtrise des eaux dans une région est extrêmement liée aux phénomènes qui régissent les écoulements superficiels et souterrain et les conditions climatiques qui jouent un rôle déterminant dans le régime des cours d'eau.

La zone d'étude est située sur le littoral, de ce fait, elle est soumise à l'influence d'un régime climatique méditerranéen, caractérisé par un hiver pluvieux et doux et un été sec et chaud, avec des précipitations d'origine cyclonique très irrégulières, dont le maximum est enregistré au mois de Janvier.

Son régime climatique dépend de deux paramètres principaux : la précipitation météorologique et la température. Les précipitations constituent une composante fondamentale en hydrologie. Leurs mesures et leurs études détaillées sont primordiales pour la connaissance du régime des oueds, de l'état des réserves en eau du sol et de la recharge des nappes.

Les écoulements sont l'un des processus hydrologiques les plus variables, à la fois dans l'espace et dans le temps (aux échelles annuelle, mensuelle et journalière).

La pluviométrie demeure à cet effet l'élément le plus important. Elle intervient par :

- La hauteur totale annuelle, qui détermine l'abondance fluviale.
- La répartition mensuelle et saisonnière, qui influe directement sur le régime hydrologique.

Aux précipitations s'ajoutent d'autres facteurs climatiques, à savoir, la température et l'évapotranspiration, paramètres nécessaires à l'élaboration du bilan hydrique.

La température de l'air constitue un facteur climatique prépondérant dans l'estimation de l'évapotranspiration; elle représente une variable permettant la description du climat d'une région donnée. L'étude des températures est utile car elles influent sur un grand nombre de facteurs. Elles influent très fortement sur la répartition de la végétation.

Pour avoir une idée sommaire sur le climat on a eu recours à exploiter les données de la station climatique de Baghlia village.

### **III.1 Vent**

Le paramètre du vent est un facteur important sur le plan agronomique que de point de vue de l'aménagiste puisque il consiste élément déterminant dans le choix de type d'irrigation (aspersion ou gravitaire) aussi que dans l'élaboration du système de protection des périmètres (réseau de brise-vents).

La région d'étude renferme peu de station de mesures du vent. Nous avons donc utilisé les données d'une station de **Dellys**.

La vitesse moyenne du vent à Dellys varie de 2,7 m/s au mois d'août pour atteindre un maximum de 3,9 m/s au mois de février. La vitesse maximum du vent varie entre 18 m/s au mois de septembre pour atteindre un maximum de 47 m/s au mois de mars.

<b>Tableau 1.</b> Vitesse moyenne et maximale du vent (m/s)													
<b>Station</b>	<b>Mois</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>
<b>Dellys</b>	Vitesse Moy	3,0	3,0	3,4	3,8	3,7	3,9	3,8	3,5	3,2	3,1	2,8	2,7
	Vitesse Max	18	27	26	25	22	21	47	25	20	21	24	20

Source : ANRH Boumerdés

Une analyse des valeurs moyennes observées montre une stabilité des vitesses tout au long de l'année.

### **III.2 Humidité**

L'humidité s'agit d'un élément important du cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et de couverture végétale. La région d'étude renferme peu de station de mesures de l'humidité. Nous avons donc utilisé les données d'une station de Dellys.

Les moyennes mensuelles d'humidité relative à la station de Dellys pour la période 1990-2003 (tableau 2), varient respectivement de 70% à 77%, on constate également que l'humidité relative mensuelle à la station de Dellys ne descend pas au dessous de 70% ceci est du à la proximité de la mer. La valeur moyenne annuelle est de 73.9% à **Dellys**.

<b>Tableau 2.</b> Données de l'humidité relative (%) d'après l'O.N.M (1990-2003)													
<b>Station</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>Moy</b>
<b>Dellys</b>	74	76	72	73	73	76	75	75	77	70	71	75	73,9

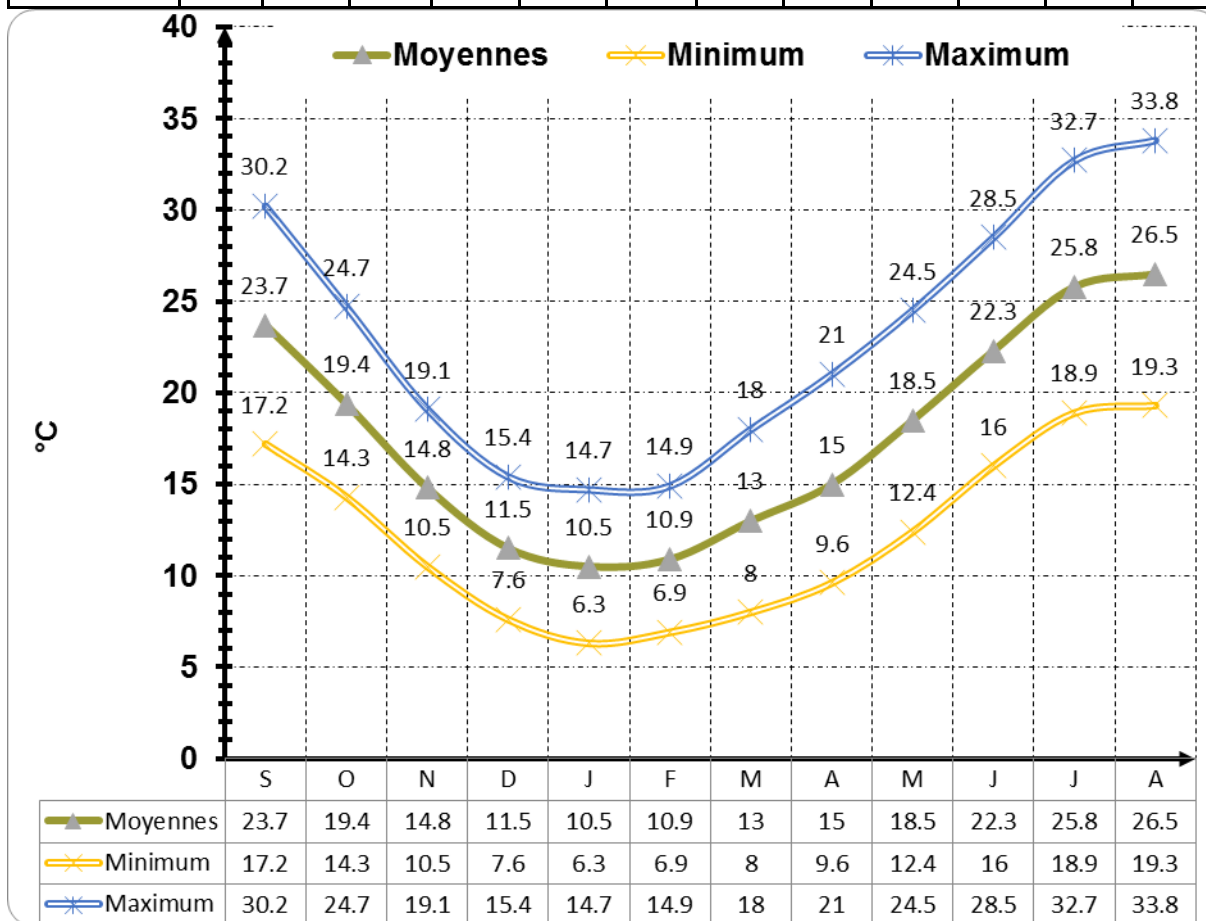
### **III.3 Température**

Ce paramètre conditionne l'évaluation du déficit d'écoulement qui intervient dans l'estimation du bilan hydrologique. La station de Baghlia a été choisie pour l'analyse des températures vue sa proximité à la région d'étude.

Les températures mensuelles en (°C) relevées à la station de Baghlia pour la période 1988-2012 sont indiquées dans la figure 3

**Tableau 3 :** Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes (1988-2012)

Paramètres	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août
T°C Moy	23.7	19.4	14.8	11.5	10.5	10.9	13	15	18.5	22.3	25.8	26.5
T°C Max	30.2	24.7	19.1	15.4	14.7	14.90	18	21	24.5	28.5	32.7	33.8
T°C Min	17.2	14.3	10.5	7.6	6.3	6.9	8	9.6	12.4	16	18.9	19.3



**Figure 3 :** Variabilité des températures de la station de Baghlia

La variation de la température moyenne mensuelle, sur une période de (1988-2012), montre que les valeurs les plus élevées sont observées pendant l'été (Juillet-Août) avec des températures allant de 25.8 °C et 26.5 C°. Les valeurs les plus basses, sont de 6.3 à 6.9 °C, observées durant la période hivernale (Janvier- Février). La valeur de la température moyenne annuelle est de 17,7 C°.

### III.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 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

## IV ETUDE DE PRECIPITATION

La chronique des données dont on a disposé recouvrent une période allant de 1980 à 2012. Des analyses à la fois mensuelles et annuelles des précipitations ont été réalisées.

### IV.1 Localisation géographique de la station pluviométrique

La disponibilité des données météorologiques et la représentativité des stations nous ont amené à sélectionner la station pluviométrique de Baghlia village comme indiqués dans le tableau 5, dont la distribution est relativement homogène à l'intérieur des zones climatiques.

Cette station climatique a été choisi sur la base des critères suivants:

- ❖ Critères topographiques: l'ensemble de ces stations offrent le même profil topographique.
- ❖ Critères climatiques: ces stations appartiennent à la même trame climatique.

**Tableau 5.** Caractéristique géographiques des stations pluviométriques

Stations	Code	Coordonnée X	Coordonnée Y	Z (m)	P.O
<b>Baghlia Village</b>	022002	603,50	390,00	30	1980-2012

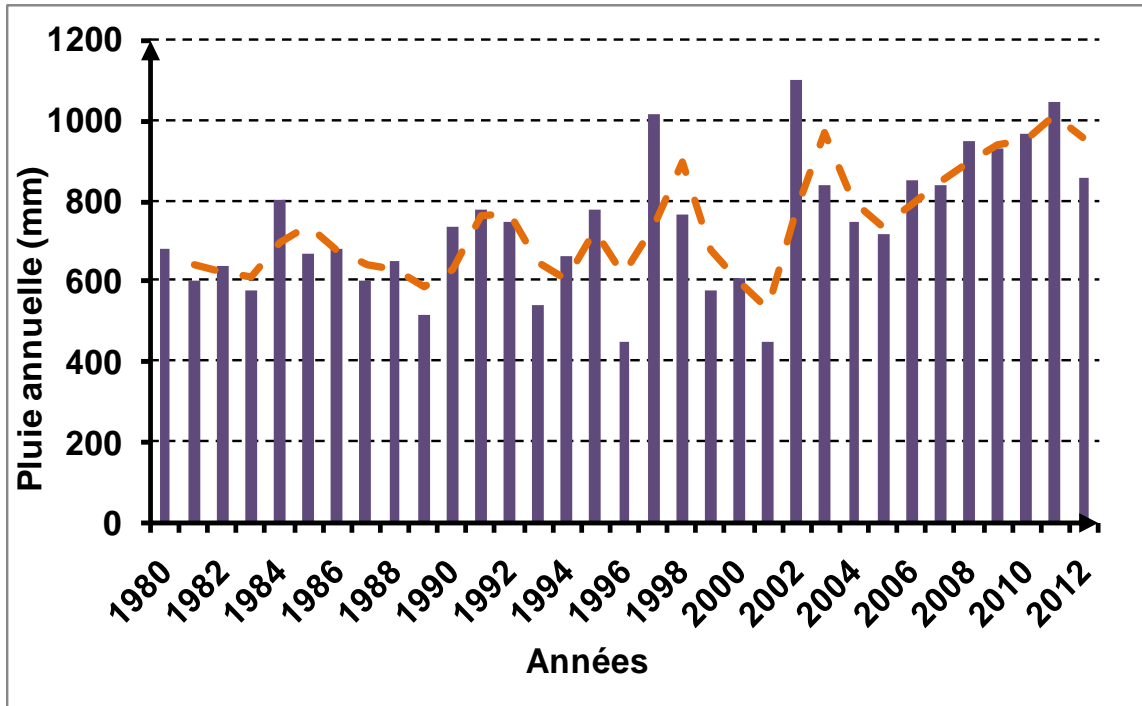
**NB : Les coordonnées X et Y sont en Lambert (Km), P.O: Période d'observation (ans)**



## IV.2 Evolution annuelle des précipitations

Elles représentent la réparation annuelle de la pluviométrie sur un bassin versant.

L'analyse de la courbe des variations annuelles des précipitations, sur une période de (1980-2012) montre que l'année 1997 est la plus arrosée avec 1020 mm tandis que l'année 2001 est la plus sèche avec 450 mm (Figure 4).



**Figure 4:** Variabilité pluviométrique annuelle de la station Baghli Source (A.N.R.H de Boumerdes )

## IV.3 Evolution mensuelle des précipitations

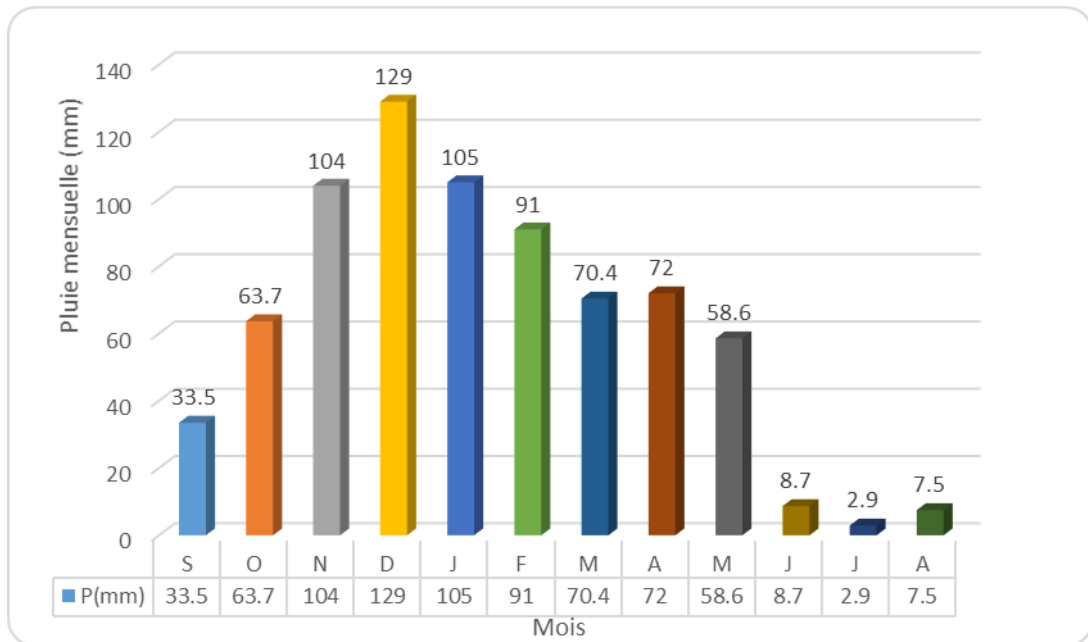
Elle représente la répartition mensuelle de la pluviométrie sur un bassin versant. Cette variation est donnée sous forme de hauteur des précipitations enregistrées au niveau des pluviomètres pour chaque mois d'une année hydrologique.

La répartition des moyennes mensuelles de la pluviométrie enregistrée au niveau de cette station est donnée dans la figure 5 ci-dessous.

La courbe de variation des précipitations moyennes mensuelles sur une période (1980-2012), montre que le mois de décembre est le plus pluvieux avec 129 mm, alors que le mois de Juillet est le plus sec avec 2.9 mm.

**Tableau 6:** Précipitations moyennes mensuelles Source (A.N.R.H de Boumerdes )

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	p.a
p (mm)	33.5	63.7	104	129	105	91	70.4	72	58.6	8.7	2.9	7.5	746.3



**Figure 5 :** Variabilité mensuelle de la station Baghlia

Après l'analyse des figures 5 on remarque que la majorité des précipitations (80%) étant concentrés sur la période d'octobre à avril. Les pluies en juin; juillet et août sont négligeables.

#### IV.4 Indice climatiques

Il existe beaucoup de formules qui permettent d'évaluer les indices climatiques, tel que: De Martonne, Emberger, Moral, Stewart et celle Everte.

##### Indice Aridité

C'est un état du climat qui peut accélérer l'altération, mais contrairement à l'humidité, cette altération est physique. Cet indice est un paramètre qui permet la classification du climat, afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat L'indice d'aridité de E. Mortone est défini par:

$$I = \frac{P}{T + 10} \quad (1)$$

avec P : pluviométrie annuelle moyenne en (mm).

T : température moyenne annuelle en (°C).

I : l'indice d'aridité.

Tableau 7. Classification du climat selon MARTON		
Valeurs de I	Type de climat	Irrigation
I<5	Désertique	Indispensable
5<I<10	Très sec	Indispensable
10<I<20	Sec	Souvent Indispensable
20<I<30	Relativement humide	Parfois utile
I>30	Humide	Inutile

Pour la station de Baghlia : P = 746,3 mm, T = 17,6 °C  $I = \frac{746.3}{17.6+10} = 27.03$

on aura l'indice I = 27.03

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise a un régime de climat relativement humide par conséquent,

**l'irrigation est Souvent Nécessaire.**

### Classification du climat selon diagramme de EMBERGER

La technique est fondée sur un diagramme dressé par EMBERGER (figure 6) qui nous renseigne sur le climat, ainsi que le type d'Hiver dominants d'une région. Pour cela; nous avons calculé, par l'expression (3), le quotient de EMBERGER, que nous avons projeté sur le Diagramme Bioclimatique.

$$Q = \frac{1000P}{\frac{(M + m)(M - m)}{2}} = \frac{2000P}{M^2 - m^2} \dots \dots \dots (3)$$

$$Q = \frac{2000 \times 746.3}{(33.8 + 273)^2 + (6.3 + 273)^2} = 62.6$$

Tel que : P : Précipitation moyenne annuelle de la région en (mm)

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en (K°)

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en (K°)

Pour :

$P = 746,3 \text{ mm}$  ;  $M = 33,8^\circ\text{C}$  ;  $m = 6,3^\circ\text{C}$  On aura :  $Q = 62.6$

D'après le diagramme Bioclimatique (Figure 6), la zone d'étude jouit d'un climat **Subhumide**. Caractérisé par des **Hivers doux**. Ces renseignements complètent celles obtenus précédemment par la méthode de MARTON; et qui sont d'une importance majeure.

