

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: Conception Des Systèmes d'Irrigation et Drainage**

### **THEME:**

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION PAR  
ASPERSION DANS LE PEREMETRE DE TIXTER(ZONEA)  
W.BORDJ BOU ARRERIDJ PAR UN FORAGE**

### **Présenté par :**

Mr BELGUIDOUM YASSINE

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

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr M.MESSAHEL	PROF	Président
M <sup>me</sup> L.S.BAHBOUH	MA.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> H.BOUCAMA	MA.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> S.HARKAT	MA.B	Examinatrice
Mr Y.BOUNAH	MA.B	Examinateur
Mr M.N.CHABACA	MC.A	Promoteur

Septembre- 2013



# Dédicace

*A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.*

- *A mes parents Mabrouk et Dalila pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard*
- *A mon frères ilyes et mes soeures besma et boutheina*
- *A toute ma famille Belguidoum et dhebih et spécialement ma tante farida pour son soutien*
- *A tous mes enseignant et amis sans exception*

# Remerciement

*Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration, ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer :*

*- Mon Promoteur Mr CHABACA MOHAMED NACER pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse. Je leurs exprime mes vifs remerciements.*

*- Mr MESSAHEL MEKI qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.*

*- Madame BAHBOUH. de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- Madame HARKAT de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- Madame BOUCHAMA de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- Mr BOUNAH de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*Je remercie tous les enseignants de l'ENSH pour le savoir qu'ils m'ont transmis.*

*Je remercie encore tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de cette étude.*

*A tous mes amis de l'ENSH : Tounci, CHAREF, DJABER, minor, chrix, rami, talal, yacine palistro, youcef, hima, 3ala, amine10, nabil, rabeh, lmehaslek,*

*A mon équipe de foot : bob, bilel, hcen, mos3ab, zaki lacoste, nadjib, hamza l gat, hamza34, mahfoud, lakriz, et nouri, takhmarti, radwan kahlouch*

*A mes amis : hendous, lyes jon, sifou, amine, hamoudi, rania, dounia, sonia, meriem, souad, lilya, keltoum, yasmine, houssam, sliman, lahcen, rafik, badis, amine chaweche, issam, dayda, rangis et la liste est longue*

Merci à tous

YACINE BELGUIDOUM

## المخلص:

في هذا العمل قمنا بدراسة عامة حول المنطقة التي سننجز فيها مشروعنا ( مناخ، التربة و الماء...).

اذ يندرج هذا العمل في إطار دراسة مساحة مسقية، تقع في سهل تكستار بولاية برج بوعريريج الهدف منها هو انجاز شبكة سقي بالرش على نبتة القمح على نفس السهل بإستعمال أحسن تقنيات السقي للحصول على مردود جيد وكذا المحافظة على الثروات المائية، نوعية التربة و الماء.

نستعمل أحسن الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء مع الحفاظ على مردودية جيدة في التوزيع من أجل الحصول على منتوج زراعي وفير.

وفي الاخير قمنا بحساب التكاليف التقديرية و الكمية اللازمة من اجل الحصول على التكلفة الاجمالية للمشروع.

## RESUME :

Dans ce travail nous avons fait une étude générale sur la région où nous allons réaliser notre projet (climat, sol, eau...).

Notre objectif consiste à faire une d'un périmètre irrigué, situe au périmètre du plateau de Tixter w Bourdj Bou Arreridj, dont le but est de projeter un réseau d'irrigation par aspersion sur une parcelle de blé, en utilisant les meilleures techniques d'irrigation, pour atteindre un bon rendement, tout en préservant les ressources hydriques, la qualité de sol et des eaux.

Par adoption des meilleures méthodes de calcul des besoins en eau des cultures, en ayant un bon coefficient d'efficience pour la distribution, en vue d'avoir la bonne production agricole avec le moindre coût.

## abstract

in this work, we have made a general survey on the region where we will achieve our project (climate, soil and water).

The main goal of this work is to make a study and a follow-up on an irrigated surface (perimeter) situated in a region called.

Tixter in the wilaya of Bordj Bou-Arreridj . the purpose of this study is to use the best techniques to reach a good output and also to preserve the water resources and the quality of the water and the soil.

By the adoption of the best ways and arithmetic techniques of the cultures needs to the water and with the preservation of a good distribution to reach a large quantity of the agricultural production.

At last, we have calculated the probable expenses and the necessary quantity of water and this is to find out the general expense of this project.

## CHAPITRE I : SITUATION ET CLIMAT

I- 1 – SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE :.....	2
I- 2-ANALYSE DES CONDITIONS CLIMATIQUES :.....	3
I- 2- a- Les précipitations : .....	4
I- 2- b- Les températures :.....	4
I- 2 - c -Le vent : .....	5
I- 2- d- L’humidité relative de l’air :.....	6
I- 2- e- L’insolation : .....	6
I- 2- f- Le sirocco : .....	7
I-3.Les indices climatiques :.....	7
I-3. 1. Indice d’aridité de Martonne :.....	7
I-3. 2. Quotient pluviométrique d’EMBERGER :.....	8
I.2.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	10
Conclusion .....	11

## CHAPITRE II : ETUDE PEDOLOGIQUE

II-1- Introduction: .....	12
II-2- l'étude pédologique: .....	12
II- 2-1-Les sols calcimagnésiques : .....	12
II-2-2- Description du profil pédologique: .....	13
Description du profil N° P10 .....	13
Description du profil N° P11 .....	15
Description du profil N° P12 .....	17
Description du profil N° P13 .....	19
Description du profil N° P14 .....	21
II-3-: Qualité des eaux d'irrigation et classification:.....	23
II-3-1: Qualité des eaux d'irrigation:.....	23
II-3-2: Classification des eaux d'irrigation: .....	23
II-3-2-1-La salinité.....	23
II-3-2-2-La conductivité électrique .....	23
II-3-2-3-Le coefficient d’adsorption du sodium S.A.R.....	24

II-4-Les ressources en eau pour l'irrigation .....	24
II-4-1-Compositions chimiques de l'eau d'irrigation .....	24

### **Chapitre III : HYDROLOGIE**

III.1 Introduction:.....	27
II.2. Géologie : .....	27
II.3. Les reliefs : .....	27
III.4. Hydrologie : .....	27
III.4. Homogénéité de la série pluviométrique : .....	29
III.5 .Etude de l'échantillon et choix du type de loi : .....	31
III.5.1 Traitement des données : .....	31
III.5.2 Ajustement de la série pluviométrique: .....	31
III.5.2.1Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale) : .....	31
III.5.2.2 Ajustement à la loi de Galton (loi log-Normale) : .....	34
III.6.Détermination de l'année de calcul : .....	36

### **CHAPITRE IV : BESOIN EN EAU**

IV.1- Introduction : .....	37
IV-2- Etude agronomique : .....	37
IV-2-1- Choix des cultures : .....	37
IV-2-2- Répartition des cultures : .....	38
IV.3-Besoins en eau des cultures : .....	38
IV.3-1- Détermination de l'évapotranspiration : .....	38
IV. 3-1-a- Définition : .....	38
IV. 3-1- b- Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration : .....	39
III. 3-2 - Calcul de la pluie efficace : .....	40
IV-4- Détermination des besoins en eau d'irrigation suivant le calendrier cultural : .....	41
IV-4-1. Définition .....	41
IV-4-2. Besoins nets mensuels en eau d'irrigation des cultures .....	42
IV-4-3. Le besoin d'irrigation brut, $B_{brut}$ : .....	43

IV-5. Evaluation du débit de pointe : .....	45
IV-5-1. De la culture la plus exigeante : .....	45
IV.6. CALCUL DU DEBIT MAXIMUM JOURNALIER : .....	46

## **CHAPITRE V : LA STATION DE POMPAGE**

V-1-Introduction : .....	47
V.2. Station de pompage : .....	47
V.2.1. Choix du type de bâtiment : .....	47
V.3.Les pompes : .....	47
V.3.1.Les turbopompes (pompes centrifuge) : .....	48
V.3.1.1.Les pompes à écoulement radial : .....	48
V.3.1.2.Les pompes axiales : .....	48
V.3.1.3.Les pompes semi axiales : .....	48
V.3.2.Nombre de pompes principales : .....	48
V.3.2.1.Détermination du débit d'une pompe : .....	49
V.3.2.2. Hauteur manométrique total : .....	49
V.3.2.3.Vérification du risque de la cavitation : .....	51
V.3.2.4.Energie consommée par le pompage : .....	52
V.3.2.5.Dépense annuelle de l'énergie .....	52
V.3.2.6.Amortissement annuel.....	52
V.4.Choix d'équipement hydraulique : .....	55
V.4.1. Les équipement de refoulement : .....	55
V.5.Bâtiment de la station de pompage : .....	56
V.5.1.Construction du bâtiment : .....	56
V.5.1.1.La partie souterraine : .....	56
V.5.1.2.Partie supérieure du bâtiment : .....	56
V.6.Le système de levage : .....	58
V.7.Conclusion : .....	59