\*

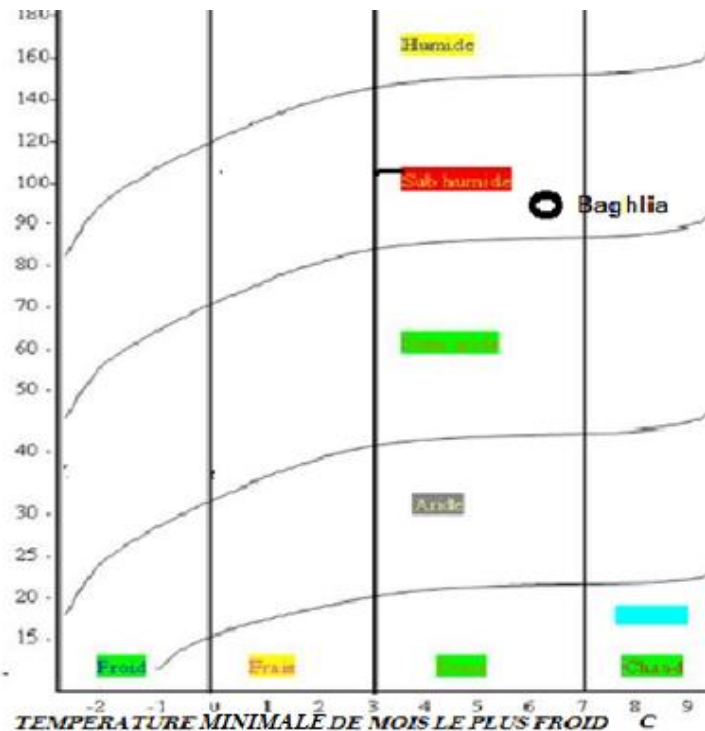


Figure 6 : Diagramme bioclimatique

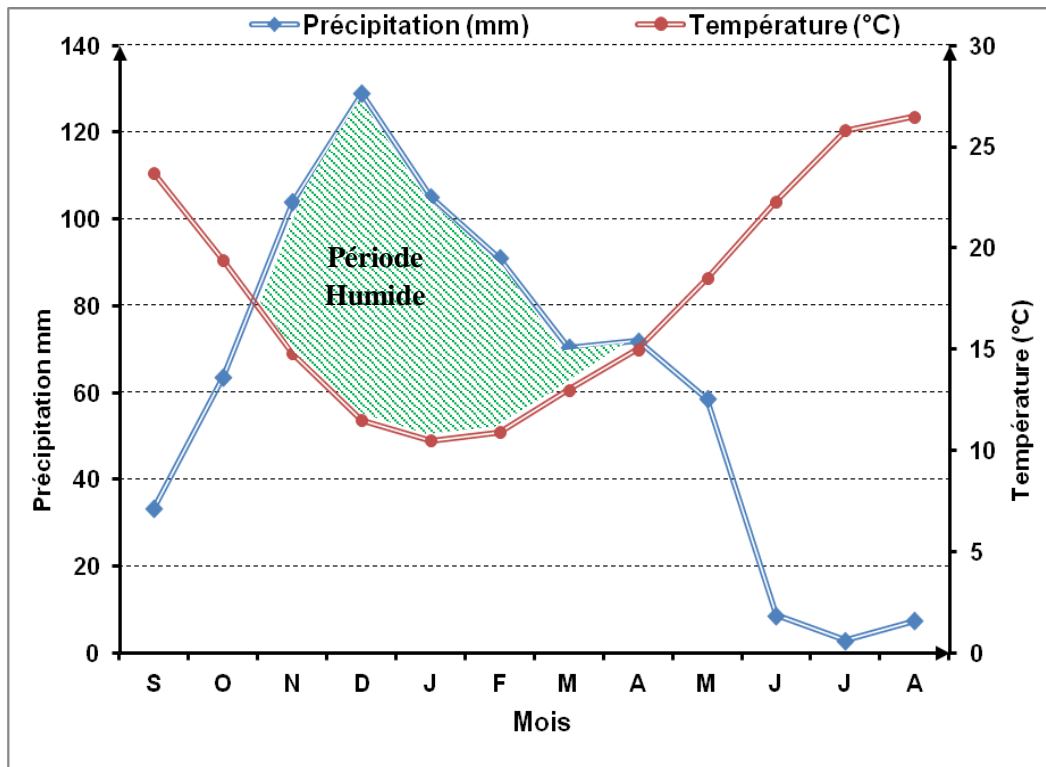
#### IV.5 Relation Température -Précipitation (Régime thermique)

Afin d'avoir une idée sur le caractère de saison dans la station de Baghlia, nous avons établi les diagrammes ombrothermiques de GAUSSEN pour cette station.

Selon la définition de Gausсен basée sur le comportement de la végétation aux mois où le total de la précipitation est égal ou inférieur au double de la température moyenne soit  $P \leq 2T$ , comme le montre les diagrammes ombrothermiques (figure 7).

**Tableau 8:** Les précipitations mensuelles et la température (1980-2012)

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P (mm)	33.5	63.7	104	129	105	91	70.4	72	58.6	8.7	2.9	7.5
Tmoy	23.7	19.4	14.8	11.5	10.5	10.9	13	15	18.5	22.3	25.8	26.5
2Tmoy	47.4	38.8	29.6	23	21	21.8	26	30	37	44.6	51.6	53



**Figure 7 :** Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

On remarque que Les mois secs se succèdent de mois de Mai à Novembre où on observe une coïncidence entre les deux extrêmes (maxima thermique et minima pluviométrique), cela traduit une période de sécheresse où l'évapotranspiration atteint sa plus forte valeur ce qui se répercute sur le bilan hydrique.

## V CONTEXTE PEDOLOGIQUE

---

Les sols de la région de Cap Djinet se répartissent en quatre classes :

### **Les sols peu évolués**

Couvrent plus de 70 % de la superficie de la plaine lui donnant un caractère d'homogénéité; la couverture de ces sols et leurs limites comparées aux formations géomorphologiques de la région présentent souvent une concordance avec la limite de la terrasse récente du Quaternaire. Ils sont d'origine non climatique et se caractérisent par la diversité de leur sous-groupe.

On distingue 3 variantes des sols :

- ❖ Sols à texture limono-argileuse devenant équilibrée en profondeur (entre 25-50 cm)
- ❖ Sols de texture limono-argileuse à sableuse (entre 70-120 cm).
- ❖ Sols de texture limoneuse devenant fine (à partir de 80-90 cm).

### **Les vertisols**

Ils occupent une superficie très restreinte (inférieure à 10%) et se limite à deux petites parcelles situées au milieu de la périphérie Sud de la plaine ; la structure de ces sols est moyennement lourde.

### **Les sols calcimagnésiques carbonatés**

Occupent une superficie de 12% environ, on les remarque nettement autour de Bordj-Menaïel où ils évoluent sur une terrasse limono-argileuse.

## V.2 Cadre géologique

La région de Cap Djinet appartient au vaste ensemble géologique qui est le tell septentrional kabyle. Les études géologiques antérieures ont montré que la région d'étude se caractérise par sa complexité tant structurale que stratigraphique, il montre aussi l'existence de formation métamorphique d'âge précambrien recoupée localement par des roches intrusive et d'autre part par des formations sédimentaires.

### Stratigraphie

Les structures géologiques de la région sont marquées, par l'existence de formation métamorphique d'âge précambrien recoupées localement par des roches intrusives acides et basiques d'une part, et de formations sédimentaires d'autre part, nous rencontrons à l'affleurement des roches les plus anciennes aux plus récentes.

#### ❖ Socle cristallophyllien

Les terrains précambriens sont développés sur les vieux Massif kabyle de Boudouaou et de Ben Norah de Beni Amrane et de Thenia et sont subdivisées en deux assises :

##### a) Assise métamorphique inférieure

Elle est représentée par un intervalle de Gneiss oeillet et de Micaschistes Feldspath - quartzitiques, formant des plis.

##### b) Assise supérieure

Elles sont moins métamorphisées et constituent essentiellement de chloritoschistes quartzifères. À l'ouest de Beni Amrane une série de quartzites s'associe à des magnétites –hématites, la puissance de cette assise dépasse les 200 mètres.

#### ❖ Les roches éruptives

Ces roches sont d'âge pré-tertiaire et tertiaire, les roches pré-tertiaires sous forme de filons de pegmatites ou granites souvent tourmalinifères affleurent à Beni Amrane et Bordj Menaïel tandis que les roches tertiaires sont représentées d'une part par un pointement de roche granodioritique dans le Massif de Thenia et d'autre part par des formations volcaniques (liparites, basaltes et les roches ophiolitiques).

#### ❖ Les formations sédimentaires

Les terrains Paléozoïques et Mésozoïques sont développés dans le Dorsal Kabyle et Jalonnent les versants Nord de la chaîne calcaire.

#### ❖ **Les roches siluriennes**

Elles sont représentées par les schistes argileux intercalées de grès quartzeux puissant de 300 à 400 m Les sédiments permo-triasiques : Ce sont le plus souvent des grès à micro – poudingues conglomérates et argiles d'une puissance de 500 m.

#### ❖ **Les dépôts méso-cénozoïques** Ils ont été subdivisés en trois(3) parties :

- a) Le lias e 500 m d'épaisseur est constitués des calcaires, des marnes et des dolomies.
- b) **L'aptien et l'albien** : Ce sont des dépôts d'une puissance de 500 à 700 m, ils sont représentés par les grès quartzitiques, des argiles et les marnes, ils affleurent au sud de Boudouaou et aux limites de la Dorsale Kabyle.
- c) **Le flysch paléogène** : Ils sont largement développés dans la chaîne calcaire et dans la région des bordures des saillies du socle métamorphiques, leurs puissance est de 1500 à 2000 m dans la bande de la Dorsal Kabyle et de quelque centaines des mètres dans la limite des Massif.

### **V.3 Réseau hydrographique**

Le sous bassin versant du Bas Isser est caractérisé par un réseau hydrographique très dense de l'amont dans les gorges de Lakhdaria. L'Oued Isser a une longueur de 35 km (du barrage Beni Amrane jusqu'à la Mer méditerranée). L'écoulement se fait de Sud vers le Nord.

Les affluents de l'Oued Isser dans la Basse Vallée se limitent à l'Oued Djemaa, le reste des affluents ne sont que de petites rivières pérennes ou saisonnières. Parmi ces cours d'eaux pérennes :

- ❖ Oued Ménaiel et Chender (ces derniers se regroupent et forment un seul cours d'eau à 1 km environ du lit majeur de l'Isser) ;
- ❖ Oued Aoudja (situé à l'aval de l'Isser) ;
- ❖ Oued Bou Amour (situé dans la partie amont de la zone).



#### **V.4 La couverture végétale**

La couverture végétale est aussi un facteur prépondérant qui influence les écoulements superficiels, non seulement elle amortit les crues en réduisant et en freinant le ruissellement, mais aussi agit sur la qualité physique des eaux du cours d'eaux qui seront moins chargées en matières solide. La végétation influence positivement en ralentissent l'écoulement de l'eau à la surface, lui donne ainsi plus de temps pour pénétrer dans le sol. Enfin le fouillage protège le sol de l'impact de la pluie et diminue par conséquence le phénomène de battance.

La répartition de végétation dans notre région d'étude est dominée par les cultures annuelles. Sur la plaine nous notons la présence de la vigne, des fourrages des céréales, des légumes secs et du maraichage. Sur les collines, on trouve essentiellement la pratique de la céréaliculture, des fourrages et de la culture melon. Sur les montagnes et les piémonts, c'est la zone où prédomine la culture d'olives et d'autres espèces forestières telles que le peuplier, le chaine liège et le pin. (Salhi, 2004).

#### **VI Conclusion**

L'étude exposée dans ce chapitre a fait l'objet d'une description et d'une analyse des divers facteurs climatiques de la région de Cap Djinet et de donner un aperçu général de la zone d'étude.

Les paramètres nalyés concernent une période récente de deux stations pluviométriques de 1980-2012 sont:

- ❖ La precipitation moyennes dans la région d'étude est de l'ordre de 740 mm/an pour la station de Baghlia village .
- ❖ La variation des températures sont de 6,3 à 6,9 °C observées durant la période hivernale (Janvier- Février). La valeur de la température moyenne annuelle est de 17,7 C°;

# **Chapitre :II**

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

## I Introduction

Cette partie de l'étude a pour but de déterminer les besoins en eau des cultures tout au long de leur cycle végétatif. Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal. 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.

### I.1 Présentation de la station pluviométrique :

La disponibilité des données météorologiques et la représentativité des stations nous ont amené à sélectionner la station pluviométrique de Baghlia village dont la distribution est relativement homogène à l'intérieur des zones climatiques.

Ces stations climatiques ont été choisies sur la base des critères suivants:

- ❖ Critères topographiques: l'ensemble de ces stations offrent le même profil topographique.
- ❖ Critères climatiques: ces stations appartiennent à la même trame climatique.

**Tableau 1.** Caractéristique géographiques des stations pluviométriques

Stations	Code	Coordonnée X	Coordonnée Y	Z (m)	P.O
<b>Baghlia Village</b>	022002	603,50	390,00	30	1980-2012

**NB : Les coordonnées X et Y sont en Lambert (Km), P.O: Période d'observation (ans)**

## II Etude hydrologique :

### II.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 :

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

$W_x$  : représente la somme des rangs des  $X_i$

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

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

n : Taille de l'échantillon X ;

m : Taille de l'échantillon Y ;

Les résultats des tests de Wilcoxon appliqués à la station pluviométrique sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau II** :Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Baghlia

X	Y	XUY par ordre Croissant	Série d'origine	rang	XUY par ordre croissant	Série d'origine	Rang
763,5	737,7	456.9	Y	1	763.5	X	19
597,2	567,7	499.6	X	2	766.4	X	20
688,9	620,1	516	X	3	767.1	X	21
550,3	456,9	523.8	X	4	769.1	X	22
809,1	1099,8	550.3	X	5	809.1	X	23
750,1	845,8	567.7	Y	6	845.8	Y	24
769,1	716,6	596.3	X	7	882.7	Y	25
596,3	729,1	597.2	X	8	870.9	Y	26
658,6	882,7	620.1	Y	9	888.4	Y	27
523,8	870,9	658.6	X	10	897.8	Y	28
725,1	933,2	669.6	X	11	930.7	Y	29
766,4	888,4	688.9	X	12	933.2	Y	30
669,6	930,7	716.6	Y	13	1031.2	X	31
516	1045,4	725.1	X	14	1045.4	Y	32
734,7	897,8	729.1	Y	15	1099.8	Y	33
767,1		734.7	X	16			
499,6		737.7	Y	17			
1031,2		750.1	X	18			

- ✓  $n = 18$
- ✓  $m = 15$
- ✓  $W_x = 246$
- ✓  $W_{min} = 251.78$

$$\checkmark \quad W_{\max} = 360.21$$

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

## II.2. Etude fréquentielle des pluies annuelles :

### II.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 :

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

Avec :  $n$  : Numéro d'ordre.

$N$  : Nombre d'années observées.

On doit calculer :

La moyenne arithmétique :  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n} \quad N \geq 30$

L'écart type :  $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad \text{Pour } N \leq 30$

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

Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYDROLAB

Voire le tableau n°(III),

**Tableau III: Ajustement a une loi de Gauss**

Valeurs de Départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
763.5	456.9	1	0.0152	-2.166	456.9	392.7573133	332.0916148	441.7127886
597.2	499.6	2	0.0455	-1.691	499.6	470.4404594	419.1698838	512.5713394
688.9	516	3	0.0758	-1.434	516	512.3337291	465.7809106	551.133096
550.3	523.8	4	0.1061	-1.248	523.8	542.7946936	499.4623473	579.3815386
809.1	550.3	5	0.1364	-1.097	550.3	567.4564404	526.5721938	602.4112403
750.1	567.7	6	0.1667	-0.967	567.7	588.5944319	549.6752375	622.2836337
769.1	596.3	7	0.1970	-0.852	596.3	607.3707387	570.0792612	640.0535297
596.3	597.2	8	0.2273	-0.748	597.2	624.4658852	588.5485834	656.340177
658.6	620.1	9	0.2576	-0.651	620.1	640.316894	605.5727266	671.5425599
523.8	658.6	10	0.2879	-0.560	658.6	655.2241978	621.4870142	685.936161
725.1	669.6	11	0.3182	-0.473	669.6	669.4058025	636.5336278	699.7220245
766.4	688.9	12	0.3485	-0.389	688.9	683.0272982	650.895402	713.0539757
669.6	716.6	13	0.3788	-0.309	716.6	696.2197128	664.7158951	726.0548476
516	725.1	14	0.4091	-0.230	725.1	709.0907977	678.1120375	738.8267779
734.7	729.1	15	0.4394	-0.153	729.1	721.7325762	691.1825451	751.4581425
767.1	734.7	16	0.4697	-0.076	734.7	734.2266962	704.0138298	764.0285269
499.6	737.7	17	0.5000	0.000	737.7	746.6484848	716.6844092	776.6125605
1031.2	750.1	18	0.5303	0.076	750.1	759.0702735	729.2684428	789.2831399
737.7	763.5	19	0.5606	0.153	763.5	771.5643935	741.8388272	802.1144246
567.7	766.4	20	0.5909	0.230	766.4	784.206172	754.4701918	815.1849322
620.1	767.1	21	0.6212	0.309	767.1	797.0772569	767.2421221	828.5810746
456.9	769.1	22	0.6515	0.389	769.1	810.2696715	780.242994	842.4015677
1099.8	809.1	23	0.6818	0.473	809.1	823.8911672	793.5749452	856.7633418
845.8	845.8	24	0.7121	0.560	845.8	838.0727719	807.3608087	871.8099555
716.6	870.9	25	0.7424	0.651	870.9	852.9800757	821.7544098	887.7242431
729.1	882.7	26	0.7727	0.748	882.7	868.8310845	836.9567927	904.7483863
882.7	888.4	27	0.8030	0.852	888.4	885.926231	853.24344	923.2177085
870.9	897.8	28	0.8333	0.967	897.8	904.7025378	871.013336	943.6217322
933.2	930.7	29	0.8636	1.097	930.7	925.8405293	890.8857294	966.7247759
888.4	933.2	30	0.8939	1.248	933.2	950.5022761	913.9154311	993.8346224
930.7	1031.2	31	0.9242	1.434	1031.2	980.9632406	942.1638737	1027.516059
1045.4	1045.4	32	0.9545	1.691	1045.4	1022.85651	980.7256303	1074.127086
897.8	1099.8	33	0.9848	2.166	1099.8	1100.539656	1051.584181	1161.205355

**Ajustement a une loi de Gauss**

Moyenne=746.6484848

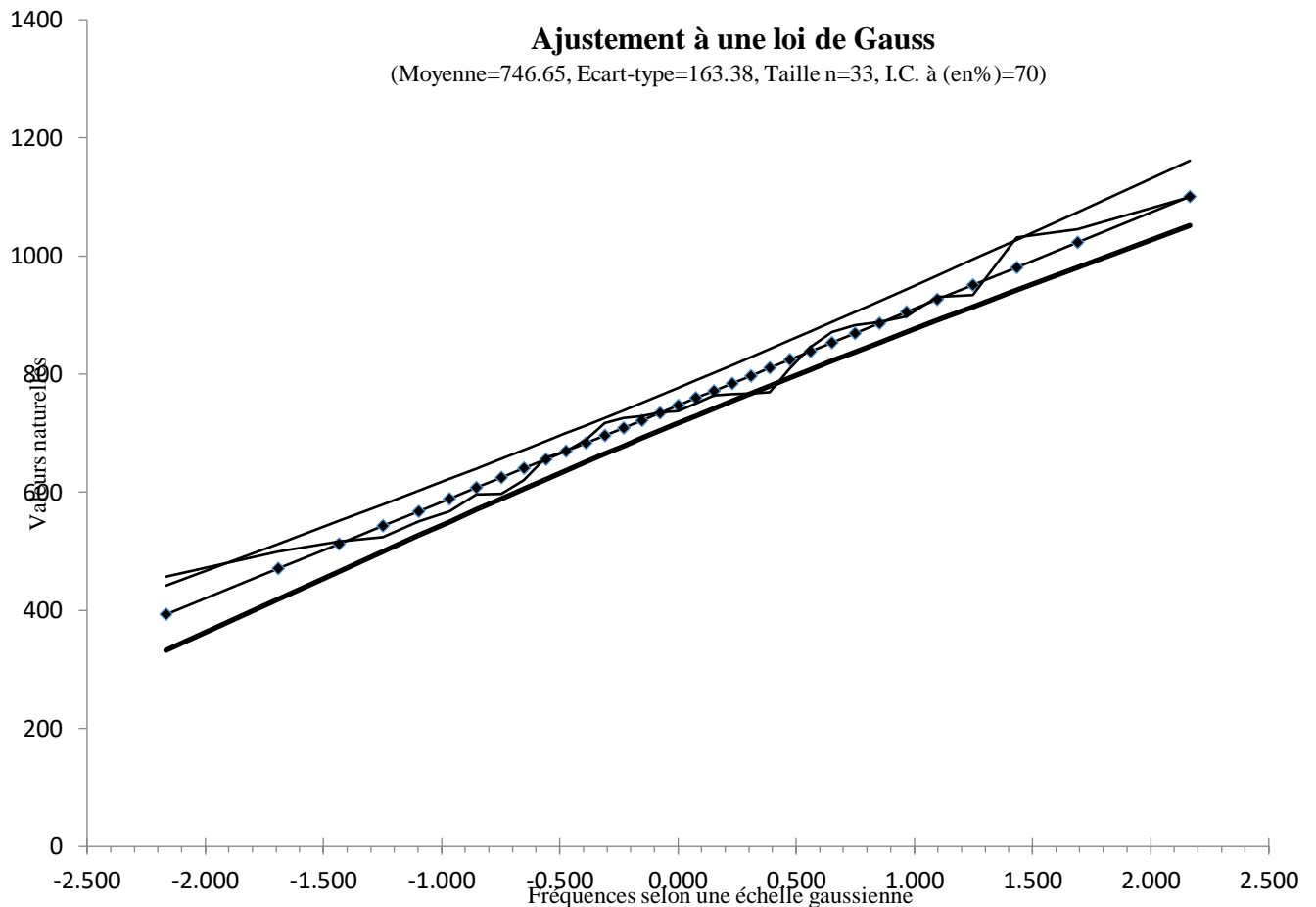
Taille n=33

Ecart-type=163.376607

I.C. à (en%)=70

U Gauss=1.036

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0.842	609.1472634	572.0035625	641.7410628	609.147	0.200	5.0
0.5	0.000	746.6484848	716.6844092	776.6125605	746.75	0.500	2.0
0.8	0.842	884.1497063	851.5559069	921.2934072	884.15	0.800	5.0



**Figure I** Ajustement a une loi de Gauss

## II.2.2- Ajustement à la loi GUMBEL

La fonction de répartition de la loi de Gumbel est :

$$F(X) = e^{-e^{-\frac{x-x_0}{\alpha}}}$$

$F(X)$  : Fréquence au dépassement de la valeur de  $x$

$\alpha, x_0$  : coefficients d'ajustement

$x_0$  : est le paramètre de position ;  $\alpha$  : est le paramètre d'échelle.

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



## Ajustement à une loi de Gumbel

Mode= 673.12  
Gradex= 127.43

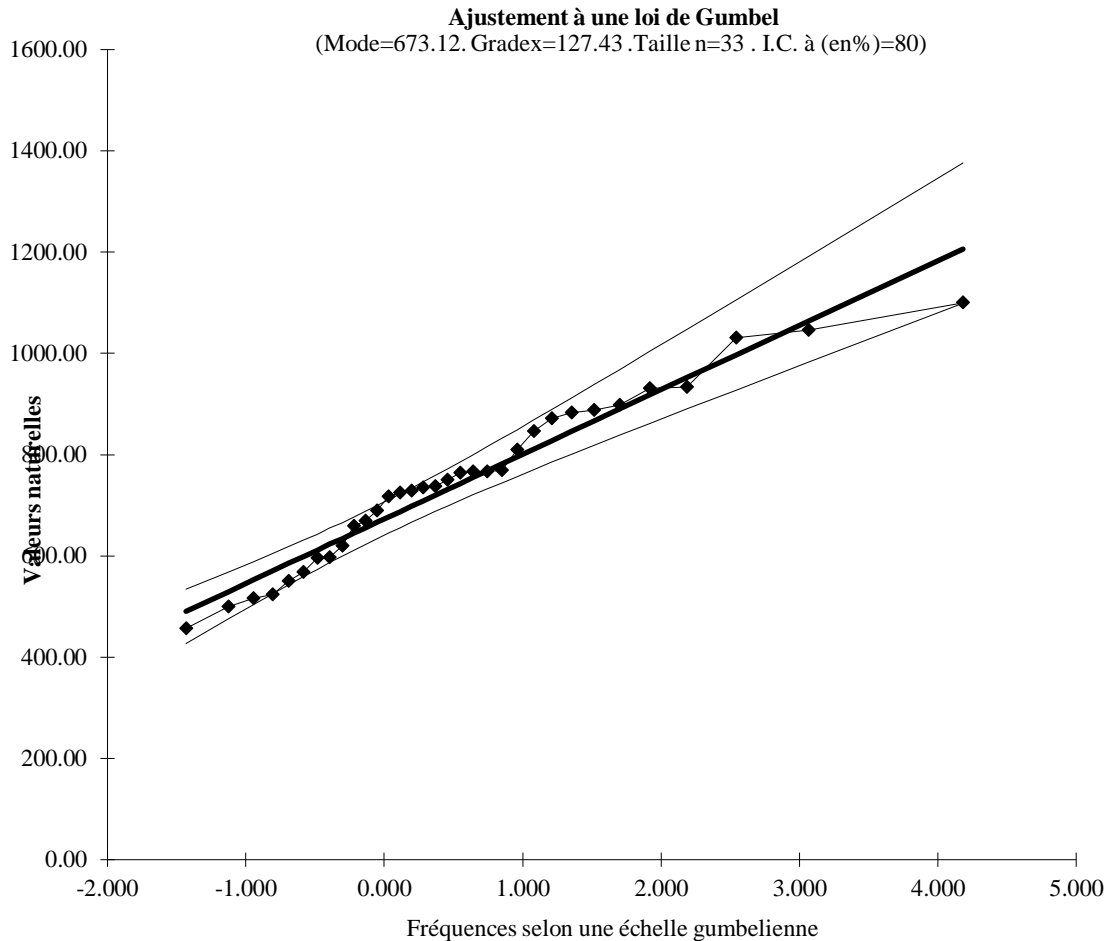
Taille n= 33  
Nb au départ (3)

I.C. à  
(en%)= 80  
U Gauss= 1.282

Observations classées	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
763.5	456.9	1	0.0152	-1.433	456.90	490.56	426.95	534.26
597.2	499.6	2	0.0455	-1.129	499.60	529.31	475.23	567.98
688.9	516	3	0.0758	-0.948	516.00	552.33	503.47	588.45
550.3	523.8	4	0.1061	-0.808	523.80	570.13	525.01	604.59
809.1	550.3	5	0.1364	-0.689	550.30	585.27	543.07	618.56
750.1	567.7	6	0.1667	-0.583	567.70	598.80	558.97	631.28
769.1	596.3	7	0.1970	-0.485	596.30	611.27	573.41	643.23
596.3	597.2	8	0.2273	-0.393	597.20	623.02	586.80	654.70
658.6	620.1	9	0.2576	-0.305	620.10	634.27	599.41	665.90
523.8	658.6	10	0.2879	-0.219	658.60	645.17	611.41	676.96
725.1	669.6	11	0.3182	-0.136	669.60	655.85	622.96	688.01
766.4	688.9	12	0.3485	-0.053	688.90	666.40	634.15	699.14
669.6	716.6	13	0.3788	0.030	716.60	676.90	645.09	710.42
516	725.1	14	0.4091	0.112	725.10	687.42	655.84	721.94
734.7	729.1	15	0.4394	0.196	729.10	698.04	666.49	733.76
767.1	734.7	16	0.4697	0.280	734.70	708.82	677.11	745.95
499.6	737.7	17	0.5000	0.367	737.70	719.83	687.75	758.59
1031.2	750.1	18	0.5303	0.455	750.10	731.13	698.51	771.75
737.7	763.5	19	0.5606	0.547	763.50	742.81	709.44	785.54
567.7	766.4	20	0.5909	0.642	766.40	754.97	720.65	800.05
620.1	767.1	21	0.6212	0.742	767.10	767.70	732.22	815.41
456.9	769.1	22	0.6515	0.848	769.10	781.13	744.27	831.78
1099.8	809.1	23	0.6818	0.960	809.10	795.42	756.95	849.35
845.8	845.8	24	0.7121	1.080	845.80	810.78	770.42	868.38
716.6	870.9	25	0.7424	1.211	870.90	827.47	784.91	889.21
729.1	882.7	26	0.7727	1.355	882.70	845.85	800.72	912.29
882.7	888.4	27	0.8030	1.517	888.40	866.44	818.28	938.29
870.9	897.8	28	0.8333	1.702	897.80	890.01	838.22	968.22
933.2	930.7	29	0.8636	1.920	930.70	917.80	861.57	1003.66
888.4	933.2	30	0.8939	2.188	933.20	951.97	890.10	1047.45
930.7	1031.2	31	0.9242	2.541	1031.20	996.94	927.41	1105.30
1045.4	1045.4	32	0.9545	3.068	1045.40	1064.07	982.76	1191.99
897.8	1099.8	33	0.9848	4.182	1099.80	1206.05	1099.09	1376.08

Fréquence	Variable réduite	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure	Valeur	Fréquence	Période de retour
0.2	-0.476	612.48	574.80	644.40	612.48	0.200	5.0
0.5	0.367	719.83	687.75	758.59	719.83	0.500	2.0
0.8	1.500	864.26	816.43	935.54	864.26	0.800	5.0

**Tableau IV ajustement à la loi de Gumbel**



**Figure II ajustement à la loi de Gumbel**

### **II.2.3-Test de validité d'un ajustement**

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

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

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

$$v_i = N \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i-1})].$$

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

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i} \quad \text{(III-8)}$$

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

Avec :

m : Nombre de paramètres de la loi, dont dépend la loi de répartition (m=2).

On calcule  $\chi^2$ , on calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma : \gamma = k - 1 - m$ . On détermine  $\chi^2$  théorique sur la table de Pearson

Avec :  $\chi^2$  théorique = g( $\gamma, \alpha$ )

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :  $\chi^2$  calculé <  $\chi^2$  théorique

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

**Tableau V : Test de validité des deux ajustements.**

Loi normale	Loi de Gumbel
$\chi^2$ calculé = 3.12	$\chi^2$ calculé = 9.91
Degré de liberté $\gamma = 5$ .	Degré de liberté $\gamma = 5$ .

Après examen des ajustements obtenus, il ressort que la **loi normale** ajuste mieux la série des pluies annuelles à la **station de Baghlia**

## II.2.4 Détermination de l'année de calcul :

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 :

$$P_{i,80\%} = P_{i,moy} \times \frac{P_{80\%}(\text{annuel})}{P_{50\%}(\text{annuel})}$$

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

$$P_{80\%} = 609.1474\text{mm} \quad \text{et} \quad P_{50\%} = 746.648\text{mm}$$

$$\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 0.82 < 1 \quad \text{donc l'année de calcul sera obtenue par la loi}$$

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

**Tableau VI:** Calcul des pluies mensuelles moy pour l'année sèche (freq= 80%)

Mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	jui	juil	Aou
P <sub>moy</sub> mm/mois	33.55	63.72	103.8	128.9	104.49	91.32	70.45	72.39	58.62	8.75	2.94	7.56
P <sub>moy80%</sub> mm/mois	27.51	52.25	85.18	105.7	85.68	74.8	57.77	59.36	48.07	7.17	2.41	6.19

## III 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.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.  $ETR = ET_0 * K_c$

$ET_0$  : représente l'évapotranspiration standard (de référence)

$K_c$  : le coefficient cultural.

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

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

### **III.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 décennie, 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.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 ( $2.5 \cdot 10^6$  J/kg)

$\sigma$  : 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).

$I_g$  : 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 :

$I_{ga}$  : Radiation maximale théorique.

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

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

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT, fondé sur la méthode de Mr Penman et Motheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en mai 1990

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, la méthode adoptée emploie les informations suivantes

-Température : Les températures max et min mensuelles sont données en degré Celsius.

-Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.

-Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.

-Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

**Pays : ALGERIE Station climatique : BOUMERDES**

**Altitude : 30 mètres**

mois	Temps Min °C	Temps Max °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation Heures	Radiation MJ/m <sup>2</sup> .jour	ETo- penman mm/mois
Janvier	17.2	30.2	74	3	5.5	8.6	90.52
Février	14.3	24.7	76	3	6.6	11.9	77
Mars	10.5	19.1	72	3.4	7.6	16.1	93.62
Avril	7.6	15.4	73	3.8	7.9	19.4	92.4
Mai	6.3	14.7	73	3.7	8.6	22.1	101.99
Juin	6.9	14.9	76	3.7	10.3	25.1	104.1
Juillet	8	18	75	3.8	10.7	25.4	122.45
Aout	9.6	21	75	3.5	9.8	22.6	120.6
Septembre	12.4	24.5	77	3.2	8.3	18	115.01
Octobre	16	28.5	70	3.1	7.3	13.6	122.2
Novembre	18.9	32.7	71	2.8	5.9	9.4	100.2
Décembre	19.3	33.8	75	2.7	5.1	7.6	91.45

**Tableau VII** : Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode De Penman- Montheih, exprimée en mm/jour.

### III.2 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 :

$$P_{\text{eff}} = 0.8 \times P_{80\%} \dots \dots \dots \text{(III.9)}$$



**Tableau. VIII : Précipitation efficace mens dans la zone d'étude**

Mois	PLUIE (mm)	PLUIE Eff
Janvier	85.68	68.544
Février	74.8	59.84
Mars	57.77	46.216
Avril	59.36	47.488
Mai	48.07	38.456
Juin	7.17	5.736
Juillet	2.41	1.928
Août	6.19	4.952
Septembre	27.51	22.008
Octobre	52.25	41.8
Novembre	85.18	68.144
Décembre	105.7	84.56

### **III.3 L'occupation des sols :**

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturale dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes (d'ordre climatique, social, agrop-édologique).

L'adaptation des assolements identifiés auparavant aux différents types de modèles dépendra de la taille des exploitations agricoles et leurs potentialités culturales.

L'occupation des sols retenue pour le projet est donnée par le tableau suivant

**Tableau IX** : Occupation de l'aire d'étude (cultures projetées)

<b>Cultures</b>	<b>Surface</b>
Blé dur	100.11
orge vert	96.99
Pomme de terre	40
Tomate	20.15
Carotte	20
Concombre	25.09
Le chou	20.19
La vigne	160.10

### **III.4 Assolements des cultures :**

Au sens agronomie, l'assolement est la répartition des cultures au cours d'une campagne culturale donnée sur les différentes parcelles d'une exploitation agricole. Donc L'assolement est la diversité géographique des cultures à un moment donné.

Dans chaque sole, les cultures peuvent varier d'une année à l'autre. Nous nous définirons la rotation par la succession des cultures sur une même sole pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté.

La rotation culturale est un élément important du maintien ou de l'amélioration de la fertilité des sols et donc un atout pour l'augmentation des rendements. On peut ainsi avoir des rotations biennales, triennales, quadriennale... .

### **III.5 Avantages de la rotation des cultures :**

La rotation culturale a un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes. Par exemple la composition des différents résidus de cultures participe à la qualité de la matière organique du sol et aussi permet d’avoir un profil du sol mieux exploré dû aux systèmes racinaires différents.

Dans notre cas, nous avons retenu le scenario, qui permet de mieux diversifier les cultures et les rotations des cultures.