## CHAPITRE VI : RESEAU D'IRRIGATION

VI.1. Introduction :	60
VI.2. Plan parcellaire :	60
VI.3. Généralités sur les techniques d'irrigation :	61
VI.3.1. Techniques d'arrosages :	61
VI.3.2. Choix de la technique :	61
VI.3.2.1. Selon les contraintes agronomiques :	61
VI.3.2.2. Selon les contraintes naturelles :	63
VI.3.2.3. Selon les contraintes techniques et socio-économiques :	64
VI.4. Mode d'arrosage :	65
VI.4.1. Irrigation par aspersion :	65
VI.4.2. Irrigation localisée (goutte à goutte) :	66
VI.5. Projection du réseau d'aspersion :	66
VI.5.1 Différents types d'installations d'aspersion :	66
VI.5.2. Facteurs et contraintes :	67
VI.5.3. Installation choisie :	69
VI.5.4. Méthode de calcul du dispositif d'arrosage :	69
VII.7. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION :	69
VI.5.5. Détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de rampes :	72
IV.5.5.1 Le diamètre de l'ajutage :	72
IV.5.5.2 la portée du jet (L) :	72
VI.5.5.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :	72
VI.5.5.4 Calcul du débit de l'asperseur :	73
VI.5.5.5 Vérification de la pluviométrie de la buse :	73
VI.5.5.6 Le temps nécessaire pour donner d'une dose par un asperseur :	73
VI.5.5.7 volume fourni par un asperseur pendant un mois :	73
VI.5.5.8 Volume à épandre en un mois sur toute la parcelle :	74
VI.5.5.9 Le nombre d'asperseurs :	74
VI.5.5.10 calcul du nombre de rampes :	74

VI.5.5.11. Calcule De La Pression Nécessaire A La Borne De Périmètre :.....	76
VI.5.5.12. CALCULE LE VOLUME DE RESERVOIR :.....	77

## **CHAITRE VII : ESTIMATION DU PROJET**

VII.1.Généralité :.....	78
VII.2. DEPENSES DE CONSTRUCTIONS :.....	78
VII.2.1. Dépense du réseau d'irrigation par aspersion : .....	78
VII.2.2 Dépense Des travaux : .....	79
VII.3.Conclusion .....	81

## LISTE DES TABLEAUX

### CHAPITRE I :

<i>Tableau I-1 : Répartition mensuelle et moyenne interannuelle des précipitations (période 1998-2006) :</i> .....	4
<i>Tableau I-2 : Evaporation moyenne mensuelles (période 1998-2006) .....</i>	4
<i>Tableau I-3 : Températures extrêmes et moyennes mensuelle .....</i>	4
<i>Tableau I-4 : Les valeurs moyennes de vent .....</i>	6
<i>Tableau I-5: Humidités relatives moyennes mensuelles .....</i>	6
<i>Tableau I-6 : Insolations moyennes journalières .....</i>	7
<i>Tableau I-7 : Fréquence du sirocco. ....</i>	7
<i>Tableau I-8 : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne.....</i>	8

### CHAPITRE II :

<i>Tableau II.1 : Les caractéristiques physico-chimiques du profil 10.....</i>	14
<i>Tableau II.2 : Les caractéristiques physico-chimiques du profil 11. ....</i>	16
<i>Tableau II.3: Les caractéristiques physico- chimiques du profil 12.....</i>	18
<i>Tableau II.4 : Les caractéristiques chimiques du profil 13.....</i>	20
<i>Tableau II.5 : Les caractéristiques chimiques de profil 14.....</i>	22
<i>Tableau II.6 : Caractéristiques du forage : .....</i>	24
<i>Tableau II.7 : Compositions chimiques de l'eau Tableau 1 .....</i>	25

### CHAPITRE III :

<i>Tableau III.1.: Pluies moyennes mensuelles observées à la station pluviométrique de Bordj Bou Arreridj.....</i>	28
<i>Le tableau.III.2 : détail du procédé de Test d'homogénéité pour la station pluviométrique de Bordj Bou Arreridj.....</i>	30
<i>Tableau.III.3 : Ajustement a la loi de Gauss (loi normale).....</i>	32
<i>Tableau.III.4: Ajustement à la loi de Galton (loi Log-normale).....</i>	34

<i>Tableau .III.5 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....</i>	<i>36</i>
---	-----------

**CHAPITRE IV :**

<i>Tableau IV-1 : La répartition des sols relative aux cycles culturaux.....</i>	<i>38</i>
--	-----------

<i>Tableau IV-2 : Représente l'évapotranspiration de référence <math>ET_0</math>, calculée à l'aide du logiciel CROPWAT.....</i>	<i>40</i>
--	-----------

<i>Tableau IV-3 : Les précipitations efficaces.....</i>	<i>41</i>
---	-----------

<i>Tableau IV-4: Détermination des besoins en eau des cultures.....</i>	<i>42</i>
---	-----------

<i>Tableau IV-5: Les besoins brut de chaque culture.....</i>	<i>44</i>
--	-----------

<i>Tableau IV.6 : Récapitulatif des besoins totaux en eaux.....</i>	<i>45</i>
---	-----------

**CHAPITRE V :**

<i>Tableau V.1 : Situation du bassin de stockage.....</i>	<i>47</i>
---	-----------

<i>Tableau V.2:Variation journalière des tarifs de l'énergie.....</i>	<i>52</i>
---	-----------

**CHAPITRE VII :**

<i>Tableau VII.1 : Dépenses de constructions de conduit d'adduction.....</i>	<i>78</i>
--	-----------

<i>Tableau VII.2 : Dépenses de constructions des conduits de distribution.....</i>	<i>78</i>
--	-----------

<i>Tableau VII.3 : Dépenses de constructions des accessoires.....</i>	<i>79</i>
---	-----------

<i>Tableau VII.4 : Dépense des travaux de conduit principale :.....</i>	<i>80</i>
---	-----------

## LISTE DES FIGURES

### CHAPITRE I :

<i>Figure I.1: photo par satellites de la commune de Tixter</i> .....	2
<i>Figure I.2 : plan de situation de la commune de Tixter</i> .....	3
<i>Figure. I.3 : Graphes des températures</i> .....	5
<i>Figure I.4 : Climagramme pluviométrique d'EMERGER</i> .....	9
<i>Figure I.5 : diagramme ombrothermique de Gaussen de notre zone d'étude</i> .....	10

### CHAPITRE II :

<i>Figure II.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.</i> .....	26
---	----

### CHAPITRE III :

<i>Figure III.1 : Ajustement à une loi Normale</i> .....	33
<i>Figure III.2 : Ajustement à une loi Log Normale.</i> .....	35

### CHAPITRE V :

<i>Figure V.1 : schéma de branchement des pompes</i> .....	50
<i>Figure V.2 : Les dimensions de la pompe</i> .....	53
<i>Figure V.3 : courbe caractéristique de la pompe</i> .....	54
<i>Figure V.4 : un système de levage. (pont roulant)</i> .....	58

### CHAPITRE VI :

<i>Figure VI.1 : Représentation du réseau de distribution avec diamètres</i> .....	70
<i>Figure VI.2 : Représentation du réseau de distribution avec pressions</i> .....	71

### CHAPITRE VII :

<i>Figure VII.1 : Coupe transversale de la Pose de Conduite</i> .....	79
---	----

## **LISTE DES PLANCHES**

**Planche 01** : Plan topographique de Tixter (ZONE A) w BORDJ BOU ARRERIDJ

**Planche 02** : Profil en long de la conduite principal de Tixter (ZONE A) w BORDJ BOU ARRERIDJ

**Planche 03** : Occupation du sol de Tixter (ZONE A) w. Bordj Bou Arreridj

**Planche 04** : réseau d'irrigation de Tixter (ZONE A) w. Bordj Bou Arreridj

**Planche 05** : Carte pédologique de Tixter (ZONE A) w. Bordj Bou Arreridj

## INTRODUCTION

L'eau est un facteur de production primordial mais ce n'est pas une ressource abondante.

L'Algérie comme la plupart des pays méditerranéens est classée parmi les plus pauvres en potentialités hydriques.

Actuellement une gestion moderne tend vers l'approche par la demande : révision des allocations de ressources, et recherche d'une meilleure efficacité de l'irrigation.

Avec l'irrigation, l'agriculteur dispose d'un puissant levier pour accroître et régulariser la production de ses cultures, à condition de pouvoir maîtriser son irrigation, afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal) visés.

La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation.

Donc pour satisfaire un ensemble d'impératifs, tel que l'utilisation judicieuse des ressources hydrique, l'efficacité économique et la conservation de la fertilité du sol ; elle doit cependant être bien maîtrisée, et raisonnée. Ainsi c'est dans ce sens que s'insère la présente étude. Elle consiste à projeter un réseau d'irrigation par l'aspersion sur le périmètre de BENI ACHOUCHE de commune de TIXTER (wilaya de Bordj Bou Arreridj).

## I- 1 – SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE :

Le périmètre de Beni Aichouche (Zone A) se trouve dans la commune de Tixter cette dernière est située à 33 km à l'est du chef-lieu de wilaya BORDJ BOU ARRERIDJ et à 37 km à l'ouest de la ville de Sétif, elle est limitée par :

Au nord: commune de AIN TAGHROUT.

Au sud : commune de RAS ELOUED.

L'est : Wilaya de SETIF.

L'ouest : commune de AIN TESSERA.