Assolement 1	Assolement 2
Blé dure	Orge en vert
Carotte	Concombre
Pomme de terre	Tomate
Choux	Tomate
vigne	Vigne

Le cycle végétatif des cultures est détaillé dans le tableau :

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	
Blé/Avoine			←————→										
Orge grain			←————→										
Orge en vert			←————→										
Mais								←————→					
Tomate							←————→						
P.D.T (AR)	←————→												
Luzerne	←————→		←————→										
Oignon/Ail	←————→		←————→										
Choux	←————→												
Carotte	←————→												
Haricot	←————→									←————→			
Concombre									←————→				
Petit pois			←————→										
Pêcher	←————→												
Vigne	←————→												
Olivier	←————→												

### III.6 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

$$RFU = Y (Hcc - Hpf) \cdot Da \cdot Z$$

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

### III.6.1 Estimation des besoins en eau des céréales

Pour chaque culture on calcule les besoins suivant le stade végétatif :

**Tableau X : Calcul des besoins en eau du Blé/Avoine.**

blé/avoine									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	27.51	22.008	115.01					0.00	
Octobre	52.25	41.8	122.2					0.00	
Novembre	85.18	68.144	100.2	0,30	21.00		0,40	40.08	
Décembre	105.7	84.56	91.45	0,50	35.00	21.00	0,70	64.02	
Janvier	85.68	68.544	90.52	0,50	35.00	35.00	0,85	76.94	
Février	74.8	59.84	77	0,60	42.00	35.00	0,95	73.15	
Mars	57.77	46.216	93.62	0,60	42.00	42.00	1,00	93.62	5.40
Avril	59.36	47.488	92.4	0,60	42.00	21.00	1,05	97.02	28.53
Mai	48.07	38.456	101.99	0,60	42.00	21.00	1.03	105.05	45.59
<b>Juin</b>	<b>7.17</b>	<b>5.736</b>	<b>104.1</b>	<b>0,60</b>	<b>42.00</b>		<b>0.5</b>	<b>52.05</b>	<b>46.31</b>
Juillet	2.41	1.928	122.45					0.00	
Août	6.19	4.952	120.6					0.00	

**Tableau XI: Calcul des besoins en eau de l'orge grain.**

<b>Orge grain</b>									
<b>Mois</b>	<b>P moy (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ET (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_THEO</b>	<b>RFU_REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>Septembre</b>	27.51	22.008	115.01						
<b>Octobre</b>	52.25	41.8	122.2						
<b>Novembre</b>	85.18	68.144	100.2	0.3	21.00		0.5	50.10	
<b>Décembre</b>	105.7	84.56	91.45	0.5	35.00	21.00	0.7	64.02	
<b>Janvier</b>	85.68	68.544	90.52	0.5	35.00	35.00	0.85	76.94	
<b>Février</b>	74.8	59.84	77	0.6	42.00	35.00	0.95	73.15	
<b>Mars</b>	57.77	46.216	93.62	0.6	42.00	42.00	0.85	79.58	
<b>Avril</b>	59.36	47.488	92.4	0.6	42.00	21.00	0.75	69.30	0.81
<b>Mai</b>	48.07	38.456	101.99			21.00	0.75	76.49	<b>17.04</b>
<b>Juin</b>	7.17	5.736	104.1						
<b>Juillet</b>	2.41	1.928	122.45						
<b>Août</b>	6.19	4.952	120.6						

### III.6.2 Estimation des besoins en eau des cultures maraichères :

Tableau XII: Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (saison).

Pomme de terre (S)									
Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	27.51	22.008	115.01						
<b>Octobre</b>	<b>52.25</b>	<b>41.8</b>	<b>122.2</b>	<b>0.4</b>	<b>28.00</b>		<b>0.5</b>	<b>61.10</b>	<b>19.30</b>
Novembre	85.18	68.144	100.2	0.6	42.00	14.00	0.7	70.14	
Décembre	105.7	84.56	91.45	0.6	42.00	42.00	1	91.45	
Janvier	85.68	68.544	90.52	0.6	42.00	42.00	0.75	67.89	
Février	74.8	59.84	77			42.00			
Mars	57.77	46.216	93.62						
Avril	59.36	47.488	92.4						
Mai	48.07	38.456	101.99						
Juin	7.17	5.736	104.1						
Juillet	2.41	1.928	122.45						
Août	6.19	4.952	120.6						

**Tableau XIII : Calcul des besoins en eau de la carotte.**

<b>Carotte</b>									
<b>Mois</b>	<b>P moy (mm)</b>	<b>Peff( mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_THEO</b>	<b>RFU_REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>Septembre</b>	27.51	22.008	115.01	0.3	21.00		0.42	48.30	<b>26.30</b>
<b>Octobre</b>	52.25	41.8	122.2	0.4	28.00	10.50	0.7	85.54	33.24
<b>Novembre</b>	85.18	68.144	100.2	0.5	35.00	14.00	0.81	81.16	
<b>Décembre</b>	105.7	84.56	91.45	0.6	42.00	35.00	0.77	70.42	
<b>Janvier</b>	85.68	68.544	90.52	0.7	49.00	42.00	0.57	51.60	
<b>Février</b>	74.8	59.84	77			49.00			
<b>Mars</b>	57.77	46.216	93.62						
<b>Avril</b>	59.36	47.488	92.4						
<b>Mai</b>	48.07	38.456	101.99						
<b>Juin</b>	7.17	5.736	104.1						
<b>Juillet</b>	2.41	1.928	122.45						
<b>Août</b>	6.19	4.952	120.6						

**Tableau VXIV : Calcul des besoins en eau du concombre**

<b>Concombre</b>									
<b>Mois</b>	<b>Pmoy (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_THEO</b>	<b>RFU_REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>Septembre</b>	27.51	22.008	115.01						
<b>Octobre</b>	52.25	41.8	122.2						
<b>Novembre</b>	85.18	68.144	100.2						
<b>Décembre</b>	105.7	84.56	91.45						
<b>Janvier</b>	85.68	68.544	90.52						
<b>Février</b>	74.8	59.84	77						
<b>Mars</b>	57.77	46.216	93.62						
<b>Avril</b>	59.36	47.488	92.4						
<b>Mai</b>	48.07	38.456	101.99	0.4	28.00	0.00	0.38	38.76	0.30
<b>Juin</b>	7.17	5.736	104.1	0.45	31.50	0.00	0.57	59.34	53.60
<b>Juillet</b>	2.41	1.928	122.45	0.5	35.00	0.00	0.85	104.08	102.15
<b>Août</b>	6.19	4.952	120.6	0.6	42.00	0.00	0.85	102.51	97.56



**Tableau XV : Calcul des besoins en eau du chou.**

<b>Choux</b>									
<b>Mois</b>	<b>Pmoy (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_THEO</b>	<b>RFU_REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>Septembre</b>	27.51	22.008	115.01	0.3	21.00	0.00	0.5	57.51	<b>35.50</b>
<b>Octobre</b>	52.25	41.8	122.2	0.4	28.00	10.50	0.7	85.54	33.24
<b>Novembre</b>	85.18	68.144	100.2	0.5	35.00	14.00	0.95	95.19	13.05
<b>Décembre</b>	105.7	84.56	91.45	0.6	42.00	35.00	0.8	73.16	
<b>Janvier</b>	85.68	68.544	90.52			42.00			
<b>Février</b>	74.8	59.84	77						
<b>Mars</b>	57.77	46.216	93.62						
<b>Avril</b>	59.36	47.488	92.4						
<b>Mai</b>	48.07	38.456	101.99						
<b>Juin</b>	7.17	5.736	104.1						
<b>Juillet</b>	2.41	1.928	122.45						
<b>Août</b>	6.19	4.952	120.6						

**Tableau XVI : Calcul des besoins en eau de la tomate.**

<b>Tomate</b>									
<b>Mois</b>	<b>P moy (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_THEO</b>	<b>RFU_REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>Septembre</b>	27.51	22.008	115.01						
<b>Octobre</b>	52.25	41.8	122.2						
<b>Novembre</b>	85.18	68.144	100.2						
<b>Décembre</b>	105.7	84.56	91.45						
<b>Janvier</b>	85.68	68.544	90.52						
<b>Février</b>	74.8	59.84	77						
<b>Mars</b>	57.77	46.216	93.62	0.7	49.00		0.5	46.81	0.59
<b>Avril</b>	59.36	47.488	92.4	0.9	63.00	24.50	0.85	78.54	6.55
<b>Mai</b>	48.07	38.456	101.99	1.2	84.00	31.50	1.15	117.29	47.33
<b>Juin</b>	7.17	5.736	104.1	1.2	84.00		0.9	93.69	<b>87.95</b>
<b>Juillet</b>	2.41	1.928	122.45						
<b>Août</b>	6.19	4.952	120.6						

**Tableau XVII: Calcul des besoins en eau de la vigne**

<b>La vigne</b>									
<b>Mois</b>	<b>P moy (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_THEO</b>	<b>RFU_REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>Septembre</b>	27.51	22.008	115.01				0.2	23.00	0.99
<b>Octobre</b>	52.25	41.8	122.2				0.25	30.55	
<b>Novembre</b>	85.18	68.144	100.2	0.2	14.00		0.25	25.05	
<b>Décembre</b>	105.7	84.56	91.45	0.8	56.00	14.00	0.3	27.44	
<b>Janvier</b>	85.68	68.544	90.52	1.2	84.00	56.00	0.5	45.26	
<b>Février</b>	74.8	59.84	77	1.2	84.00	84.00	0.7	53.90	
<b>Mars</b>	57.77	46.216	93.62	1.2	84.00	84.00	0.8	74.90	
<b>Avril</b>	59.36	47.488	92.4	1.2	84.00	42.00	0.8	73.92	
<b>Mai</b>	48.07	38.456	101.99	0		42.00	0.65	66.29	
<b>Juin</b>	7.17	5.736	104.1	0			0.5	52.05	<b>46.31</b>
<b>Juillet</b>	2.41	1.928	122.45	0			0.35	42.86	40.93
<b>Août</b>	6.19	4.952	120.6	0			0.2	24.12	19.17

Tableau XVIII . Tableau récapitulatifs des besoins d'irrigation des cultures

Mois	Blé	orge	Pomme de terre	Carotte	concombre	choux	tommate	vigne	Bes/max	total
Septembre				26.30		35.50		0.99	35.5	62.79
Octobre			19.30	33.24		33.24			33.24	85.78
Novembre						13.05			13.05	13.05
Décembre										0
Janvier										0
Février										0
Mars	5.40						0.59		5.4	5.99
Avril	28.53	0.81					6.55		28.53	35.89
Mai	45.59	17.04			0.30		47.33		47.33	110.26
Juin	46.31				53.60		87.95	46.31	87.95	<b>234.17</b>
Juillet					102.15			40.93	102.15	143.08
Août					97.56			19.17	97.56	116.73

#### IV Calcul des débits à transiter par le réseau.

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ces débits spécifiques sont définis par la formule [V-10] et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$q = \frac{B*10^4}{T*t*K} \dots\dots\dots[V-10]$$

Tels que :

$B$  : Besoins mensuels maximum net=234.17mm

$T$  : nombre de jour d'irrigation =30jours.

$t$  : temps du travail =24h=86400s.

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

$$q = \frac{234.17*10^4}{30*86400*0.75} = 1.2 \text{ (l/s/ha)} < 1.5 \text{ (l/s/ha)}$$

#### IV.1 Débits caractéristiques:

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système d'irrigation collectif devra fournir au niveau du périmètre,

$$Q=q*S$$

Avec :

$Q$  : Débit caractéristique en (l/s).

$q$  : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant en (l/s/ha).

$S$  : Surface agricole utile du secteur en (ha).

Pour le secteur :  $Q=1.2 \times 500 = 600 \text{ l/s}$ .

## **IV Diagnostic et Analyse de l'état Du Périmètre**

A l'issu des diagnostics effectués on propose les recommandations suivantes :

### **IV.1 Travaux neuf :**

1. La conduite d'adduction entre le raccordement du barrage et la station de pompage, d'un diamètre 500 mm et d'une longueur de 200 ml.
2. Un réservoir brise charge à l'entrée de la station de pompage avec son équipement hydromécanique
3. Un réservoir anti-bélier neuf pour la protection des pompes sera placé a là l'extérieur de la station y compris les accessoires et équipement qui vont avec
4. Un réservoir neuf (son volume sera déterminé ultérieurement) sur le site du réservoir RV1 avec leurs équipements hydromécaniques, accessoires et tuyauteries
5. Deux conduites sortiront de ce nouveau réservoir, l'une partira le flanc nord et l'autre partira vers le flanc sud (leurs longueurs exactes et -diamètre seront déterminés ultérieurement)
6. Ouvrages en lignes (regard de gestion de contrôle et d'entretien, visitable et étanche. Des bornes d'irrigation pratiques)
7. Un réseau de distribution (son diamètre sera déterminé ultérieurement en fonction des surfaces des parcelles, de la nature des cultures et de la nature des sols) sortant de réservoir vers les bornes d'irrigation

### **IV.2 Travaux de réhabilitation :**

#### **IV.2.1 STATION DE POMPAGE**

##### **IV.2.1.1 SALLE DES MACHINES**

Tous les équipements (vannes de l'aspiration et de refoulement, Les clapets et les quatre vannes papillon sur le refoulement, qui ne sont pas étanches, seront remplacés. Les tuyauteries d'aspiration et de refoulement seront remplacées. De même le collecteur de refoulement sera contrôlé et remplacé ou simplement décapé et repeint de façon appropriée. Les manomètres d'aspiration et de refoulement avec leurs accessoires de raccordement seront remplacés. Les tuyauteries d'évacuation des eaux des presse-étoupe seront refaites.

Les châssis des groupes électropompes seront dessablée, décapés et protégés par une couche d'antirouille et repeint à l'identique. Trois seulement seront remplacés.

Un piquage suivi d'un ragréage sera fait sur l'ensemble du massif des groupes électropompe. Il sera aménagé un caniveau de part et d'autre du massif pour collecter

les eaux et les envoyer dans le puisard équipé d'une pompe automatique refoulant vers le regard collecteur. La super structure fera l'objet d'un piquage et d'un ragréage en béton légèrement armé, la maçonnerie sera refaite ainsi que les claustras et les baies vitrées. L'ensemble de la salle sera repeinte.

#### **IV.2.1.2 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES**

Le poste de livraison, les transformateurs, transformateur auxiliaire, les cellules arrivées (transformateurs, démarrage et commande moteurs), les armoires de commande et de protection, armoire des auxiliaires, les moteurs de pompes seront remplacés entièrement par du neuf et récent

Le pupitre sera également remplacé par un nouveau pupitre pour pouvoir intégrer les nouveaux équipements de commande, de signalisation et d'indication de niveau des réservoirs. Tous les câbles seront remplacés. Toutes ces armoires et pupitre seront équipés de résistances de chauffage avec thermostat.

Le pont roulant sera entièrement contrôlé tant sur le plan électrique que mécanique. Le pont sera remplacé. Le circuit de terre existant sera vérifié et complété soit par des piquets soit par des plaques enterrées suivant les résultats des mesures effectuées, jusqu'à obtention d'une valeur acceptable. Les ventilateurs seront remplacés. Le coffret éclairage intérieur et extérieur sera remplacé.

Une pompe d'exhaure avec flotteur pour marche en automatique sera installée dans le puisard de la salle des machines.

#### **IV.2.1.3 ATELIER ET L'ADMINISTRATION**

La maçonnerie, la toiture, les portes et fenêtres seront remplacés complètement

Un jeu d'outillage complet permettant l'entretien mécanique et électrique sera fourni

## **CHAPITRE III**

# **Dimensionnement du réseau d'adduction et de distribution**



## I. INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous allons dimensionner des différents ouvrages de transfert (adduction gravitaire, conduite de refoulement), et distribution (réservoir).

La station de pompage qui servira à amener l'eau de barrage BENOULLI vers le réservoir De distribution qui va alimenter le périmètre de Cap-Djinet

L'adduction est nécessaire pour assurer le transport de l'eau entre le point de captage (bâche de reprise) et le point d'accumulation (réservoir de distribution).

Les réservoirs sont des ouvrages hydraulique variés nécessitant une étude technique approfondie afin qu'ils puissent remplir convenablement, les tâches pour lesquelles ils sont conçus. Ils servent de réserve d'eau.

## II Adduction gravitaire:

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitairement. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

Dans notre cas l'adduction gravitaire achemine les eaux du barrage de Benoualli à la bâche de reprise de la station de pompage.

### II.1 Calcul de diamètre le plus avantageux de la conduite gravitaire (barrage-bâche de reprise-sp-) :

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de **Darcy-Weisbakh** :

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

$\Delta H_t$  : Charge disponible (m);

$K'$  : Coefficient de perte de charge;

$L_e$  : Longueur équivalente de la conduite gravitaire (m) ;

$$L_e = L_g + L_{e_\varepsilon}$$

$L_g$  : Longueur géométrique de la conduite gravitaire (m) ;( $L_g=200m$ )

$L_{e_\varepsilon}$  : Longueur équivalente des pertes de charge singulière  $j(m)$  ;

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées de 10% à 15% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_t = 1,15 * \Delta H_p^{lin} \Rightarrow L_e = 1,15 * L_g$$

$\Delta H_t$  : Charge disponible (m) ;

$\Delta H_p^{lin}$  : Perte de charge linéaire (m).

$Q_{car}$  : Débit véhiculé par la conduite ( $Q_{car} = q_s * St = 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ );

$q_s$  : le débit spécifique de la culture la plus exigeant.

$St$ : surface total de périmètre

$D_{av}$  : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;

$\beta$  : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

$m$  : Exposant tenant compte du type du matériau.