L'aire d'étude agro pédologique du périmètre s'étend sur deux zones : A et B

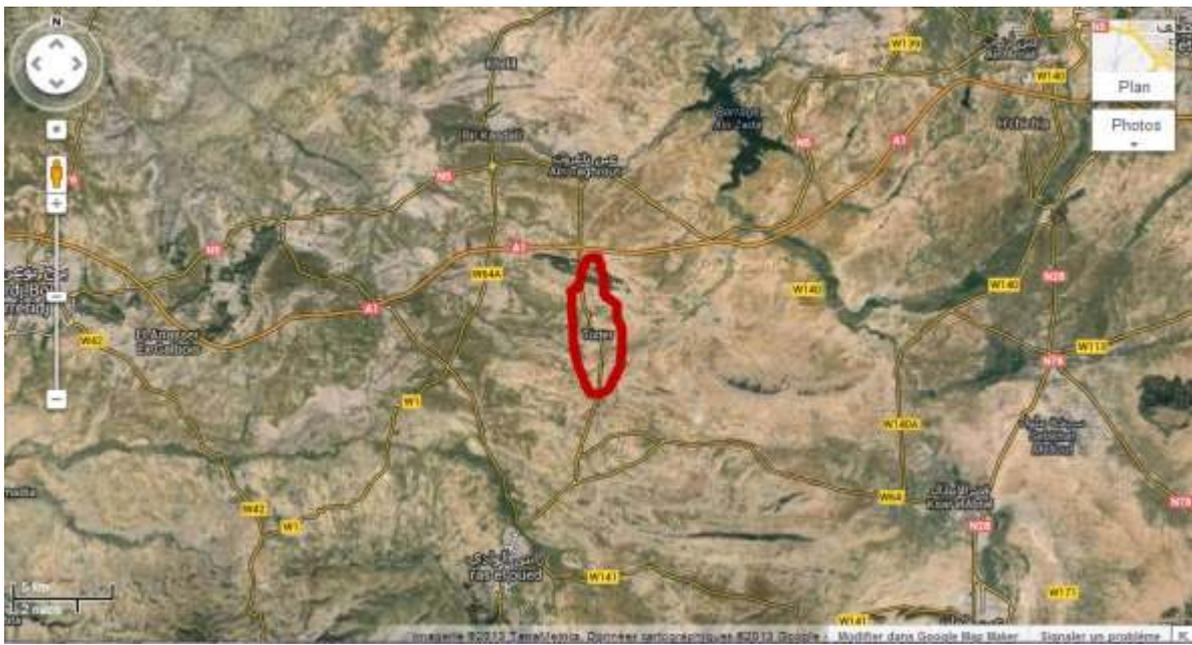
Zone A : Située à environ 6 Km au sud de TEXTER d'une surface de 52,09ha

Zone B : Située à environ 4 Km à l'est de TEXTER d'une surface de 39,09ha

Dans notre étude on fait la projection d'un réseau d'irrigation sur la zone A qui est caractérisée par:

Un forage d'un débit de 38l/s dont les coordonnées sont :

X=71°54' 50"	longitude	X=71°63' 50"	longitude
Y=30°44' 20"	latitude	Y=30°56' 80"	latitude
Z=962,2m		altitude *	



**Figure I.1:** photo par satellites de la commune de Tixter (Google earth)

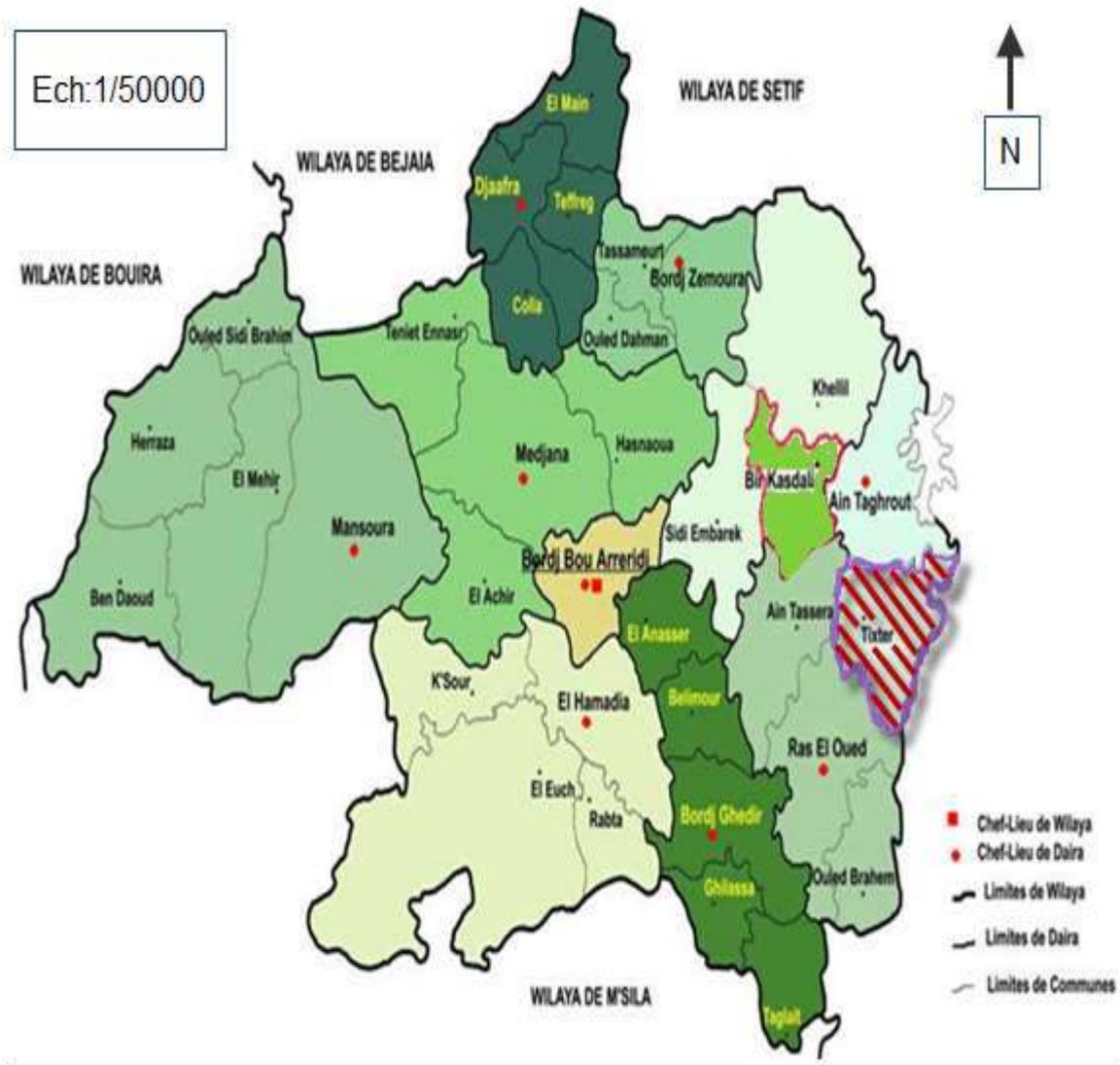


Figure I.2 : plan de situation de la commune de Tixer

## I- 2-ANALYSE DES CONDITIONS CLIMATIQUES :

Le climat de notre région d'étude est caractérisé par un été sec avec un vent chaud (sirocco) et un hiver froid avec des chutes de neige, ce climat est considéré comme continental. Les caractéristiques climatiques sont difficiles à cerner dans la mesure où les stations météorologiques les plus proches disposent de séries d'observations anciennes, limitées dans le temps et avec quelques paramètres seulement.

**I- 2- a- Les précipitations :** Parmi les facteurs climatiques les plus importants les précipitations, elles nous permettent de connaître les périodes où les cultures ont besoin d'être irriguées ou pas.

**Tableau I-1 :** Répartition mensuelle et moyenne interannuelle des précipitations (période 1980-2010) :

<i>Mois</i>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
<b>%</b>	11,99	8,6	11,27	11,76	9,03	4,41	1,16	24,8	8,68	9,41	9,43	11,29
<b>Pmoy (mm)</b>	29,8	21,3	28,01	29,2	22,4	12,2	2,9	6,16	21,6	23,4	23,4	28,1

(Source ANRH(CONSTANTINE) W.Bordj Bou Arreridj)

**Tableau I-2 :** Evaporation moyenne mensuelle (période 1998-2006)

<i>Mois</i>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
<b>%</b>	12,8	10,8	12,8	9,8	5,2	2	0,7	1,7	5,1	11,1	12,4	16,9
<b>Evap (m)</b>	51,2	43,2	51,2	35,6	20,8	8	2,8	6,8	20,4	44,4	49,6	67,6

(Source ANRH (CONSTANTINE) W.Bordj Bou Arreridj)

**I- 2- b- Les températures :**

Les températures extrêmes et moyennes sur une période d'observation de 31 ans (1980 à 2010) sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I-3 :** Températures extrêmes et moyennes mensuelle

<i>Mois</i>	<b>Jan</b>	<b>Fév</b>	<b>Mars</b>	<b>Av</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juil</b>	<b>Août</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Déc</b>	<b>Moy</b>
<b>T<sub>max</sub> (°C)</b>	9,4	11,1	13,3	16,1	22,3	29,6	34,2	33,8	27,3	20,8	14,8	10,3	20,3
<b>T<sub>min</sub> (°C)</b>	1,4	2,1	3,8	6,1	10,4	16,1	20,2	20,1	15,3	14,8	6,3	2,7	9,61
<b>T<sub>moy</sub> (°C)</b>	5,45	6,8	9,1	11,4	16,3	22,2	28,1	27,2	21,3	15,8	10,5	6,1	15

(Source ANRH(CONSTANTINE) W.Bordj Bou Arreridj)

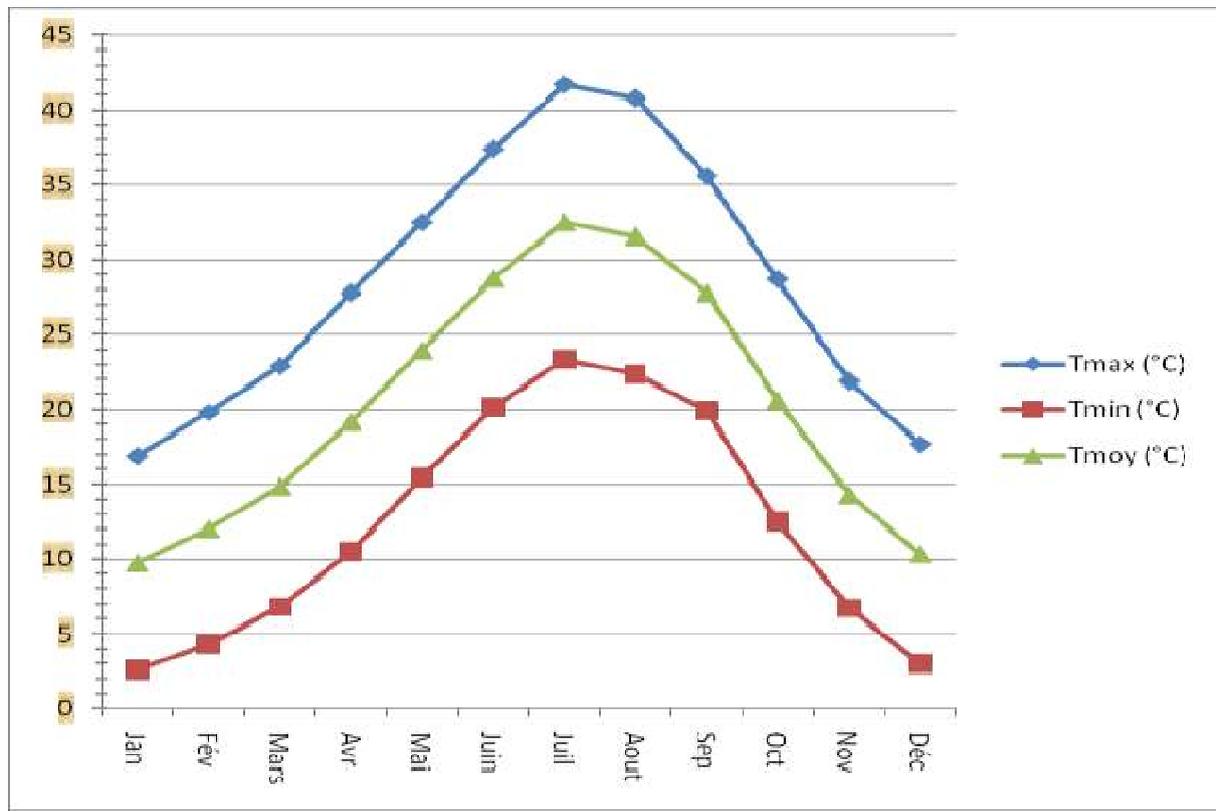
$$\text{Avec : } T_{\text{moy}} = \frac{T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{2} \quad < \text{I.1} >$$

La période chaude est plus longue (Juin, Juillet, Août et Septembre) où la température maximale moyenne est de 31,23°C.

La saison hivernale dure également six mois (Novembre, Décembre, Janvier, Février, mars et Avril) où la température minimale moyenne est de 12,6°C.

Le mois le plus chaud étant le mois de Juillet d'une température moyenne de 34,2° C

Le mois le plus froid étant le mois de Janvier avec une température de 9,4° C



**Figure. I.3 :** Graphes des températures

### I- 2 - c -Le vent :

Vu son influence directe sur les sols, le vent détruit la végétation ainsi que d'autres facteurs comme les précipitations et l'évapotranspiration.

Il est aussi un facteur dans le choix du type d'irrigation

La variation de vitesse du vent au cours de l'année est représentée dans le tableau I-4.

**Tableau I-4 :** Les valeurs moyennes de vent

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy
Vent Moy (M/s)	3,7	5,3	5,2	7,0	6,0	7,1	6,6	6,7	6,9	6,5	5,9	5,5	6,03
FREQU	38	37	45	38	39	32	33	30	27	27	29	38	39

(Source ANRH W.Bordj Bou Arreridj)

Le vent en été est caractérisé par sa vitesse dont la valeur moyenne est de 6,03 m/s. Durant les mois – Février - Mars - Avril –Mai-Juin, la vitesse du vent est légèrement plus élevée et atteint le seuil de 7,1 m/s.

Pendant la période hivernale, on note la prépondérance des vents « Ouest » et « Nord-Ouest ». En été les vents sont variables avec manifestation du sirocco dont les effets limitent la mise en valeur des hautes plaines.

**I- 2- d- L'humidité relative de l'air :**

L'humidité relative de l'air est un élément du cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et la couverture végétale.

Les résultats d'observation sont représentés dans le tableau I-5

**Tableau I-5:** Humidités relatives moyennes mensuelles

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anné
Humidi relativ (%)	59	47	41	46	42	38	41	32	45	58	58	47	46

(Source ANRH W.Bordj Bou Arreridj)

L'humidité relative de l'air varie entre un maximum de 58% en Octobre, Novembre et un minimum de 32 % en Août, caractérisant un climat sec durant toute l'année où l'agriculture sans irrigation n'est pas possible.

**I- 2- e- L'insolation :**

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

Les valeurs moyennes mensuelles et journalières sont représentées dans le tableau ci-après :

**Tableau I-6** : Insolations moyennes journalières

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolation(h)	6,3	7,9	7,5	8,6	8,5	11,1	11,9	10,1	9,3	7,2	5,7	4,0

(Source ANRH wilaya Bordj Bou Arreridj)

L'insolation moyenne mensuelle enregistrée varie de 11,9 h en Juillet à 4,0 h en Décembre

**I- 2- f- Le sirocco :**

Le sirocco, vent chaud et sec est observé pendant 56 jours/an, étalés sur 7 mois (d'avril à octobre) avec une fréquence plus élevée de 35 jours durant les deux mois de juillet et aout.

**Tableau I-7** : Fréquence du sirocco.

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Jour/mois	0	0	0	0,1	5,4	11,5	16	14	3,7	0,3	0	56

**I-3.Les indices climatiques : [1]****I-3. 1. Indice d'aridité de Martonne :**

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région.

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

&lt; I.2 &gt;

Avec :

$I_A$  : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

$$I_A = \frac{258.7}{15 + 10} = 10,34$$

$$I_A = 10,34$$

**Tableau I-8** : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne.

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

$$I_A = 10.34 \text{ donc } 10 < I_A < 20$$

•D'où notre climat est sec, donc l'irrigation est souvent indispensable.

### I.3. 2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER exprime la sécheresse globale d'un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l'apport par le rapport  $\frac{P}{E}$ .

$$Q = \frac{P}{M^2 - m^2} \times 2000 \quad < \text{I.3} >$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm). =259,7 mm

M : moyenne des températures maximales (Kelvin). = 34,2

m : moyenne des températures minimales (Kelvin). =1,4

\*D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure (I.4)), on peut dire que le climat de notre région est un climat semi-aride.