Selon le type de matériau les coefficients  $K'$ ,  $m$  et  $\beta$  sont donnés dans le

**Tableau I. Coefficients  $K'$ ,  $m$ ,  $\beta$  pour différents types du tuyau.**

Tuyau	$K'$	$M$	$\beta$
fonte et Acier	0,00179-0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	2

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q_{car}^\beta}{\Delta H_t}}$$

Dans notre cas on doit utiliser une **conduite en Béton**, on prend:  $K' = 0,00118$  ;  $\beta = 1.85$  ;  $m = 4.89$ . On a la côte de niveau minimal d'exploitation (Nme) dans le barrage de Cap-Djinet est de 43 m, et la côte de radier du bêche de reprise est de 25 m, donc d'après la formule de DARCY WEISBACH

$$(V-2).L_e = 1.15 * L_g = 1.15 * 200 = 230 \text{ m} \Rightarrow L_e = 230 \text{ m}$$

$$- \Delta H_t = C_b - C_{rb} = 43 - 25 = 18 \text{ m} \Rightarrow \Delta H_t = 18 \text{ m.}$$

$$Q = 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donc : 
$$\sqrt[5.3]{\frac{0.00118 \cdot 230 \cdot (0.6)^{1.85}}{18}} = 0.349m$$

**Dav = 400 mm**

### III) Détermination du diamètre économique de conduite refoulement

#### Adduction à partir de la station de pompage vers réservoir de distribution:

##### III.1) Calcul du débit d'équipement:

Notre étude consiste à déterminer le diamètre économique à partir de la station de pompage vers le réservoir d'irrigation. La détermination du diamètre économique est basée sur l'étude technico-économique.

Le prix d'installation dépasse souvent celui du bâtiment de la station de pompage avec tous ces équipements, la raison pour laquelle l'installation des conduites de refoulement, matériaux, le nombre et leurs diamètres doivent être déterminés après une étude technico-économique et pour différentes variantes.

On a le débit demandé  $Q_d = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$

Pour le calcul le diamètre économique de conduite de refoulement, on utilise les deux formules approchées suivantes:

-Formule de BRESS :

$$D = 1,5 * \sqrt{Q}$$

-Formule de BONNIN :

$$D = \sqrt{Q}$$

Q: débit à élever (Débit d'équipement) en  $\text{m}^3/\text{s}$

##### Débit d'équipement

$$Q_{eq} = \alpha \cdot Q_{max.j}$$

$\alpha$  : Coefficient de correction,

$\alpha = (1.04 \text{ à } 1.08)$ , on prend  $\alpha = 1,05$

**$Q_{eq} = 0,63 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

La station de pompage qui refoule un débit de  $0,63 \text{ m}^3/\text{s}$ .

A partir de diamètre déterminé, on choisit une gamme de diamètres parmi lesquels on optera pour celui qui présentera les frais les moins élevés.

### III.2) Calcul des pertes de charge

#### a) pertes de charge linéaires :

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de:

- diamètre D de la conduite en (m);
- débit Q en (m<sup>3</sup>/s);
- la rugosité absolue  $\xi$  exprimée en mm;

$$\Delta H_1 = I * L = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

L : la longueur du tronçon en (m).

V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

$\Delta H_1$  : Pertes de charge linéaires en (m) :

I: gradient hydraulique en (m/m)

Par la formule suivante Le coefficient  $\lambda$  est obtenu:

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\xi}{D})^{-2}$$

$\xi$ : Rugosité absolue ; 0,046 mm. (Conduite en béton)

#### b) Pertes de charge singulières :

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,.....) Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adduction ou conduite longue.

$$\Delta H_s = 0,1 * \Delta H_1$$

#### c) Pertes de charge totales ( $\Delta H_t$ ) :

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$\Delta H_t = \Delta H_1 + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_1 + 0,1 * \Delta H$$

$$\Rightarrow \Delta H_t = 1,1 * \Delta H_1$$

### III-3. Calcul de la hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale est la somme de pertes et de la hauteur géométrique.

$$\mathbf{HMT} = \mathbf{Hg} + \mathbf{\Delta H_a} + \mathbf{\Delta H_r} = \mathbf{Hg} + \mathbf{\Delta H_t}$$

Hg: la hauteur géométrique

$\Delta H_a$ : pertes de charge à l'aspiration

### III-4. Puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance fournie à pompe, définie comme suit:

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{g * Q * HMT}}{\mathbf{\eta}}$$

$\eta$ : rendement de la pompe en (%) ( $n=82\%$ )

Q: débit refoulé par la pompe en (m<sup>3</sup>/s)

g: pesanteur (9.81 m/s<sup>2</sup>)

### .III-5 Energie consommée par la pompe:

$$E = P * t * 365 \text{ [KWh]} \dots\dots\dots (V-11)$$

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas t = 22 h

P: puissance de la pompe en (kW)

### III-6.Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante:

$$F_{ex} = E * e \text{ [DA]}$$

E: énergie consommée par la pompe en (Kw H)

e: prix unitaire d'un Kw H imposé par la SONELGAZ.(e=4,67DA)

### III-7.Frais d'amortissement:

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante:

$$F_{am} = Prc * A \quad [DA]$$

Prc: prix de la conduite en (DA)

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante:

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i$$

i: Taux d'annuité annuel,  $i = 8 \%$

n: nombre d'années d'amortissement,  $n = 30$  ans

$$A.N : A = \frac{0,08}{(1+0,08)^{30} - 1} + 0,08 \Rightarrow A = 0,0888$$

### III-8. Calcul des diamètres économiques de la conduite de refoulement :

-la longueur de conduite de refoulement inférieur à 1 Km. (  $L_{ref} = 480$  m )

Donc le calcul du diamètre économique se fait à base de la formule de BRESSE

Données de base :

Cote de station : 25m

Cote PHE réservoir de distribution : 148 m

Cote PBE réservoir de distribution : 145 m

Débit pompé 630 l/s

Longueur Conduite de refoulement 480 m

La hauteur géométrique maximale est ainsi de  $148 - 25 = 123$ m

La hauteur géométrique minimale est de  $145 - 25 = 120$  m

$H_g = 121.5$ m

refoulement 22h/24 :

$Q_{jour} = 0,63$  m<sup>3</sup>/s

$L = 480$  m

$H_g = 123$

Dc Bresse= 1.2m=1200mm

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants:

**Tableau II. Variation des HMT en fonction du diamètre.**

Diamètre en (mm)	V (m/s)	$\Lambda$	I (m/m)	L (m)	$\Delta H_t$ (m)	HMT (m)
600	1.899521351	0.01142	0.003231038	480	1.705988211	124.7059882
700	1.637852593	0.01142	0.002230585	480	1.177748633	124.1777486
800	1.253980892	0.01099	0.001101008	480	0.581332311	123.5813323
900	0.990799717	0.01077	0.000598751	480	0.3161403	123.3161403
1000	0.802547771	<b>0.01057</b>	0.000346991	<b>480</b>	0.183211062	123.1832111
1200	0.557324841	0.01023	0.000134962	480	0.071260048	123.07126
1400	0.409463148	0.00996	0.000060794	480	0.032099232	123.0320992
1600	0.313495223	0.00974	E-053.04931	480	0.016100357	123.0161004

### III-9. Calcul des frais d'investissement:

Les dépenses d'investissement correspondant aux différents diamètres sont présentées dans le Tableau

**Tableau III: Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.**

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	Finves (DA)	Frais d'amortissement
600	11527	480	5532960	491326.848
700	12769	480	6129120	544265.856
800	15367	480	7376160	655003.008
900	18078	480	8677440	770556.672
1000	20852	480	10008960	888795.648
1200	26400	480	12672000	1125273.6
1400	30360	480	14572800	1294064.64
1600	34306.8	480	16467264	1462293.043

### III-10. Calcul des frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation sont calculés sur la base de l'énergie électrique consommée lors du pompage et ce pour la gamme de diamètres obtenue.

**Tableau IV. Calcul des frais d'exploitation.**

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	Fexplo (DA)
600	939.9029499	6861291.534	32042231.47
700	935.921634	6832227.928	31906504.42
800	931.4264733	6799413.255	31753259.9
900	929.427734	6784822.458	31685120.88
1000	928.4258528	6777508.726	31650965.75
1200	927.5820835	6771349.21	31622200.81
1400	927.2869303	6769194.592	31612138.74
1600	927.1663476	6768314.338	31608027.96

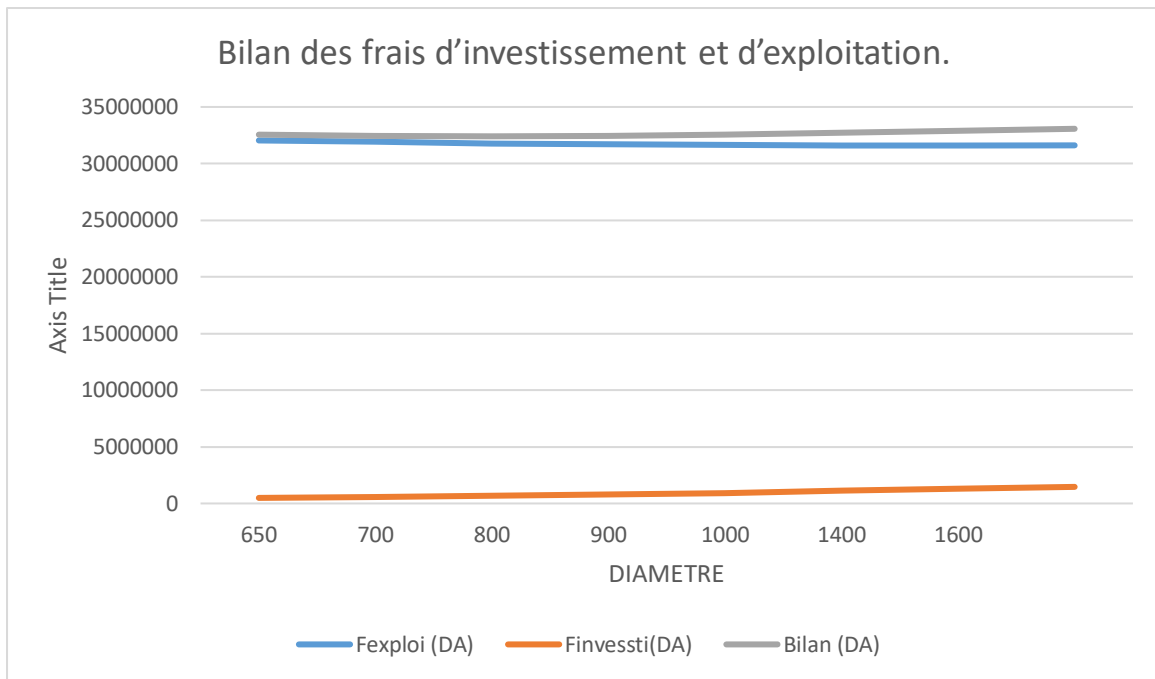
### III-11. Bilan des coûts (Exploitation - Investissement) :

Le bilan des coûts de l'exploitation et de l'investissement

**Tableau V Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.**

Diamètre mm	Fexplo (DA)	Finvesti(DA)	Bilan (DA)
600	32042231.47	491326.848	32533558.3
700	31906504.42	544265.856	32450770.3
<b>800</b>	31753259.9	<b>655003.008</b>	<b>32408262.9</b>
900	31685120.88	770556.672	32455677.6
1000	31650965.75	888795.648	32539761.4
1200	31622200.81	1125273.6	32747474.4
1400	31612138.74	1294064.64	32906203.4
1600	31608027.96	1462293.043	33070321





**Figure I: Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.**

Selon la combinaison des frais d'investissement et d'exploitation, le bénéfice va au profit du diamètre **DN 800** dont la vitesse est de **1.25m/s**.

### **III-12. Détermination de la hauteur d'élévation calculée :**

A partir du calcul du diamètre économique de conduite de refoulement

$$HMT = 123.58$$

$$Q = 0.63\text{m}^3/\text{s}$$

### **IV. Détermination du nombre de pompes :**

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit max, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure un débit total égal à ce débit maximum.

Le nombre des pompes principales repose sur le rendement, la puissance, l'encombrement....

#### **a) Les critères à respecter dans le choix sont :**

- Nombre minimal de pompes
- Rendement plus important.
- NPSH requis minimum.
- Puissance absorbée minimale

- Le nombre de tours par min plus important.

### Pompe à axe horizontale :

Les résultats donnés par le logiciel **CAPRARI**.

**Tableau VI: Variantes pour le choix du nombre de pompes.**

N	Q <sub>cal</sub> (l/s)	H <sub>cal</sub> (m)	Type de pompe	η (%)	N trs/min	P <sub>abs</sub> (kw)	(NPSH) <sub>r</sub>
6	105	124	PM 150/6 B	71.3	1450	176	6.42
6	110	124	PM 125/ 2 B	66	2900	201	18.9

D'après le tableau précédent on opte pour un nombre **n=6**

Pour **6 pompes (type PM 150/6 B)** on a un bon rendement, puissance absorbée minimale,

Le nombre de pompe de secours est choisi par le critère suivant :

$n < 4 \Rightarrow$  une seule pompe de secours.

$4 \leq n \leq 6 \Rightarrow$  deux(2) pompes de secours.

$n > 6 \Rightarrow$ trois (3) pompes de secours.

Donc le nombre de pompe de secours est

**ns=2**

**Tableau VII. Choix final de la pompe.**

variante du TYPE DE POMPE	n	Q <sub>cal</sub> (l/s)	H <sub>cal</sub> (m)	Type de pompe	η(%)	N trs/min	P <sub>abs</sub> (kw)	(NPSH) <sub>r</sub>
pompe à axe horizontale	6	105	124	PM 150/6 B	71.3	1450	176	6.42

#### IV.1 Determinaton 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 :

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

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

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

-La longueur d'aspiration  $L_{asp} = 5 \text{ m}$

$$\sum h_{asp}^{lin} = \frac{5.4}{1000} = 0,02 \text{ m}$$

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

$$\sum h_p^{sing} = 0,15 \cdot 0,02 = 0,003 \text{ m}$$

$$Da = (1,2 \div 1,5) da = 1,3 \cdot 200 = 0,26 \text{ m}$$

$$V_{asp} = \frac{4Q}{\pi \cdot Da} = \frac{4 \cdot 0,07}{3,14 \cdot 0,26^2} = 1,32 \text{ m/s}$$

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

$$H_{asp} = 10,33 - 0,183 - 0,023 - 0,089 - 2,72 - 0,5 = 6,82 \text{ m}$$

Notre pompe est loin au risque de cavitation.

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

$$\nabla_{\text{axe}} = \nabla_{\text{min}} + h_{\text{asp.adm}} - 0,5$$

$$= 25 + 6.82 - 0.5 = 31.3\text{m}$$

$$\nabla_{\text{axe}} = 31.3\text{m}$$

## V. Dimensionnement du réservoir de distribution

### V-1. Forme de réservoir:

La section circulaire est généralement adoptée pour les réservoirs de capacité inférieure à 10000 m<sup>3</sup>, ce qui permet de choisir cette forme pour tous les réservoirs terminaux.

La hauteur d'eau utile est limitée généralement entre 3 et 6 mètres.

Leurs dimensions seront déterminées comme suit:

### V-2. Le diamètre de la cuve :

On calcule le diamètre de la cuve moyennant la formule

$$S = \frac{V_n}{h} \Rightarrow \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{V_n}{h} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 * V_n}{\pi * h}}$$

$V_n$  : capacité normalisée du réservoir (m<sup>3</sup>) ;

$S$  : section du réservoir (m<sup>2</sup>) ;

$D$  : diamètre de la cuve (m) ;

$h$  : hauteur utile optimale d'eau (m),  $3 < h < 6$  m

Dimensionnement du réservoir par la méthode de bilan d'eau :

Le débit entrant le réservoir de stockage (R.S) pendant 22h est :

$$Q_r = 2268 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pendant } 22\text{h}$$

### V-3. Le volume du réservoir sera égal:

$$2268 * 2 = 4536 \text{ m}^3$$

D'où la capacité normalisée du réservoir (m<sup>3</sup>) sera :

Et le volume du réservoir  $V_n = 5000\text{m}^3$ .

Les dimensions du réservoir sont de 6m de hauteur.

$$D = \sqrt{\frac{4 * 5000}{6 * \pi}} = 32.6m$$

## **VI. Dimensionnement réseau de distribution**

### **VI.1 - Organisation du périmètre :**

#### **VI.1.1 variantes d'aménagement hydro-agricole :**

Notre périmètre s'étend sur une superficie totale équipée de 500 ha. La distribution de l'eau se fait à partir des réservoirs de stockage surélevés qui sont alimentés par la station de pompage et par la suite alimentée gravitairement le périmètre par un réseau d'irrigation ramifié.

#### **VI.1.2 - Ilots et bornes d'irrigation:**

L'îlot d'irrigation est par définition décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une seule prise d'irrigation (borne) , qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément.

Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire

- laisser passer ou arrêter le débit.
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.

#### **VI.1.3 Taille des îlots d'irrigation :**

En matière de superficie et nombre de parcelles, les critères établis sont décrits ensuite :

- La taille maximale des îlots sera comprise entre 50 et 70 ha.
- L'îlot présentera un maximum de 10 parcelles (pour un même îlot).

La limitation de taille maximale des îlots répond aux critères hydrauliques et d'équipement.

La limitation du nombre de parcelles par îlot répond, en outre, à critères de gestion. La plupart du périmètre est représentée par îlots de 4 ou 6 parcelles ce qui facilite la distribution des tours d'irrigation et le comptage de consommations.

#### **VI.1.4 - Implantation des bornes (Plan de bornage) :**

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles.

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
  - ✓ Une borne par îlot d'exploitations ;
  - ✓ Quatre (04) prises maximum sur une même borne soit huit parcelles au maximum ;
  - ✓ Bornes implantées en limites d'îlots ou des parcelles ;
  - ✓ Dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots.
- Pour les zones à grande exploitation :
  - ✓ La borne se situe au centre de l'îlot ;
  - ✓ 4prises sur les mêmes bornes.

#### **VI.1.5 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :**

La borne d'irrigation constitue un appareil compact, plus particulièrement étudié pour les réseaux fonctionnant à la demande, et cumulant les fonctions suivantes :

- ✓ Le vannage : desserte de l'eau à un ou plusieurs usagers disposant chacun d'une prise individuelle.
- ✓ Régulation de la pression avale
- ✓ Limitation du débit prélevé
- ✓ comptage des volumes débités par chaque prise.

### **VI.1.6 Modalités de desserte de l'eau :**

Le module est l'unité de débit susceptible d'être délivrée en tête des réseaux des parcelles à irrigué. La distribution de l'eau d'irrigation est dans certains cas problématique en particulier dans les mois de pointe, car la demande ne peut dépasser la main d'eau. On distingue :

#### **a) Distribution d'eau à la demande :**

Dans ce mode chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit. Dans certains cas, le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu (le débit qui serait nécessaire si l'irrigation s'effectuait 24h sur 24 pendant la période de pointe).

#### **b) Distribution au tour d'arrosage :**

Elle est inspirée du mode de desserte spécifique des réseaux d'irrigation de surface avec réseau collectif constitué de canaux à ciel ouvert dont le débit transité par chaque tertiaire correspond au module.

### **VI.1.6 Tracé du réseau**

Une fois qu'on a établi le plan de bornage, il est exigé de relier le plus économiquement possible les différentes bornes à l'origine du réseau. La méthode classiquement mise en œuvre comprend trois phases successives :

#### **1ere phase : tracé par proximité**

Nous recherchons tout d'abord le tracé de longueur minimum ayant pour sommets les seules bornes du réseau.

#### **2ème phase : Tracé à 120°**

En créant de nouveaux sommets distincts des bornes, on peut améliorer le tracé précédent en diminuant sa longueur. Les sommets ont au maximum trois arêtes incidentes et les angles des arêtes incidentes sont égaux à 120°.

**3ème phase : le tracé économique** Le tracé à 120° correspond au tracé de longueur minimum après création éventuelle de sommets intermédiaires distincts des bornes. Il est possible de raccourcir la longueur des conduites de diamètre important, quitte à augmenter celles de petit diamètre.

## VI.2 Choix du type de borne :

Le choix de la Borne dépend de la surface :

- Pour les surfaces  $S \leq 10ha$  on prend la Borne à deux prises
- Pour les surfaces  $S \geq 15ha$  on prend la Borne à quatre prises

## V-3. Choix de diamètre de la borne :

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit :

**Tableau VIII : Choix de diamètre de la borne.**

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8 \text{ l/s}$	D= 65mm
$8 < Q < 20 \text{ l/s}$	D= 100mm
$20 < Q < 25 \text{ l/s}$	D= 150mm
$Q > 25 \text{ l/s}$	D= 200mm

**Débit aux bornes :**  $Q_b = q \times S$

Avec :  $q =$  débit spécifique (l/s/ha)

$S =$  Superficie (ha)

Le calcul des débits des prises et des bornes sont présentées dans le **tableau IX**

**Tableau IX : Calcul des débits au niveau des bornes**

N° de la borne	La superficie en ha	débit brute de la borne	Diamètre de la borne mm
1	5.4	6.48	65
2	5.99	7.188	65
3	3.35	4.02	65
4	5.62	6.744	65
5	4.3	5.16	65
6	5.43	6.516	65



7	3.55	4.26	65
8	7.22	8.664	100
9	6.83	8.196	100
10	6.62	7.944	65
11	5.81	6.972	65
12	5.87	7.044	65
13	8.7	10.44	100
14	60.32	72.384	200
15	6.4	7.68	65
16	6.06	7.272	65
17	5.01	6.012	65
18	5	6	65
19	1.65	1.98	65
20	3.62	4.344	65
21	3.67	4.404	65
22	12.21	14.652	100
23	8.68	10.416	100
24	10.73	12.876	100
25	8.32	9.984	100
26	5.78	6.936	65
27	8.4	10.08	100
28	6.43	7.716	65
29	3.99	4.788	65
30	5.96	7.152	65
31	11.56	13.872	100
32	14	16.8	100
33	10.19	12.228	100
34	8.1	9.72	100
35	9.11	10.932	100
36	9.35	11.22	100
37	11.89	14.268	100
38	6.93	8.316	100
39	19.34	23.208	150
40	3.85	4.62	65
41	22	26.4	150
42	3.42	4.104	65
43	4.65	5.58	65
44	5.84	7.008	65
45	15.8	18.96	100
46	12.2	14.64	100
47	8.78	10.536	100
48	22.83	27.396	150
49	16.03	19.236	100
50	3.18	3.816	65

51	6.07	7.284	65
52	8.88	10.656	100
53	6.33	7.596	65
54	7.38	8.856	65

### **VI.3. Choix du tracé :**

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses ;
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...)

### **VI.4 Vitesses admissibles :**

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique:

- De faire une économie sur le coût des canalisations ;
- D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale

### **VI.5. Choix du matériau des conduites :**

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

- La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- La disponibilité sur le marché local.
- L'intérêt économique.

- Du type de sol.

## **VI.6. Caractéristiques des canalisations :**

### **a) Conduites en fonte :**

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides.

Leur inconvénient est :

- coût relativement important.

### **b) Conduite en acier :**

- Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est

- la corrosion.

### **c) Conduite en PEHD :**

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est

- le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

Dans notre cas, les conduites seront en **Béton** si leur diamètre est supérieur ou égal à 600mm et en **PEHD** dans le cas contraire.

## VI.7. Calcul des diamètres :

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses.

La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000$$

Avec : Q : débit, exprimé en m<sup>3</sup>/s

D: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.5 m/s

Les pertes de charge singulières sont estimées de **10%** à **15%** des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau suivant :



N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçon L(km)	Surface(Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m3/S)	Diametre calculé(mm)	Diamètre Normalisé(m)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale(m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
R-N1	86	0.086	500	600	0.600	713.8	800	1.43	0.18	142.00	159.8	17.8	1.8
N1-N2	1009.96	1.00996	31.21	37.452	0.037	178.3	200	1.19	7.43	28.30	152.4	124.1	12.4
N2-N3	323.22	0.32322	25.4	30.48	0.030	160.9	160	1.52	4.92	30.00	147.5	117.5	11.7
N3-N4	365	0.365	19.3	23.16	0.023	140.2	160	1.15	3.31	27.50	144.2	116.7	11.7
N4-N5	828	0.828	9.11	10.932	0.011	96.4	110	1.15	11.87	27.00	132.3	105.3	10.5
N1-N6	742.16	0.74216	468.79	562.548	0.563	691.2	800	1.34	1.39	65.00	158.4	93.4	9.3
N6-N7	50	0.05	240.54	288.648	0.289	495.1	500	1.47	0.18	68.20	158.2	90.0	9.0
N7-B1	191	0.191	11.39	13.668	0.014	107.7	110	1.44	4.18	72.12	154.1	82.0	8.2
B1-B2	219.3	0.2193	5.99	7.188	0.007	78.1	90	1.13	3.89	60.00	150.2	90.2	9.0
N7-N8	165	0.165	229.15	274.98	0.275	483.2	500	1.40	0.53	73.00	157.7	84.7	8.5
N8-B3	200	0.2	8.97	10.764	0.011	95.6	110	1.13	2.78	71.26	154.9	83.7	8.4
B3-B4	406	0.406	5.62	6.744	0.007	75.7	75	1.53	15.92	53.50	139.0	85.5	8.6
N8-B5	102	0.102	220.18	264.216	0.264	473.7	500	1.35	0.31	92.30	157.4	65.1	6.5
B5-N10	207	0.207	215.88	259.056	0.259	469.0	500	1.32	0.60	95.00	156.8	61.8	6.2
N10-B6	250	0.25	56.3	67.56	/0.068	239.5	250	1.38	1.83	90.00	155.0	65.0	6.5

B6-B16	166	0.166	50.87	61.044	0.061	227.7	250	1.24	1.00	82.00	154.0	72.0	7.2
B16-B13	205	0.205	8.7	10.44	0.010	94.2	110	1.10	2.69	78.00	151.3	73.3	7.3
B16-B7	302	0.302	36.11	43.332	0.043	191.8	200	1.38	2.92	61.20	148.4	87.2	8.7
B7-B8	174	0.174	7.22	8.664	0.009	85.8	90	1.36	4.39	56.30	144.0	87.7	8.8
B7-B37	183	0.183	25.34	30.408	0.030	160.7	160	1.51	2.78	63.60	145.6	82.0	8.2
B37-B9	191	0.191	13.45	16.14	0.016	117.1	125	1.32	3.01	52.50	142.6	90.1	9.0
B9-B10	279	0.279	6.62	7.944	0.008	82.1	90	1.25	5.98	50.20	136.6	86.4	8.6
N10-B12	105	0.105	159.58	191.496	0.191	403.3	400	1.52	0.52	110.00	156.3	46.3	4.6
B12-B14	290	0.29	153.71	184.452	0.184	395.8	400	1.47	1.35	130.00	154.9	24.9	2.5
B14-N13	520	0.52	93.39	112.068	0.112	308.5	315	1.44	3.12	132.00	151.8	19.8	2.0
N13-B17	292	0.292	200	240	0.240	451.5	500	1.22	0.73	122.00	151.1	29.1	2.9
B17-B18	113	0.113	12.79	15.348	0.015	114.2	125	1.25	1.62	120.00	149.5	29.5	2.9
B18-B19	132	0.132	7.79	9.348	0.009	89.1	90	1.47	3.85	115.20	145.6	30.4	3.0
B19-B20	110	0.11	3.62	4.344	0.004	60.7	63	1.39	4.50	115.60	141.1	25.5	2.6
B19-B55	172	0.172	4.17	5.004	0.005	65.2	75	1.13	3.84	110.00	141.8	21.8	2.2
N13-N14	155	0.155	34.17	41.004	0.041	186.6	200	1.31	1.35	125.20	150.5	25.3	2.5
N14-B54	129	0.129	7.38	8.856	0.009	86.7	90	1.39	3.39	118.10	147.1	29.0	2.9

N14-B21	64	0.064	68.21	81.852	0.082	263.7	315	1.05	0.21	121.00	150.3	29.3	2.9
B21-N16	348	0.348	64.54	77.448	0.077	256.5	315	0.99	1.04	105.30	149.3	44.0	4.4
N16-B22	102	0.102	20.89	25.068	0.025	145.9	160	1.25	1.07	98.60	148.2	49.6	5.0
B22-B23	133	0.133	8.68	10.416	0.010	94.1	110	1.10	1.74	90.00	146.5	56.5	5.6
N16-N17	157	0.157	43.65	52.38	0.052	210.9	250	1.07	0.71	101.60	148.6	47.0	4.7
N17-B24	122	0.122	10.73	12.876	0.013	104.6	110	1.36	2.38	95.80	146.2	50.4	5.0
N17-B25	193	0.193	32.92	39.504	0.040	183.2	200	1.26	1.57	92.00	147.0	55.0	5.5
B25-B27	342	0.342	8.4	10.08	0.010	92.5	110	1.06	4.21	90.00	142.8	52.8	5.3
B25-N76	98	0.098	16.2	19.44	0.019	128.5	160	0.97	0.64	88.60	146.4	57.8	5.8
N76-B28	168	0.168	10.42	12.504	0.013	103.0	110	1.32	3.10	78.60	143.2	64.6	6.5
B28-B29	165	0.165	3.99	4.788	0.005	63.8	63	1.54	8.11	72.40	135.1	62.7	6.3
N76-B26	86	0.086	5.78	6.936	0.007	76.7	90	1.09	1.43	83.20	144.9	61.7	6.2
N6-N20	740	0.74	468.78	562.536	0.563	691.2	800	1.34	1.39	50.20	157.0	106.8	10.7
N20-B30	84	0.084	5.96	7.152	0.007	77.9	90	1.12	1.48	45.30	155.6	110.3	11.0
N20-N21	150	0.15	207.37	248.844	0.249	459.7	500	1.27	0.40	49.60	156.6	107.0	10.7
N21-B31	122	0.122	11.56	13.872	0.014	108.5	110	1.46	2.74	50.00	153.9	103.9	10.4
N21-N22	510	0.51	195.81	234.972	0.235	446.7	500	1.20	1.22	42.00	155.4	113.4	11.3



N22-N55	348	0.348	22.1	26.52	0.027	150.1	160	1.32	4.08	28.60	151.3	122.7	12.3
N55-B34	156	0.156	8.1	9.72	0.010	90.9	90	1.53	4.90	28.00	146.4	118.4	11.8
N55-B32	315	0.315	14	16.8	0.017	119.4	125	1.37	5.36	27.00	146.0	119.0	11.9
N22-B36	144	0.144	173.71	208.452	0.208	420.7	500	1.06	0.28	40.00	155.1	115.1	11.5
B36-B37	181	0.181	11.89	14.268	0.014	110.1	110	1.50	4.29	42.00	150.8	108.8	10.9
B36-N24	480	0.48	152.47	182.964	0.183	394.2	400	1.46	2.20	28.40	152.9	124.5	12.5
N24-N72	268	0.268	54.69	65.628	0.066	236.1	250	1.34	1.86	48.60	151.1	102.5	10.2
N72-B41	222	0.222	22	26.4	0.026	149.7	160	1.31	2.58	42.50	148.5	106.0	10.6
N72-B39	82	0.082	32.69	39.228	0.039	182.5	200	1.25	0.66	50.20	150.4	100.2	10.0
B39-B38	1334	1.334	13.26	15.912	0.016	116.2	125	1.30	20.49	30.00	129.9	99.9	10.0
B38-B58	610	0.61	7.38	8.856	0.009	86.7	90	1.39	16.05	18.60	113.9	95.3	9.5
N24-N25	583	0.583	97.5	117	0.117	315.2	315	1.50	3.79	35.00	149.2	114.2	11.4
N25-B40	140	0.14	3.85	4.62	0.005	62.6	63	1.48	6.43	41.60	142.7	101.1	10.1
N25-N26	59	0.059	93.65	112.38	0.112	308.9	315	1.44	0.36	35.30	148.8	113.5	11.3
N26-N60	60	0.06	65.65	78.78	0.079	258.7	315	1.01	0.18	41.20	148.6	107.4	10.7
N60-N61	120	0.12	24.81	29.772	0.030	159.0	160	1.48	1.75	38.60	146.9	108.3	10.8
N61-B49	100	0.1	16.03	19.236	0.019	127.8	160	0.96	0.64	37.00	146.2	109.2	10.9

N61-B47	147	0.147	22.83	27.396	0.027	152.5	160	1.36	1.83	36.50	145.0	108.5	10.9
N60-N64	228	0.228	40.84	49.008	0.049	204.0	200	1.56	2.79	41.00	145.8	104.8	10.5
N64-B50	75	0.075	3.18	3.816	0.004	56.9	63	1.22	2.40	28.00	143.4	115.4	11.5
N64-B42	230	0.23	37.66	45.192	0.045	195.9	200	1.44	2.41	27.40	143.4	116.0	11.6
B42-N66	180	0.18	34.2	41.04	0.041	186.7	200	1.31	1.57	20.20	141.8	121.6	12.2
N66-B52	66	0.066	8.88	10.656	0.011	95.1	110	1.12	0.90	20.00	140.9	120.9	12.1
N66-B51	600	0.6	25.36	30.432	0.030	160.8	160	1.51	9.11	12.60	132.7	120.1	12.0
B51-B48	160	0.16	19.33	23.196	0.023	140.4	160	1.15	1.45	10.00	131.3	121.3	12.1
B48-B44	150	0.15	10.49	12.588	0.013	103.4	110	1.33	2.81	11.20	128.5	117.3	11.7
B44-B43	145	0.145	4.65	5.58	0.006	68.8	75	1.26	3.97	10.00	124.5	114.5	11.4
N26-B46	340	0.34	28	33.6	0.034	168.9	200	1.07	2.04	32.00	146.8	114.8	11.5
B46-B45	93	0.093	17.8	21.36	0.021	134.7	160	1.06	0.72	36.40	146.0	109.6	11.0

**Tableau X : Résultats de calcul (Débits, vitesse, perte de charge et pressions)**

## **Interprétations :**

D'après les calculs exposés dans le tableau ci-dessus on voit que la variante choisie sans station de pompage permet d'obtenir des pressions aux bornes très satisfaisantes, et sont généralement supérieures à trois bars, (pour les pressions très importantes on installe des brise charge), ce qui est très satisfaisant et permet l'implantation de plusieurs systèmes d'irrigation.

## **VI.8 .Pièces spéciales :**

### **VI.8-1. Vannes de sectionnement :**

Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation.

Il est prévu d'installer des vannes de sectionnement au départ de toutes les branches et des sous branches importantes.

### **VI.8-2.Ventouses :**

Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes.

Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite.

Elle est portée sur le profil en long et désignée par le diamètre de l'orifice assurant l'évacuation de l'air.

La mise en place de ventouses à chaque point haut, espacées de 500 mètres au maximum, est également indispensable.

Le tableau ci-après précise le choix de la ventouse en fonction du diamètre de la conduite.

**Tableau XI : Choix de la ventouse**

DIAMETRE DE LA CONDUITE	TYPE DE VENTOUSE
<b>D &lt; 500 mm</b>	D 80 mm
<b>600 &lt; D &lt; 900 mm</b>	D 100 mm
<b>900 &lt; D &lt; 1200 mm</b>	D 150 mm
<b>D &gt; 1200 mm</b>	D 200 mm

### **VI.8-3. Vidange :**

Les vidanges sont placées en des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau. Pour les branches extrêmes de petit diamètre la vidange sera faite par pompage vu les faibles volumes à évacuer ou par des bornes placées à des points bas.

Le tableau ci-après précise le choix de la vidange en fonction du diamètre de la conduite.

**Tableau XII : Choix de la vidange**

Diamètre de la conduite	Type de vidange
<b>100 &lt;D &lt; 500 mm</b>	D 100 mm
<b>600 &lt; D &lt; 800 mm</b>	D 150 mm

### **Conclusion :**

Au terme de ce chapitre, il vient à noter que le choix des systèmes d'irrigation est basé sur la répartition des pressions au niveau des bornes mais aussi sur le type des cultures dans le périmètre. Chapitre I. En effet, nous avons dimensionné au cours de ce chapitre tout le réseau d'irrigation et tous les compartiments qui vont avec.

# **CHAPITRE V**

## **Choix de système d'irrigation**

## **I. Introduction**

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère par ce moyen réalisé les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Mais quel que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage), et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir Cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit ?

## **II. Choix des techniques d'irrigation :**

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- ✓ La pente du terrain à irriguer;
- ✓ Le débit dont on dispose ;
- ✓ Nature du sol (perméabilité) ;
- ✓ Nature des cultures ;
- ✓ Facteurs économiques;
- ✓ Rentabilité de l'opération.