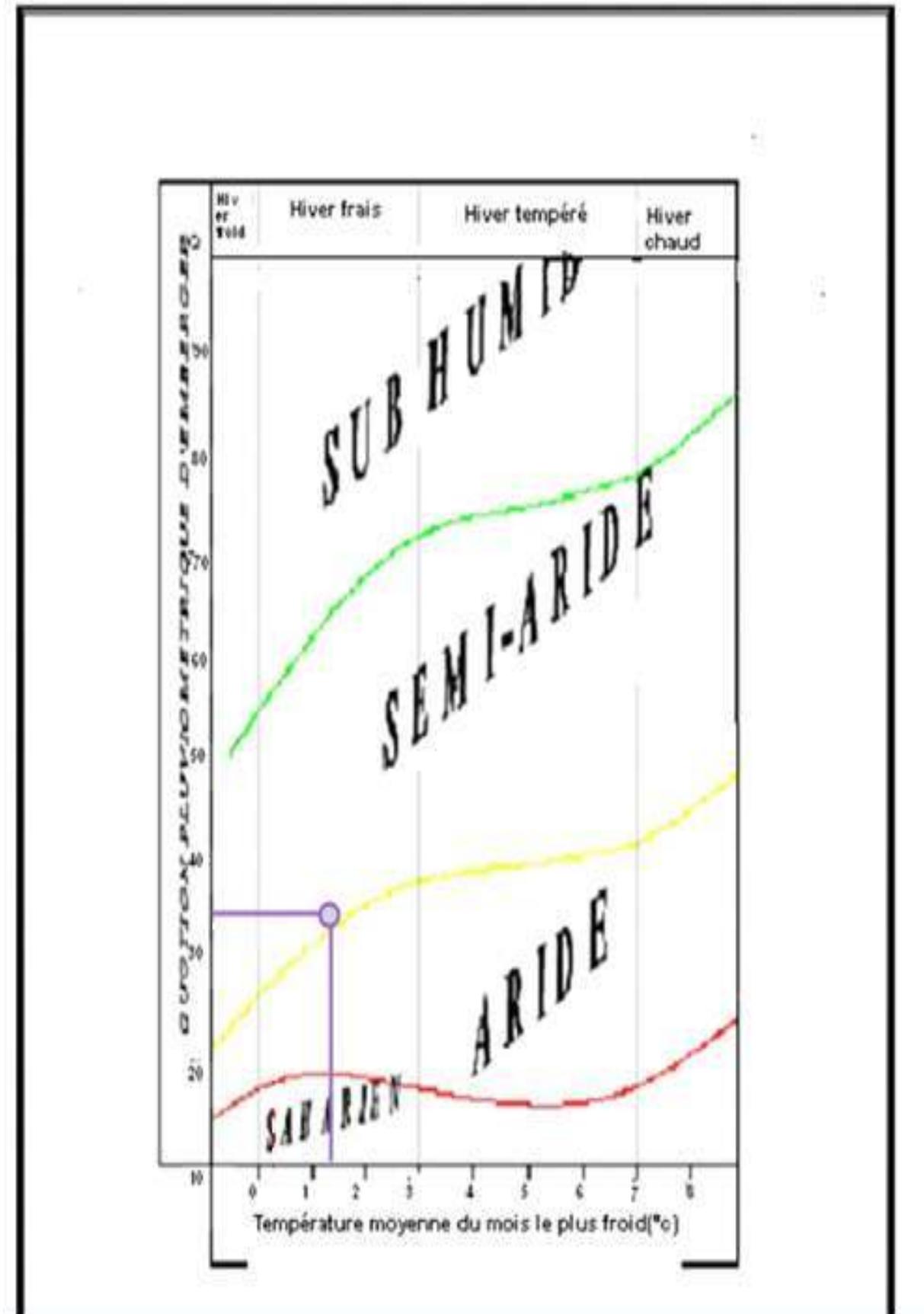


Figure I.4 : Climagramme pluviométrique d'EMERGER

### I.3.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnées les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies, dont l'échelle des T (°c) est égale à la moitié de celle des précipitations.

Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse totale, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

D'après le diagramme d'ombrothermique de Gaussen, on distingue deux périodes:

- période humide : allant de Novembre jusqu'à Avril
- période sèche : s'étale sur la période allant du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre

En cette période l'irrigation est nécessaire.

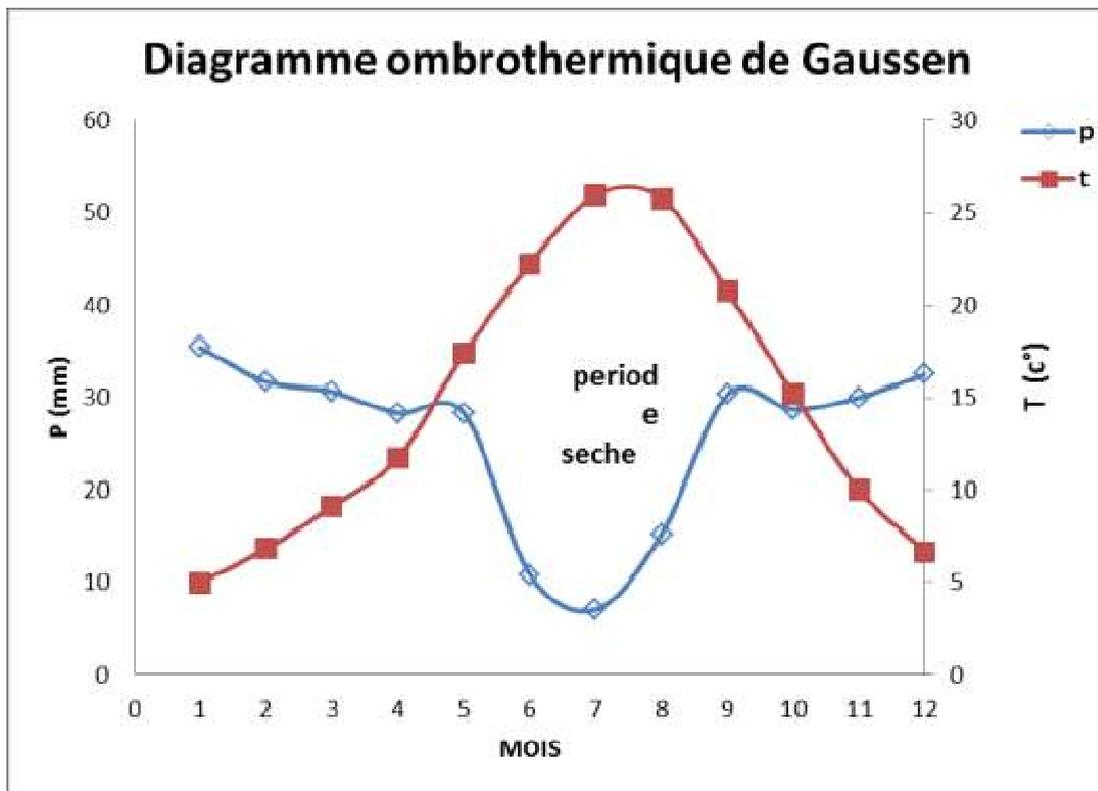


Figure I.5 : diagramme ombrothermique de Gaussen de notre zone d'étude

## Conclusion

D'après les analyses des conditions naturelles, nous pouvons conclure que :

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

## II-1- Introduction:

La science reconnue pour l'étude de la genèse (formation) et l'évolution d'un sol sous l'effet du milieu (climat, activité biologique, végétation...) s'appelle la pédologie.

Cette dernière nous permet de reconnaître avec précision les contraintes et les atouts des sols (aptitudes des sols aux cultures, fertilité naturelle...) ainsi que des facteurs climatiques qui justifient certains aménagements dans le but de préserver l'équilibre écologique.

## II-2- l'étude pédologique: [2]

L'étude pédologique est un facteur primordial qui prend en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols.

Dans le cas de l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considération, on peut citer notamment:

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible.
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui joue sur la rétention de l'eau.
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages.
- Les caractéristiques chimiques (PH, CE, SAR) qui influent sur les possibilités culturales de la zone à irriguer.

Le bon choix des cultures est relatif à La bonne connaissance des sols .

En ce qui concerne l'alimentation en eau des plantes, le sol joue essentiellement un rôle d'un réservoir.

Pour le dimensionnement du réseau de distribution ou pour les usagers; les caractéristiques de ce réservoir et son mode de fonctionnement sont nécessaires dans un périmètre d'irrigation.

Les sols de la zone d'étude sont des sols calcimagnésiques.

### II- 2-1-Les sols calcimagnésiques :

Ils sont caractérisés par une profondeur et une texture argileuse avec de faibles taux de graviers.

Le sol présente une bonne structure polyédrique et une teneur en calcaire inférieure à 15,2% (avec une profondeur de 50cm).une faible salinité égale ou inférieure à 2 mmhos/m.

**II-2-2- Description du profil pédologique: [3]****Description du profil N° P10**

**Coordonnées :** X= 715958

Y= 305304

**Topographie :** Plane

**Pente :** environ 1% Est Ouest

**Occupation du sol :** céréales

**Géomorphologie :** Glacis

**Description :**

0 a 30cm sec, brun rougeâtre, structure polyédrique, moyenne bien développée. Porosité très bonne, vive effervescence généralisée à l'HCL, texture argilo-sableuse présence des racines et radicelles de céréales.

**30-58 cm :** Sol sec brun claire, structure polyédrique moyenne assez bien développée, vive effervescence généralisée à l'HCL, texture argilo-limoneuse, porosité bonne.

**58-110 cm :** horizon analogue au précédent, mais de couleur plus claire.

**Classification :**

Classe : sols calcimagnésique.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols bruns calcaires.

Sous-groupe : à encroutement calcaire.

Famille : colluvions calcaire de texture moyenne a fine.

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandes : labour profond apport d'amendements organiques.

**Tableau II.1** : Les caractéristiques physico-chimiques du profil 10.

	<b>N° PROFIL 10</b>			
	<b>Profondeur (cm)</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>
		<b>0-30</b>	<b>30-58</b>	<b>58-110</b>
<b>Granulométrie</b>	<b>Argile %</b>	<b>35</b>	<b>43</b>	<b>42</b>
	<b>Limon fin %</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>14</b>
	<b>Limon grossier %</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>Sable fin %</b>	<b>47</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
	<b>Sable grossier %</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Matières organiques</b>	<b>Matière organique %</b>	<b>0,62</b>	<b>0,95</b>	<b>1,02</b>
	<b>Carbone‰</b>	<b>3,6</b>	<b>5,5</b>	<b>6,4</b>
	<b>Azote ‰</b>	<b>0,45</b>	<b>0,66</b>	<b>0,8</b>
	<b>C/N</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Réserves minérales</b>	<b>P2O5 Total ‰</b>	<b>0,88</b>	<b>0,88</b>	<b>0,7</b>
	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable (ppm)</b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>60</b>
	<b>Ca CO<sub>3</sub> total %</b>	<b>36,1</b>	<b>38,9</b>	<b>34</b>
	<b>Ca CO<sub>3</sub> actif %</b>	<b>12,3</b>	<b>12,8</b>	<b>14</b>
	<b>K<sub>2</sub>O total ‰</b>	<b>8,4</b>	<b>14,4</b>	<b>16,2</b>
	<b>Gypse total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Base échangeables</b>	<b>Ca<sup>++</sup> (meq/100g)</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>32</b>
	<b>Mg<sup>++</sup> (meq/100g)</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14,8</b>
	<b>K<sup>+</sup> (meq/100g)</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
	<b>Na<sup>+</sup> (meq/100g)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,58</b>
	<b>S</b>			
	<b>T(NH<sub>4</sub>) (meq/100g)</b>	<b>8,4</b>	<b>14,4</b>	<b>16,2</b>
	<b>Na/T %</b>			
<b>Solution du sol</b>	<b>% Saturation</b>			
	<b>PH</b>	<b>8,2</b>	<b>8,2</b>	<b>8,1</b>
	<b>CE (millimhos/cm)</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
	<b>CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> (meq/l)</b>			
	<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> (meq/l)</b>			
	<b>Cl<sup>-</sup> (meq/l)</b>			
	<b>Ca<sup>++</sup> (meq/l)</b>			
	<b>Mg<sup>++</sup> (meq/l)</b>			
	<b>Na<sup>+</sup> (meq/l)</b>			
	<b>K<sup>+</sup> (meq/l)</b>			
<b>Caractéristiques physiques</b>	<b>Densité réelle</b>	<b>2,6</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>
	<b>Densité apparente</b>	<b>1,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>

Source(DSA W bordj bou arreridj 2010)

**Description du profil N° P11**

**Coordonnées** : X= 716210

Y= 304932

**Topographie** : plane.

**Pente** : environ 1%.Sud Nord

**Occupation du sol** : Céréales en très bon état.

**Géomorphologie** : Glacis.

**Description :**

0 a 30cm : sec, sols de couleur blanchâtre, structure polyédrique moyenne a grossière porosité assez bonne vive effervescence généralisée à l'HCL, texture limono-argileuse.