## **III. Différentes techniques d'arrosages :**

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois classes :

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

L'irrigation par micro-irrigation (sous pression

### **III.1 L'irrigation gravitaire**

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé consiste la distribution de l'eau on utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

#### **III-1-1. L'irrigation par ruissellement**

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

#### **a) Les avantages de l'irrigation par ruissellement**

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau
- possibilité de lessivage sans risques d'érosion
- Matériel d'irrigation assez simple

#### **b) les inconvénients**

- Temps d'irrigation important
- Nécessité de nivellement et son entretien
- Pertes importantes d'eau

### **III-1-2. L'irrigation par submersion**

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la qu'elle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaires pour la croissance des plantes. Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieur à 2 %.

#### **a) Les avantages de la submersion**

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

#### **b) Les inconvénients de la submersion**

- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'ou diminution de la perméabilité
- Nécessite d'assainissement
- Manque d'aération

### **III-1-3. L'irrigation par infiltration**

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltre latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

#### **a) les avantages**

- Pas de danger d'érosion, ni de formation de croûtes
- L'accès est facile au terrain

#### **b) Les inconvénients**

- Grande perte d'eau
- Exigence en main d'œuvre

### III-2. L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression



Figure II : Irrigation par aspersion. Source([www.agrimaroc.ma](http://www.agrimaroc.ma))

Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttes et doivent assurer une répartition aussi uniforme que possible de pluie sur la surface du sol.

#### a) Les avantages

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Favorise les conditions ambiantes
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'œuvres

#### b) les 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

### III-3. L'irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles en particulier et principalement l'irrigation dite « goutte à goutte » qui ont en commun les caractéristiques suivantes:

- Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées
- L'utilisation souvent répétée à la limite continue de faibles débits instantanés.
- La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes.

Aujourd'hui, grâce à la distribution sous pression, on a pu concevoir des systèmes qui peuvent être conduits facilement, qui s'automatisent aisément, et dont les pertes en eau sont négligeables.



**Figure II : Irrigation en goutte à goutte source(www.agrimaroc.ma)**

#### a) les Avantages

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanent de la couche active de sol
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe)
- Réduction des mauvaises herbes
- Réduction de l'évaporation
- Economie d'engrais

- Facile à automatisé

## **b) Les inconvénients**

- Coût très élevé du matériel
- Risque d'obstruction des goutteurs
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés
- Apte seulement pour les cultures par rangée

## **IV. Choix des techniques d'arrosage :**

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable , il est nécessaire de savoir les contraintes suivantes :

### **IV-1. Les contraintes naturelles**

#### **IV-1-1. L'évaporation**

Notre zone d'étude est caractérisée par un évaporation élevé durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante .

#### **IV-1-2. Le vent**

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation , notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part( 3 m/s au moyen)

#### **IV-1-3. Le sol**

Les sols de périmètre de Cap-Djinet présente une texture limono argileuse , la perméabilité est moyenne , d'ou l'irrigation de surface doit être prudente afin d'éviter l'asphyxie des plantes , dans ce cas l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisé ont des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses .

### **IV-2 Les contraintes techniques**

- ❖ Qualification de main d'œuvre
- ❖ Entretien du matériel

### **IV-3. Les contraintes agronomiques**

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre de Cap-Djinet sont constitués de cultures céréale , maraîchage, et arboriculture pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les cultures et maraîchages, et l'irrigation localisée pour les vignes

Une analyse multicritères du choix des techniques d'arrosage basée sur les différents contraintes , résume le choix adéquat pour le zone considérée .

**Tableau I :** Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

Contraintes	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
▪ <b>Evaporation</b>	+	+ +	+ + +
▪ <b>Vent (1.9 m/s)</b>	+ + +	+	+ + +
▪ <b>Texture (argileux-limoneuse)</b>	+ +	+ +	+ + +
▪ <b>Perméabilité (bonne)</b>	+ +	+ + +	+ + +
▪ <b>Pente</b>	+	+ +	+ + +
▪ <b>Qualité d'eau (moyenne)</b>	+ +	+ +	+
• <b>Cultures</b>			
▪ <b>Maraîchage</b>	+ + +	+ + +	+ + +
▪ <b>céréales</b>	X	+ + +	X
▪ <b>arbres</b>	+ + +	X	+ + +
• <b>Contraintes économique</b>			
▪ <b>économie d'eau</b>	X	+ +	+ + +

**Remarque :**

x: inadéquat ou déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

**Conclusion**

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible ; on peut choisir les techniques d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux techniques présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation à la surface.

**Chapitre VI**  
**Etude du système**  
**d'irrigation**

## **I Introduction :**

L'irrigation à la parcelle est relative à la mise en œuvre de l'eau d'irrigation délivrée aux prises du réseau.

On entend par parcelle d'irrigation l'unité de surface disposant d'une prise individualisée sur le réseau de distribution.

Les équipements mis en jeu ou les aménagements de terrain sont fonction de la technique d'irrigation adoptée par les irrigants : irrigation de surface, irrigation par aspersion, irrigation localisée.

Ce présent chapitre a pour but le dimensionnement d'un réseau d'aspersion, de l'enrouleur (type Canon) et d'un réseau goutte à goutte.

## **II Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :**

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Présentons sommairement le principe de la mise en œuvre de l'irrigation à la parcelle dans le cadre d'un équipement classique.

À partir de la prise d'irrigation, l'agriculteur dispos d'une canalisation d'approche (conduite tertiaire) alimentant les portes rampes qui alimentent à leurs tours les rampes sur lesquelles sont montés les asperseurs.

Le dimensionnement des ouvrages cités, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique, tels que le choix de la culture et les caractéristiques de la parcelle choisie.

### **II.1 Données générales**

**Choix de la culture :** nous avons choisi l'irrigation de blé, cette céréaliculture présente des avantages agronomiques et économiques importants.

**Choix de parcelle :** la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est dans l'ilot n°10, sous la parcelle n°63, qui présente une superficie de 1.5 ha.

La parcelle est de forme rectangulaire présente des dimensions de 260x60m, elle est alimentée par la borne N°10 qui dispose d'une pression de 7.1 bars.

**Temps de travail** : 20 heures par jour, et 26 jours par mois

**Besoins en de pointe** : 45.59 mm/mois pour le mois de pointe.

**Perméabilité du sol** : le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée à:

$K = 7 \text{ mm/h}$ .

**Dose pratique** : RFU : elle est calculée comme suit :

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

Y: degré de tarissement : égal à 2/3 ;

Da: densité apparente : égale à 1.35

Z: profondeur d'enracinement mm (60 cm pour le blé)

Hcc: humidité à la capacité au champ (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (16%).

$$RFU = (27-16)/100 * 0.6 * 1000 * 1.35 * 2/3 = 59.4 \text{ mm}$$

## II.2 Dimensionnement théorique

### a) Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol  $K = 7 \text{ mm/h}$ ; On pose  $p \leq k$  tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcule par la formule suivante :

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

$$\text{D'où : } d = \frac{7 \cdot 1,04}{1,5} = 4,85 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

### **b) Calcul de la portée du jet (L)**

La portée du jet est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé, permet de définir la surface circulaire arrosée par l'appareil, se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25}$$

Avec : d : le diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m), dans notre cas P= 3 bars, hauteur d'eau =30m.

$$L = 3 \cdot (4,80)^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 15,38\text{m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précisions en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur.

D'après le catalogue pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression minimale de 3 bars, la portée calculée est de 16,0m.

### **c) Ecartements entre les rampes et arroseurs**

En fonction de la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

E<sub>i</sub> entre les lignes d'arrosage : 1,25L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

E<sub>a</sub> entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

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

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 2.7 m/s=9.72Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_i = 1,25 \cdot 16 = 20\text{m}$$

$$E_a = 0,8 \cdot 16 = 12,8\text{m}$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

E<sub>i</sub>=18m, E<sub>a</sub>=12m.

La surface mouillée (m<sup>2</sup>) = 216 m<sup>2</sup>.

#### d) Débit de l'asperseur

Le débit d'un asperseur se calcule, par la relation suivante :

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$
$$q = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,8 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0.00042 \text{ m}^3 / \text{s} \quad (\text{VII-4})$$
$$q = 1.5 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Avec q débit de l'asperseur (m<sup>3</sup>/s).

#### e) Vérification de la pluviométrie de la buse

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

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

Q : est le débit de l'asperseur choisi, q=4.2 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s = 1.5 m<sup>3</sup>/h

$$\text{D'où } p = \frac{1,50}{18 \cdot 12} = 6.9 \text{ mm} / \text{h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie P<sub>≤K</sub>=7 mm/h.

#### f) Calcul du tour d'eau :

La durée du tour d'eau correspond à la durée nécessaire à l'arrosage de l'ensemble des parcelles.

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_J}{B_{mp}}$$

$$Teau = (59,4 \cdot 26) / 45.59 = 33.8 \text{ jours.}$$

On prend un tour d'eau de 33 jours.

Donc on irrigue une fois par mois.

#### g) La dose réelle :

$$Dr = Teau \cdot \text{la dose journaliere} = 33 \cdot 1.52 = 50.15 \text{ mm.}$$

$$Dr = 50.15 \text{ mm.}$$



**h) Calcul de la dose brute :**

$$Db = \text{La dose réelle} / 0,75 = 50.15 / 0,75 = 66.87 \text{ mm}$$

**i) Temps d'arrosage :**

Le temps T pour donner une dose par un asperseur sans dépasser la capacité d'infiltration se calcule d'après la relation suivante :

$$T = \frac{\text{dose}_{-}\text{réelle}_{-}\text{brute}}{\text{pluviometrie}} = 66.87 / 7 = 9.55 \text{ h}$$

$$T = 9,5 \text{ h.}$$

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un 22 h

**j) Calcul du débit d'équipement (Qeq) :**

$$Qeq = \frac{S(\text{ha}).B(\text{mm}).10}{T.n.Nj} = \frac{1.5*45.59*10}{9.5*2*26} = 1.38 \text{ m}^3/\text{h}$$

**k) Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :**

$$\text{La surface unitaire arrosée : } SU = \frac{S}{Teau.n} = \frac{1,5}{9,5.2} = 0.083 \text{ ha}$$

**l) Nombre d'asperseur requis (Nasp) :**

$$Nasp = \frac{SU.10000}{El.Ea} = \frac{0.083.10000}{18.12} = 4 \text{ asp}$$

tel que: La dose réelle brute d'arrosage = la dose réelle/0.75

**m) Calcul du volume fourni par un asperseur par mois**

V= nbr de position par jour . nbr d'irrigation par mois . Dose . Ea . El

$$V = (2 \cdot 26 \cdot 66.87 \cdot 12 \cdot 18) / 1000 = 751 \text{ m}^3$$

Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

Vt = besoins mensuels \* surface

$$Vt = 45.59/1000 * 260 * 60 = 711.2 \text{ m}^3$$

## II.3 Dimensionnement hydrauliques des rampes :

### a) Longueur de la rampe

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion.

Il est envisagé deux dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe :

$$L = \text{largeur de terrain} / 2 - E_a / 2 = 60 / 2 - 12 / 2 = 24 \text{ m}$$

### b) Nbre asperseur/rampe (N) :

$$N = \text{largeur} / E_a = L_r / E_a = 24 / 12 + 1 = 3 \text{ asperseurs}$$

### c) Nombre de rampes(Nr) :

$$N_r = N_{\text{asp}} / (\text{nbr asp/ rampe}) = 1,33 \text{ rampes.}$$

On travaille avec une rampe.

### d) alcul du débit de la rampe(Qr) :

$Q_r = \text{le débit de l'asperseur} \times \text{le nombre d'asperseur/ rampe.}$

$$\text{Le débit de la rampe : } Q_r = 1,50 * 3 = 4.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Nombre de position des rampes :

$$N_r = \frac{l_r}{E_l} = \frac{260}{18} = 14$$

$L_r$  : longueur du terrain = 260 m,  $E_l$  : espacement entre les rampes (=18m).

Le nombre de poste égale à 14 postes.

Nous avons les données suivantes :

Longueur de la rampe  $L = 24 \text{ m.}$

Nombre d'asperseur par rampe 3 asperseurs

Nombre de rampes = 1 rampe

Débit de la rampe =  $4.5 \text{ m}^3/\text{h} = 0.00128 \text{ m}^3/\text{s.}$

**e) Calcul du Diamètre de la rampe**

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi \cdot V}}$$

Avec  $V$  : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] m/s$$

On suppose que  $V = 1.5$  m/s et on calcule  $D_R$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00125}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.033 m = 33 \text{ mm}$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants:

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200 mm.

Le diamètre normalisé ( $D_r = 50$  mm).

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0.00125}{3.14 \cdot 0.05^2} = 0.64 \text{ Ce qui est conforme.}$$

**f) Dimensionnement de la porte-rampe**

La longueur de la porte-rampe est calculée par :

$$L_{pr} = 260 - 18/2 = 251 \text{ m}$$

On recalcule avec le porte-rampe

$$Q_{p\_rampe} = Q_{asp} \cdot n_{asp/rampe} \cdot N_{rampe} = 1.5 \cdot 3 \cdot 1 \quad Q = 0.00125 m^3/s$$

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] m/s$$

On suppose que  $V = 1.5$  m/s et on calcule  $D_R$

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00125}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.033 m = 33 \text{ mm}$$

On prend le diamètre normalisé  $D_{pr}=50$  mm

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 0.00125}{3.14 * 0.05^2} = 0.64 \text{ Ce qui est conforme.}$$

## II.4 Calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les conduites est calculée généralement par une formule de type Hazen Williams :

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}}$$

Où  $\Delta H$  = Perte de charge unitaires (m/m)

Q : Débit de la conduite en m<sup>3</sup>/s

$C_H$  : coefficient équivalent à 130

Pour la rampe on a :  $L=24$ m  $D= 0.050$ m,  $Q= 0.00125$  m<sup>3</sup>/s

$\Delta H_{rampe} = 0.28$ m

Pour la porte rampe on a :  $L=251$ m ,  $D=0.05$ m,  $Q=0.00125$ m

$\Delta H_{porte-rampe} = 2.97$ m.

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 0.28m et 2.97m pour la porte rampe.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau I: Résultat de calcul pratique d'aspersion**

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	251	24
Diamètre (mm)	50	50
Débit (m <sup>3</sup> /h)	4.5	4.5
Vitesse (m/s)	0.64	0.64
Perte de charge totale (m)	2.97	0.28

## II.5 Calcul de la pression en tête du réseau

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H2 : perte de charge totale de la rampe

H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=30+3.2+0=33.5\text{m.}$$

P=3,3 bar, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 7.1 bars.

### **III Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :**

Dans cette partie on va dimensionner le réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), qui nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail .

#### **III.1 Données générales**

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle n°44 alimentée par la borne n°29 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4.8 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 1ha et présente une forme relativement rectangulaire.

**Culture :** La Vigne ; **Besoin de pointe :** 46.31 mm (Mois Juin).

**Organisation du réseau :** Avec un écartement de 4\*4m, et un espacement des goutteurs 2 m, on a donc 520 arbres, avec 26 lignes de 20 arbres pour chaque rangée et 2goutteurs pour chaque arbre.

- Surface : **01ha.**
- Longueur : **112m.**
- Largeur : **90m.**

#### **Caractéristique du goutteur :**

- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominale : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 2 m

- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

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

#### Influence du taux de couverture du sol :

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite ; On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction :  $K_r$

$K_r$  dépend du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$K_r = 0.80$  selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$  selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

$$B_{ji} = B_j * K_r$$

$$B_{ji} = 1.54 * 0.8 = 1.23 \text{ mm/j}$$

#### Dose nette (Dose pratique) :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur  $h$

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau  $P$  :

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

Tel que :  $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ (27%)

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (16%)

$Y$  : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)

$Z$  : profondeur d'enracinement en (1500 mm)

$D_a$  : densité apparente (1.35).

$P$  : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

$P$  : Volume du sol humidifié

$N$  : Nombre de point de distribution par arbre

$S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée

$S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre

$S_a$  : espacement des arbres sur les rangs

$$P = 25\%$$

Donc :

$$RFU = (27-16)/100 \cdot 1500 \cdot 2/3 \cdot 1,35 = 148,5 \text{ mm} ; \quad RFU = 148,5 \text{ mm.}$$

$$\text{Et } D_p = RFU \cdot P\% = 148,5 \cdot 0,25 = 37,1 \text{ mm}$$

**a) Fréquence des arrosages (Fr) :**

$$Fr = \frac{\text{dose\_nette}}{B_{jm}} = \frac{37,1}{1,54} = 24 \text{ J}$$

Donc on prend une fréquence de 24 jours.

**b) Dose réelle (Dr) :**

$$Dr = B_{jm} \cdot Fr = 1,54 \cdot 24 = 37,1 \text{ mm}$$

**c) La dose brute réelle (Db) :**

$$D_{brute} = \frac{\text{dose\_réelle}}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{37,1}{0,9 \cdot 0,9} = 45,8 \text{ mm}$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficience du réseau d'irrigation Eff=90%

**d) Durée d'arrosage par mois :**

$$\theta = \frac{Db * Sd * Sr}{n * qg}$$

Sr et Sd espacement entre rang et distributeur, n et Qg nombre et débit du goutteur. (2 goutteurs et 4l/h).

$$\theta = \frac{45.8 * 4 * 2}{2 * 4} = 45.8 \text{ heures/mois.}$$

On prend 46 heures.

**e) Durée d'arrosage journalier :**

$$Dj = \frac{\text{duréed'arrosage}}{Fr} = \frac{46}{24} = 1.9 \text{ heures/jour}$$

**f) Nombre de poste :**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Tempsdetravail}}{\text{Duréed'arrosagejournalier}} = \frac{22}{1.9} = 11.5 \text{ POSTES}$$

On prend 12 postes.

**g) Surface du poste :**

$$Sp = \frac{\text{Surfacetotale}}{\text{Nombredeposte}} = \frac{1}{11.5} = 0.09 \text{ ha}$$

### **III.3 Calculs hydrauliques:**

#### **Conditions hydrauliques de base :**

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen :

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



La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$  avec  $x=0.5$  (caractéristique du gouteur)

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

Avec :  $q(g)$  : débit nominal du gouteur

$H(n)$  pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max.)}{10}$$

$$\Delta H(\max.) = 1/0.5 = 2 \text{ mce.}$$

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

$$P_{dcs} = 2 * 0,1 = 0,2 \text{ mce}$$

$$P_{dcl} = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

$$1/3 \text{ sur les porte- rampes } P_{dc} (pr) = 1.8 * 1/3 = 0,6 \text{ m c e}$$

$$2/3 \text{ sur les rampes } P_{dc} (r) = 1.8 * 2/3 = 1,2 \text{ m c e}$$

### **Le débit :**

$$Q_r = Q_g * N_r$$

$$Q_{pr} = Q_r. N_r$$

Avec:

- $Q_r$  : Débit de rampe.
- $Q_g$ : Débit du gouteur
- $N_g/r$  : Nombre des gouteurs par rampe
- $N_r$  : Nombre des rampes
- $Q_{pr}$ : Débit de porte rampe

La longueur de la rampe: 80 m

La longueur de la porte rampe : 104m

La longueur de la conduite d'approche : 10m

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

$$N_{\text{arbres}} = L_r/E_r = 80/4 = 20 \text{ arbres}$$

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

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 20 * 2 = 40 \text{ goutteurs}$$

**c) Le nombre des rampes:**

$$N_r = L_{pr}/E_r = 104/4 = 26 \text{ rampes}$$

**d) Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 40 * 4 = 160 \text{ l/h}$$

**e) Débit de la porte rampe:**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 160 * 26 = 4160 \text{ l/h}$$

**f) Nombre de porte rampe:**

$$N_{pr} = 1 \text{ (1 seul porte rampe).}$$

**g) Débit de la conduite d'approche (conduite tertiaire)**

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 4160 * 1 = 4160 \text{ l/h}$$

### III.4 Dimensionnement des canalisations du réseau:

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEBD ou PEHD.

- **La conduite tertiaire (conduite d'approche) :**

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

- **Porte-rampes :**

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

**Les rampes :**

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations ou l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

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

$$\varnothing_r(\text{cal}) = \left[ \frac{\text{P.d.c}(r) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$$\varnothing_{pr}(\text{cal}) = \left[ \frac{\text{P.d.c}(pr) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

Avec :

- Pdc(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
- Ør (cal) : le diamètre de rampes
- Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe

$D_{\text{rampe}} = 10.87$  mm, on prend un diamètre normalisé : DN = 16 mm

$D_{\text{porte-rampe}} = 44.13$  mm, on prend un diamètre normalisé : DN = 50 mm

### Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm

Perte de charge selon hazen-williams

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \quad (\text{VII-18})$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

$C_w = 140$  PEHD,  $L = 80$ m,  $D = 0.016$ m,  $Q = 4.44 \cdot 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$

$$\Delta H_{\text{rampe}} = 0.44 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{Rampe}} = 0.44 \text{ m} < 1.2 \text{ m}$$

### III.4 Calcul du Diamètre de la rampe :

Tableau II: calcul du diametre de la rampe

Culture	Surface (m <sup>2</sup> )	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	ΔHcal (m)
pêcher	10000	50	40	160	1.2	10.87	16	<b>0.43</b>

#### I.1.1.1. Calcul du Diamètre de la porte rampe :

On applique le même procédé que les rampes, et on trouve :

Tableau III : calcul du diamètre de la rampe

Culture	Surface m <sup>2</sup>	Lpr(m)	N rampes	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	hcal(m)
pêcher	10000	104	26	4160	0.6	44.13	50	<b>0.93</b>

### III.5 Calcul des diamètres de la conduite tertiaire :

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} \text{ avec : } Q : \text{débit de la conduite considérée (m}^3/\text{s);}$$

V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau IV: calcul des diamètres de la conduite tertiaire

Culture	Surface m <sup>2</sup>	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Pêcher	10000	10	0,00116	1.0	38.37	50	0.15	0.16

### III.6 Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :

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

Tableau V : Récapitulatif des calculs hydrauliques

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	80	104	10
Diamètre(m)	16	50	50
Débit (m <sup>3</sup> /s)	4.44.10 <sup>-5</sup>	0.0016	0.0016
Pertes de charge(m)	0.43	0.93	0.16

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le gouteur le plus défavorable ;

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

$$P(m) = 10+0.43+0.93+0.16= \mathbf{11.62\ m.}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.2 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

### Conclusion :

Le choix de techniques d'irrigation revêt une grande importance au sein d'un périmètre, puisqu'il régit l'intensification des cultures.

Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement de deux systèmes d'irrigation : aspersion, le système goutte à goutte

L'introduction de ces systèmes permet une revalorisation de l'agriculture par une augmentation des rendements.

# **Chapitre VII**

## **Calcul technico-économique**

## **I Introduction**

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur la rentabilité et le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations à effectuer sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

Donc, à travers ce chapitre, on doit faire une étude économique détaillée afin de connaître l'aspect financier (gain et pertes) de ce projet, en fonction des différentes charges intervenant, à savoir les charges d'investissement et d'exploitation.

Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont :

- Réseau de distribution.
- Conduite d'adduction.
- Travaux divers.

## **II Différents travaux à entreprendre :**

L'organisation d'un chantier consiste à déterminer et coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir les travaux d'exécution dans les meilleures conditions possibles et les plus brefs délais.

Les étapes des différents travaux de réalisation pour un réseau d'irrigation sont :

- Implantation des tracés des tranchées sur le terrain ;
- Excavation des tranchées.
- Pose du lit de sable (épaisseur de 20cm).
- Pose des conduites.
- Epreuve de joint et de canalisation.
- Remblaiement des tranchées.
- Nivellement et compactage.

## **III Frais des travaux sur réseau d'irrigation :**

### **III.1 Calcul du volume de déblai :**

Le largueur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, on laisse  $a=30\text{cm}$  d'espace de chaque côté de la conduite.

$$b = D + 2a.$$

b : largeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

a : distance entre la conduite et le fruit de talus.

La hauteur est de :

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \text{ (m)}$$

Avec :

D : diamètre de la conduite.

$h_{\text{sable}}$  : qui est la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 mètres

**Le volume des déblaiements sera alors égal à :**

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times b \text{ (m}^3\text{)}$$

L : Longueur de la tranchée en (m) ;

H : profondeur de la tranchée (m).

b : largeur de la tranchée (m)

### **III.2 Calcul du volume de remblais :**

Le volume du remblai est égale à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - V_{\text{cond}}$$

$$\text{Avec : } V_{\text{cond}} = \left( \pi \frac{D^2}{4} \right) \cdot L$$

$$\text{Donc : } V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - \left( \pi \frac{D^2}{4} \right) \cdot L$$



### III.3 Calcul du volume de sable :

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égale à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times b$$

La figure ci après illustre la disposition de la conduite au niveau de la tranchée :

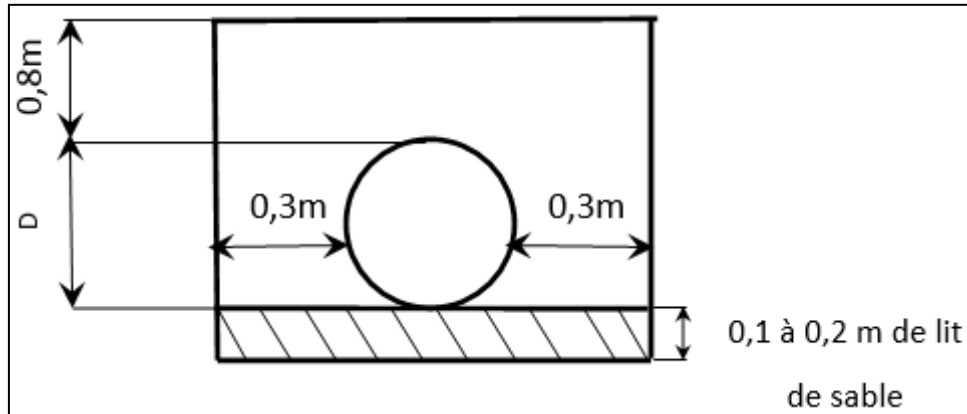


Figure I : Disposition de la conduite dans une tranchée

Calcul des différents volumes :

Tableau I Quantité des travaux de terrassement.

Conduites (mm)	b (m)	h (m)	L (m)	V <sub>deb</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cond</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>sable</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>remb</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>excédentair</sub> (m <sup>3</sup> )
63	0.663	1.063	490	345.33681	1.52667585	64.974	278.836134	66.5006759
75	0.675	1.075	723	524.62688	3.19249688	97.605	423.829378	100.797497
90	0.69	1.09	1857.3	1396.8753	11.8096421	256.3074	1128.75829	268.117042
110	0.71	1.11	2708	2134.1748	25.721938	384.536	1723.91686	410.257938
125	0.725	1.125	1953	1592.9156	23.9547656	283.185	1285.77586	307.139766
160	0.76	1.16	1031.16	909.07066	20.7221914	156.73632	731.612145	177.458511
200	0.8	1.2	2637.96	2532.4416	82.831944	422.0736	2027.53606	504.905544
250	0.85	1.25	591	627.9375	28.9959375	100.47	498.471563	129.465938
315	0.915	1.315	1634	1966.0697	127.274915	299.022	1539.77273	426.296915
400	1	1.4	395	553	49.612	79	424.388	128.612
500	1.1	1.5	1470	2425.5	288.4875	323.4	1813.6125	611.8875
800	1.4	1.8	1568.16	3951.7632	787.843584	439.0848	2724.83482	1226.92838
Total				18 959.71	1451.97359	2906.3941	14601.3443	4358.36771

**Tableau II : Coût des travaux de terrassement.**

Conduites	Unités de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	M <sup>3</sup>	18959.712	1000	18959712.05
Pose du lit de sable	M <sup>3</sup>	2906.3941	1100	3197033.532
Remblai de la tranchée	M <sup>3</sup>	14601.344	600	8760806.601
Evacuation de terres excédentaires à la décharge	M <sup>3</sup>	4358.3677	500	2179183.855
<b>TOTAL (DA)</b>				<b>33096736.03</b>

#### IV Facture des différents types de conduites du réseau de distribution :

Les prix des conduites sont détaillés comme suit :

**Tableau III : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.**

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
63	PEHD	ml	<b>490</b>	288.17	<b>141203.3</b>
75	PEHD	ml	<b>723</b>	404.81	<b>292677.63</b>
90	PEHD	ml	1857.3	188.62	<b>350323.926</b>
110	PEHD	ml	2708	416.1	<b>1126798.8</b>
125	PEHD	ml	1953	530.1	<b>1035285.3</b>
160	PEHD	ml	1031.16	868.3	<b>895356.228</b>
200	PEHD	ml	2637.96	1 358.50	<b>3583668.66</b>
250	PEHD	ml	591	2 109	<b>1246419</b>
315	PEHD	ml	1634	3 363	<b>5495142</b>
400	PEHD	ml	395	9 500.90	<b>3752855.5</b>
500	PEHD	ml	1470	12 816.89	<b>18840828.3</b>
800	Beton	ml	1568.16	23 513.76	<b>36873337.88</b>
Total (HT)					73633896.53
TVA (19%)					13990440.34
Total (TTC)					<b>87624336.87</b>

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$\text{CT} = 33096736.03 + 87624336.87 = \mathbf{120\ 721\ 072.9\ DA}$$

Donc cout total du projet à égale **120 721 072.9 DA**, écrit en lettre : **Cent Vingt Million Sept Cent Vingt et Un Mille Douze Dinar Algériens et Quatre-Vingt-Dix millime.**

### **V Conclusion :**

A travers ce chapitre, nous avons calculé le devis estimatif et quantitatif de notre projet d'irrigation pour le périmètre de Cap-Djinet avec un coût total d'environ **120721072.9 DA**

## **Conclusion générale**

L'objectif fondamental visé par l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude est la réhabilitation et le dimensionnement du réseau d'irrigation (adduction et distribution) du périmètre Cap Djinet (wilaya de Boumerdés) à partir du barrage Benouali dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique, et assuré une qualité d'irrigation pour satisfaire le client c'est le plus important, et pour garantir un bon rendement de récolte sur court, moyen et long terme.

Nous avons choisit un tracé qui a pu gravitairement nous assurer des pressions assez conséquentes au niveau des bornes d'irrigation.

L'intérêt de ce projet est immense car l'irrigation va permettre une diversification des cultures en places, un accroissement des rendements surtout pour la céréaliculture. La projection des systèmes d'irrigation modernes tels que l'aspersion et le goutte à goutte permettent une meilleure gestion de la ressource en eau et une meilleure conservation du sol.

Ce projet peut donc contribuer à améliorer l'ensemble des facteurs socioéconomique de la région, le but est d'assurer un bon recouvrement du périmètre d'irrigation à fin d'alimenter convenablement toute la superficie à irriguer, ce qui va améliorer le rendement et d'avoir une stabilité moyenne de long terme.

# Reference Bibliographique

**CARLIER. M** hydraulique générale et appliquée Edition **Eyrolles, 1972 Paris**

**CROPWAT**- un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation **CLEMENT, R. GALAND A.** irrigation par aspersion et réseau collectifs de distribution sous pression **1979.**

**HYDROLAB**- un logiciel pour l'étude hydrologique

**TOUALBIA B.** (cours d'hydrologie 3ème Année et régularisation des débits 4ème Année)

**OLLIER CH et POIRZE m.** (1981) Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages Ed . EYROLLES Paris 455P

## Annexe 1 : Coefficients culturaux (KC)

### 2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

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

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

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

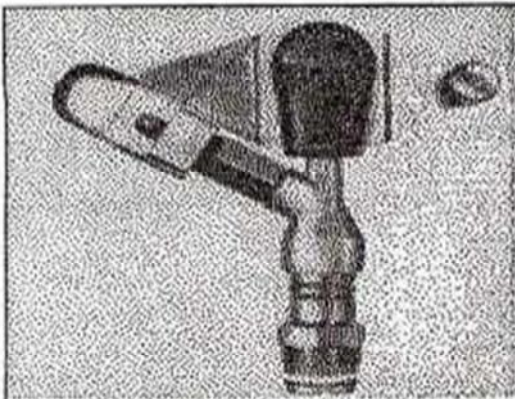


### Annexe 3 : Caractéristiques hydriques de quelques sols

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



## Annexe 4 : Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



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

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse Ø mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,38
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,7

## Annexe 5 : Données pluviométrique de la station Baghlia

**Annexe5:**  
**Données pluviométrique de la station Baghlia**

Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel
1980	0,8	52,1	81,9	282,4	52,8	60,1	76,8	88,1	46,1	5,7	0	16,7	763,5
1981	2,9	48,7	21,6	128,6	180,8	118,6	28,7	15,1	36,3	7,6	0	8,3	597,2
1982	41,2	73,8	227,1	132,2	3	75,6	63,8	17,6	12,8	0	4,4	37,4	688,9
1983	3,4	31,6	71,4	71,7	82,8	123,8	38,2	28,5	88,8	10,1	0	0	550,3
1984	24	105,7	29,4	141,9	124,3	37,9	217,8	11,8	116,3	0	0	0	809,1
1985	78,3	65,9	120,2	54,7	72,9	106,4	171,1	56,9	4,6	12,8	5,9	0,4	750,1
1986	14,2	41	75,5	201,7	114,8	227,7	43	4,1	12,9	33	0	1,2	769,1
1987	97,3	45,7	118,5	48,2	65,5	46,9	66,4	58,5	24,7	21,4	3,2	0	596,3
1988	71,2	4,2	90	255,2	46,7	25,7	37,5	96,7	6	17,1	3,9	4,4	658,6
1989	33,8	24,1	100,7	49	84,2	0	35,6	61	79,6	13,8	42	0	523,8
1990	1,8	70,2	56,5	200,2	91,5	143,4	64,5	53	38,5	3	0	2,5	725,1
1991	15,8	190,3	51,9	14,2	157,3	52,5	90,2	102,6	57,9	31,4	2,3	0	766,4
1992	6	78,9	119,3	164,6	36,5	92	23,9	105,3	39,2	0	0	3,9	669,6
1993	29,4	53,3	83,4	130	94,2	64,3	0	56,6	4,8	0	0	0	516
1994	68,9	70	29,3	121,7	212,2	40,6	101,4	41,1	0,2	10,4	0	38,9	734,7
1995	11,7	18,4	17,1	80,6	166,2	221,2	46,2	143,6	34,2	12,6	6,1	9,2	767,1
1996	30,3	112,1	57,6	70,2	47,8	16	24,6	100,9	14	6,2	1,3	18,6	499,6
1997	61	71,4	160,5	144,9	56,9	91,5	62,4	110,5	269,2	1,1	0	1,8	1031,2
1998	44,1	51,5	139,4	111,6	148,3	103,2	83	32,5	21,7	0	0	2,4	737,7
1999	25,7	22,4	169,8	227,9	18,1	8,1	15,3	42,6	33,1	4,7	0	0	567,7
2000	25,2	75,7	71,5	53,8	226,7	86,7	1,5	40,3	30,9	0	0	7,8	620,1
2001	15,2	0	104,7	69,7	71,8	37	61,7	64,8	17,3	2,7	0	12	456,9
2002	18,1	40,4	228,5	234,4	267,4	105,9	41,3	118,2	42,1	0	3,5	0	1099,8
2003	46,1	39,9	59,4	151,4	115,2	54,1	112,4	79,2	177,7	0,5	0	9,9	845,8
2004	25,4	44,9	110,9	169,8	133,8	143,9	28,2	55,2	3,1	0	1,4	0	716,6
2005	54,7	51,8	102,8	108,6	112,7	154,6	20	18,5	98,3	2,2	1,9	3	729,1
2006	19,6	25,1	4,4	261	15,4	51,3	232,1	212,1	20,8	3	5,3	32,6	882,7
2007	50,1	254,9	212,6	86,1	4,8	17,6	97	39,8	84,1	8,5	15,4	0	870,9
2008	24,2	51,1	202	136,4	193,8	33	84,8	87	114,3	0	0	6,6	933,2
2009	128,9	55,5	112,3	127,1	92,3	57	108,1	103,2	46,8	27	0,6	29,6	888,4
2010	24,4	131,2	141,5	80,7	89,1	129,6	48,3	88,2	149,1	48,6	0	0	930,7
2011	6,6	36,1	200,8	109,1	59,6	318,8	84,9	188,1	35,8	3,3	0	2,3	1045,4
2012	7,1	65,1	55,6	35,2	209	168,6	114,2	67,4	173,4	2,2	0	0	897,8