30 à 59 cm : sec, sols gris claire avec présence de débris d'encroutements horizon identique au précédent, texture limono-argileuse au-delà de 59 cm, présence de croutes calcaires.

> À 59 : croute calcaire.

**Classification :**

Classe : sols calcimagnésique.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols bruns calcaires.

Sous-groupe : a encroutement calcaire.

Famille : colluvions calcaire de texture moyenne à fine.

Série : encroutement calcaire à 59 cm de profondeur.

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandés : labours profond apport d'amendements organiques.

**Tableau II.2** : Les caractéristiques physico-chimiques du profil 11.

	N° PROFIL 11		
	Profondeur (cm)	H1	H2
		0-30	30-59
Granulométrie	Argile %	21	35
	Limon fin %	38	26
	Limon grossier %	3	5
	Sable fin %	18	20
	Sable grossier %	23	11
Matières organiques	Matière organique %	0.65	0.62
	Carbone‰	3.80	3.60
	Azote ‰	0.44	0.45
	C/N	9	8
Réserves minérales	P2O5 Total ‰	0.57	0.70
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)	39	56
	Ca CO <sub>3</sub> total %	30.40	51.20
	Ca CO <sub>3</sub> actif %	15.30	14.70
	K <sub>2</sub> O total ‰	0.26	0.72
	Gypse total %	0	0
Base échangeables	Ca <sup>++</sup> (meq/100g)	20	30
	Mg <sup>++</sup> (meq/100g)	9	15
	K <sup>+</sup> (meq/100g)	0.25	0.25
	Na <sup>+</sup> (meq/100g)	0.7	0.6
	S		
	T(NH <sub>4</sub> ) (meq/100g)	4.8	14.8
	Na/T %		
Solution du sol	% Saturation		
	PH	8.2	8.2
	CE (millimhos/cm)	0.3	0.3
	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> (meq/l)		
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (meq/l)		
	Cl <sup>-</sup> (meq/l)		
	Ca <sup>++</sup> (meq/l)		
	Mg <sup>++</sup> (meq/l)		
	Na <sup>+</sup> (meq/l)		
	K <sup>+</sup> (meq/l)		
Caractéristiques physiques	Densité réelle	2.9	2.6
	Densité apparente	1.6	1.8

Source(DSA W bordj bou arreridj 2010)

**Description du profil N° P 12**

**Coordonnées** : X= 715975

Y= 304915

**Topographie** : plane.

**Pente** : environ 0.1% Est Ouest.

**Occupation du sol** : céréales.

**Géomorphologie** : Glacis.

**Description :**

0 à 28 cm : sec brun pale, structure polyédrique moyenne a grumeleuse bien développée. Porosité bonne, vive effervescence généralisée à l'HCL, présence des racines et radicelles de céréales, la texture est limoneux-argileuse.

28 à 58 cm : sec brun pale, structure polyédrique moyenne a grumeleuse bien développée. Porosité bonne, vive effervescence généralisée à l'HCL, présence des racines et radicelles de céréales, la texture est limoneux-argileuse.

58 à 110cm : sec brun jaunâtre analogue au précédent pour le reste.

**Classification :**

Classe : sols calcimagnésique.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols bruns calcaires.

Sous-groupe : a encroutement calcaire.

Famille : colluvions calcaires de texture moyenne a fine.

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandés : labours profonds et sous-solage.

**Tableau II.3:** Les caractéristiques physico- chimiques du profil 12

	N° PROFIL 12			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-28	28-58	58-110
Granulométrie	Argile %	28	37	38
	Limon fin %	30	33	20
	Limon grossier %	3	4	4
	Sable fin %	22	20	23
	Sable grossier %	12	10	12
Matières organiques	Matière organique %	0.72	0.68	0.8
	Carbone‰	4.20	5.8	6.6
	Azote ‰	0.39	0.5	0.7
	C/N	11	8	8
Réserves minérales	P2O5 Total ‰	0.94	0.92	0.98
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)	66	61	59.7
	Ca CO <sub>3</sub> total %	74.1	70	56
	Ca CO <sub>3</sub> actif %	16	15	16
	K <sub>2</sub> O total ‰	0.89	1.0	1.02
	Gypse total %	0	0	0
Base échangeables	Ca <sup>++</sup> (meq/100g)	32	30	29
	Mg <sup>++</sup> (meq/100g)	15	14	15
	K <sup>+</sup> (meq/100g)	0.25	0.5	0.6
	Na <sup>+</sup> (meq/100g)	0.6	0.5	0.7
	S			
	T(NH <sub>4</sub> ) (meq/100g)	10.8	12	11
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation			
	PH	8.2	8.1	8.1
	CE (millimhos/cm)	0.4	0.3	0.4
	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> (meq/l)			
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (meq/l)			
	Cl <sup>-</sup> (meq/l)			
	Ca <sup>++</sup> (meq/l)			
	Mg <sup>++</sup> (meq/l)			
	Na <sup>+</sup> (meq/l)			
	K <sup>+</sup> (meq/l)			
Caractéristiques physiques	Densité réelle	2.6	2.4	2.6
	Densité apparente	2	1.7	1.8

Source(DSA W bordj bou arreridj 2010)

**Description du profil N° P13**

**Coordonnées** : X= 716 147

Y= 304 608

**Topographie** : Labour. **Pente**

: < 1% Est Ouest. **Occupation**

**du sol** : céréales.

**Géomorphologie** : Glacis.

**Description :**

0 à 30 cm : sec brun foncé, structure polyédrique a cubique mal développée, porosité médiocre vive effervescence généralisée à l'HCL, texture argilo-limoneuse.

30 à 60 cm : sec , brun foncé , structure polyédrique a cubique ,grossière , assez bien développée , porosité mauvaise horizon dur et compact vive effervescence généralisée à l'HCL ,texture argilo-limoneuse.

60a120cm : analogue au précédent.

**Classification :**

Classe : sols calcimagnésique.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols brun calcaire.

Sous-groupe : Modale.

Famille : colluvions calcaires de texture moyenne a fine.

Série : encroustement calcaire a 59 cm de profondeur.

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandés : labours profond et sous-solage et apport d'amendement organique.

**Tableau II.4** : Les caractéristiques chimiques du profil 13

	N° PROFIL 13			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-30	30-60	60-120
Granulométrie	Argile %	42	36	40
	Limon fin %	24	29	28
	Limon grossier %	2	3	4
	Sable fin %	25	24	22
	Sable grossier %	6	11	10
Matières organiques	Matière organique %	1.81	1.12	0.9
	Carbone‰	5.9	6.5	7.3
	Azote ‰	0.78	0.82	0.9
	C/N	8	8	8
Réserves minérales	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total ‰	0.9	1.16	1
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)	47	65	60
	Ca CO <sub>3</sub> total %	43.7	27.37	28
	Ca CO <sub>3</sub> actif %	11.9	11.2	12.8
	K <sub>2</sub> O total ‰	0.42	0.76	0.84
	Gypse total %	0	0	0
Base échangeables	Ca <sup>++</sup> (meq/100g)	23	28	30
	Mg <sup>++</sup> (meq/100g)	11	8	10
	K <sup>+</sup> (meq/100g)	0.5	0.6	0.6
	Na <sup>+</sup> (meq/100g)	0.6	0.6	0.4
	S			
	T(NH <sub>4</sub> ) (meq/100g)	12.6	17.8	22.4
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation			
	PH	8	8	8.1
	CE (millimhos/cm)	0.6	1	0.4
	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> (meq/l)			
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (meq/l)			
	Cl <sup>-</sup> (meq/l)			
	Ca <sup>++</sup> (meq/l)			
	Mg <sup>++</sup> (meq/l)			
	Na <sup>+</sup> (meq/l)			
	K <sup>+</sup> (meq/l)			
Caractéristiques physiques	Densité réelle	2.4	2.6	2.5
	Densité apparente	1.5	1.8	1.7

Source(DSA W bordj bou arreridj 2010)

**Description du profil N° P14**

**Coordonnées** : X= 716 270  
Y= 304 807

**Topographie** : Plaine.

**Pente** : environ 1,2 ‰ Sud Nord.

**Occupation du sol** : céréales.

**Géomorphologie** : Glacis.

**Description :**

0 à 32 cm : sec brun rougeâtre , structure polyédrique grossière a très grossière male développée , porosité mauvaise horizon dur et compact vive effervescence généralisée à l'HCL, texture argilo-limoneuse, présence de fentes de retrait de 0, 3 cm de large.

32 à 60 cm : analogue à l'horizon précédent mais de couleur plus sombre.

60a110cm : sec brun claire, structure polyédrique moyenne a grossière peu développée, porosité médiocre horizon dur et compact vive effervescence généralisée à l'HCL, texture argilo-limoneuse.

**Classification :**

Classe : sols calcimagnésiques.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols brun calcaire.

Sous-groupe : Modale.

Famille : colluvions calcaires de texture moyenne a fine.

Série : encroutement calcaire à 59 cm de profondeur.

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandés : labours profond et sous-solage et apport d'amendement organique.

**Tableau II.5** : Les caractéristiques chimiques de profil 14

	N° PROFIL 14			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-32	32-60	60-110
Granulométrie	Argile %	34	38	40
	Limon fin %	28	22	26
	Limon grossier %	4	4	5
	Sable fin %	26	18	20
	Sable grossier %	12	12	10
Matières organiques	Matière organique %	1.2	0.7	1.2
	Carbone‰	6.4	3.6	5.8
	Azote ‰	0.8	0.4	0.9
	C/N	8	8	8
Réserves minérales	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total ‰	1.2	0.6	0.96
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)	66	50.38	70
	Ca CO <sub>3</sub> total %	28.3	28.00	30
	Ca CO <sub>3</sub> actif %	12.1	11.9	14
	K <sub>2</sub> O total ‰	0.8	0.4	0.7
	Gypse total %	0	0	0
Base échangeables	Ca <sup>++</sup> (meq/100g)	29	31	32
	Mg <sup>++</sup> (meq/100g)	9	11.8	15.8
	K <sup>+</sup> (meq/100g)	0.58	0.4	0.6
	Na <sup>+</sup> (meq/100g)	0.62	0.7	0.75
	S			
	T(NH <sub>4</sub> ) (meq/100g)	16.4	2.8	14.7
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation			
	PH	8.1	8.1	8.1
	CE (millimhos/cm)	0.6	0.4	0.4
	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> (meq/l)			
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (meq/l)			
	Cl <sup>-</sup> (meq/l)			
	Ca <sup>++</sup> (meq/l)			
	Mg <sup>++</sup> (meq/l)			
	Na <sup>+</sup> (meq/l)			
	K <sup>+</sup> (meq/l)			
Caractéristiques physiques	Densité réelle	2.9	2.8	2.6
	Densité apparente	1.6	1.8	1.7

Source(DSA W bordj bou arreridj 2010)

## II-3: Qualité des eaux d'irrigation et classification: [4]

### II-3-1: Qualité des eaux d'irrigation:

Parmi les raisons qui permettent que le contrôle des paramètres qualitatives de l'eau d'irrigation soit grande importance nous avons:

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

Pour illustrer ces caractéristiques chimiques, de l'eau destinée à l'irrigation de notre parcelle, nous avons soumis sur cette eau une analyse dans le laboratoire de l'ANRH de Bordj Bou Arreridj. Cette eau provient d'un forage, et est ensuite stockées dans un réservoir.

### II-3-2: Classification des eaux d'irrigation:

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

#### II-3-2-1-La salinité

Au moment où l'accumulation des sels dans la zone racinaire atteint une concentration qui cause une baisse de rendement allant jusqu'au dépérissement de la culture, la salinité constitue l'aspect le plus important qui pose un problème

Deux paramètres permettent d'apprécier une étude sommaire sur les risques dus à la salinité.

#### II-3-2-2-La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm et rend compte de la salinité globale des eaux.

Quatre classes de risques salins ont été définies :

- |                                      |                   |
|--------------------------------------|-------------------|
| * C <sub>1</sub> : Risque faible     | CE ≤ 0,25 ;       |
| * C <sub>2</sub> : Risque moyen      | 0,25 < CE ≤ 0,75; |
| * C <sub>3</sub> : Risque élevé      | 0,75 < CE ≤ 2,25; |
| * C <sub>4</sub> : Risque très élevé | CE > 2,25.        |

### II-3-2-3-Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion  $Na^+$ , celle en ion  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad < II.1 >$$

Avec :  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  meq/l

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

- \*  $S_1$  : Risque faible  $S.A.R \leq 10$ .
- \*  $S_2$  : Risque moyen  $10 < S.A.R \leq 18$ .
- \*  $S_3$  : Risque élevé  $18 < S.A.R \leq 26$ .
- \*  $S_4$  : Risque très élevé  $S.A.R > 26$ .

### II-4-Les ressources en eau pour l'irrigation [3]

Dans notre zone d'étude il y a un seul forage qui assure les besoins en eau des cultures.

Ses caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau II.6** : Caractéristiques du forage :

forage	Coordonnée	Débit l/s	Niveau dynamique (m)	Niveau statique (m)	PH
F	Z:962,5	36,7	71.62	42.5	7
	x:7165'80				
	y:3107'20				

#### II-4-1-Compositions chimiques de l'eau d'irrigation

Les caractéristiques chimiques de l'eau sont indispensables pour le choix des cultures et l'estimation de la dose d'irrigation, pour cela on fait des analyses sur la composition chimique de l'eau des forages, qui nous ont donné les résultats suivants :

**Tableau II.7** : Compositions chimiques de l'eau Tableau 1:

<i>Elements</i>	<b>mg/l</b>
<i>Ca<sup>++</sup></i>	65
<i>Mg<sup>++</sup></i>	20
<i>Na<sup>+</sup></i>	10
<i>K<sup>+</sup></i>	3
<i>Cl<sup>-</sup></i>	199
<i>SO<sub>4</sub></i>	468
<i>HCO<sub>3</sub></i>	131
<i>CO<sub>3</sub></i>	0
<i>NO<sub>3</sub></i>	11
<i>Somme des cations</i>	18,39 méq/l
<i>Somme des anions</i>	17,68 méq/l
<i>Somme des ions</i>	1103 mg/l
<i>Residue sec à 110°C</i>	1158mg/l
<i>Mineralization</i>	998mg/l
<i>Conductivité à 25°C</i>	0,6mmhos/cm
<i>PH</i>	6,8
<i>Turbidité (FTU)</i>	3
<i>TH Français</i>	79
<i>SAR</i>	1,53

**Source : ARNH(Constantine)**

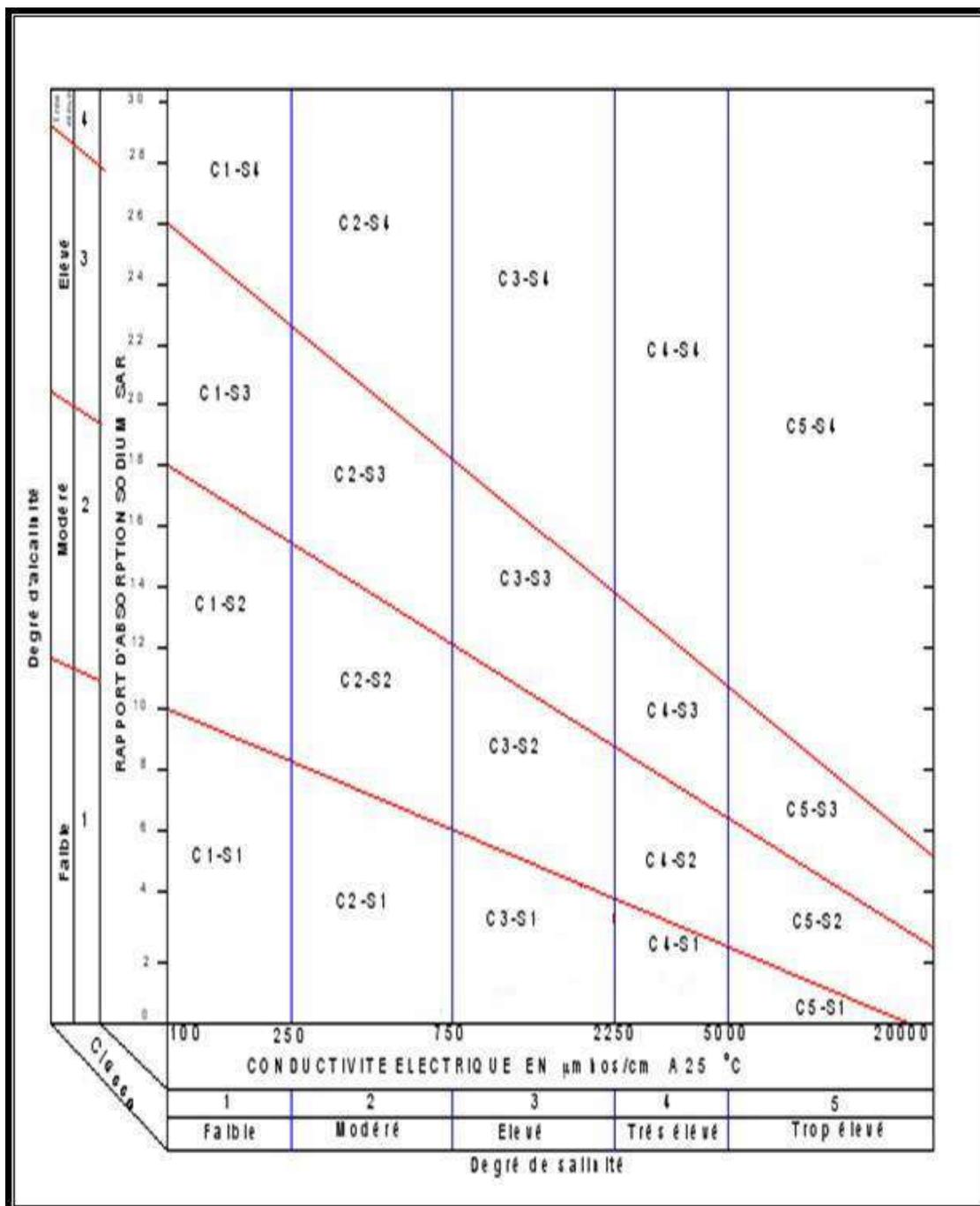


Figure II.1 : Diagramme de classification des eaux d’irrigation.

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

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

### III.1 Introduction :

Dans ce chapitre notre but est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que :

- Le calcul des besoins des cultures a projetées dans le périmètre.
- Le dimensionnement du réseau de distribution.

### II.2. Géologie : [3]

Du point de vue de la stratigraphie, la carte géologique de notre zone d'étude montre la présence de :

- des affleurements de calcaire créacé ( Djbel Zdinaa , Djbel Latmef).
- Des sols composes de limons, sables, cailloutis rougeâtre en grande extension sur la moitié Est de la feuille géologique de AIN TAGHROUT
- Parfois on rencontre des sols a croutes calcaires inter stratifiées dans la formation précédentes ou formant une table à leur sommet pouvant atteindre un mètre d'épaisseur et représentant l'ultime dépôt du lac.

**Remarque :** La partie la plus superficielle (20cm) est une croute plus récente formée par évaporation aux dépens d'assises sous-jacentes.

### III.3. Les reliefs: [3]

Le périmètre s'étend dans les hauts plateaux de l'est Algérien au sud du bassin versant de Ain Zada.

La topographie est plane avec une pente de 0 à 3%, orientée sud /sud-est, résultant d'une faible variabilité d'altitude. Ce dernier diminue d'ouest (968) en est (958 m) et du sud (968 m) au nord (952 m), déterminant le sens général de l'écoulement des eaux. Le paysage comporte des endroits localisés à faible pente et de surface limitée.

### III.4. Hydrologie:

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique de Bordj Bou Arreridj est donnée dans le tableau ci-après.

**Tableau III.1.:** Pluies moyennes mensuelles observées à la station pluviométrique de Bordj Bou Arreridj.

$n^{\circ}$	Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	$p$
1	1980	13,9	0,6	88,8	69,7	27,8	22,8	47	20,6	25	21,9	3,4	25,4	366,9
2	1981	7,9	0	36,3	46,6	34,5	15,6	53,9	88,7	14,4	11,5	5,4	25,4	340,2
3	1982	51,6	85,3	42,5	41,1	48,2	12,6	36,8	79,2	36,5	11,1	7,9	4,2	457
4	1983	7	31,9	0	26	35,9	9,1	47,3	34	33,8	6,3	0	0	231,3
5	1984	8,3	15,7	63,7	44,3	86,1	18,7	21,7	41,2	54,8	31,4	0	0	385,9
6	1985	32,5	35,6	18,1	22,8	39,6	53,2	26,9	36,8	1,6	43,9	0	3	314
7	1986	57	1,6	10,7	21,6	0	51,8	75,7	50	26,5	20,7	0	8,6	324,2
8	1987	23,9	36,6	5,2	0	14,8	40,5	21,7	18,1	33,3	10,3	8,3	18,4	231,1
9	1988	40,9	2,6	32,7	44,9	8,2	53,7	38,3	105	87,8	41	7,7	13,5	476,3
10	1989	15,1	58,6	34,6	38,7	45	2,3	4,1	26,2	28,6	4,7	0	12,4	270,3
11	1990	1,3	12,7	57,9	1,6	41,9	16,7	10,2	43,5	36,7	19,1	0	0	241,6
12	1991	2,3	33,6	22,9	18,4	32,6	34,9	30,5	51,1	26,3	43,3	0	8,8	304,7
13	1992	40,3	20,1	23,5	10,5	18,7	15,1	43,7	47,1	43	3,3	0	0,5	265,8
14	1993	11,8	5,4	42	72,4	11,8	56,5	30,2	27,9	7,7	24,9	2,2	16,3	309,1
15	1994	20	27,9	2,8	49,4	61,2	17	38	49,6	65,5	11,1	0	6,1	348,6
16	1995	15,9	63,4	80,5	62	0	22,7	16,2	37,5	7,4	1	0,3	13,6	320,5
17	1996	0	9,4	15,1	9,5	46,3	59	21,4	32,8	23	6,3	18,4	9,3	250,5
18	1997	20	6,6	14	33,1	44,2	7	3	47	29	29,2	1	21	255,1
19	1998	62,7	26,3	62,1	15,6	8,1	19,5	9	55	92,4	4,5	2,5	16	373,7
20	1999	78,2	4,5	22,5	15	55,5	16,4	22,8	1,7	8,6	16	2,8	13,2	257,2
21	2000	82,5	29,5	19	81	0,5	0,5	15,5	13,3	58,3	7,5	0	28,5	336,1
22	2001	58,1	24,8	18,7	48	83	17,6	4,7	42,6	19,2	1,3	0	4,4	322,4
23	2002	95	13	25,1	4,7	17,1	20,7	12,6	18	8	4,7	3,9	54,7	277,5
24	2003	20	18	81,6	49,8	113,2	32,1	16,5	70,9	22,4	68,1	15,2	17	524,8
25	2004	5,8	77,4	20,1	99	20,2	14,1	31,7	73	103,7	45	6,3	32,8	529,1
26	2005	41,7	23,5	48,1	86,5	38,7	31,8	11,5	42,8	3,5	41,1	2,1	3,8	375,1
27	2006	41,3	30,2	51,8	24,7	33,7	38,8	7	41,2	82,3	2,8	18,3	2,8	374,9
28	2007	61,7	0,8	21,1	29,2	10,1	50,5	110,4	124,2	23,5	38,2	0,6	2,1	472,4
29	2008	87,4	38,7	16,4	10,1	7,2	31,6	40,1	11,5	39	52,5	51,2	12,1	397,8
30	2009	43,4	81,8	19,3	58,8	80,2	27,6	55,1	68,7	9,7	2,4	6,8	11,7	465,5
31	2010	48,9	10,5	30,8	33,3	29,1	46,9	44,5	57,6	40,8	53,2	2,6	17,5	415,7

Source: ANRH (Alger)

Dans ce tableau on a relevé les précipitations pendant la période 1980-2010

On a remarqué que la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

L'étude de la série s'effectue par le logiciel de l'hydrologie **HydroLab**, ainsi que son diagramme de dispersion et son traitement. Le logiciel fait son ajustement aux lois théoriques (log normale et normale)

### III.4.1. Homogénéité de la série pluviométrique: [5]

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

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

➤ On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que :  $N_1$  et  $N_2$

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_1 > N_2$

➤ On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. A ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

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

Avec :

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

$$W_X = \left| \text{Rang} \right|_x$$

$W_X$  : Somme des rangs de sous séries

$$W_{\min} = \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1) N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left( \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \quad < \text{III.1} >$$

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1) N_1 - W_{\min}] \quad < \text{III.2} >$$

$$W_X = 282$$

$$W_{\min} = 189,92$$

$$W_{\max} = 290,08$$

**Le tableau.III.2** : détail du procédé de Test d'homogénéité pour la station pluviométrique de Bordj Bou Arreridj.

Série origine	Série X	Série Y	RANG	TRI	XunionY
345	250,5	345	1,00	231,1	y
340,2	255,1	340,2	2,00	231,3	y
457	373,7	457	3,00	241,6	y
231,3	257,2	231,3	4,00	250,5	x
385,9	336,1	385,9	5,00	255,1	x
314	322,4	314	6,00	257,2	x
324,2	277,5	324,2	7,00	265,8	y
231,1	524,8	231,1	8,00	270,3	y
476,3	529,1	476,3	9,00	277,5	x
270,3	375,1	270,3	10,00	304,7	y
241,6	374,9	241,6	11,00	309,1	y
304,7	472,4	304,7	12,00	314	y
265,8	397,8	265,8	13,00	320,5	y
309,1	465,5	309,1	14,00	322,4	x
348,6	415,7	348,6	15,00	324,2	y
320,5		320,5	16,00	336,1	x
250,5			17,00	340,2	y
255,1			18,00	345	y
373,7			19,00	348,6	y
257,2			20,00	373,7	x
336,1			21,00	374,9	x
322,4			22,00	375,1	x
277,5			23,00	385,9	y
524,8			24,00	397,8	x
529,1			25,00	415,7	x
375,1			26,00	457	y
374,9			27,00	465,5	x
472,4			28,00	472,4	x
397,8			29,00	476,3	y
465,5			30,00	524,8	x
415,7			31,00	529,1	x

$$189,92 < W_x < 290,08$$

La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de Bordj Bou Arreridj est homogène.

### III.5 .Etude de l'échantillon et choix du type de loi:

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi Normale
- Loi de Galton ou loi log –Normale
- Loi de Gumbel

#### III.5.1 Traitement des données: [6]

La simulation des apports annuels avec le logiciel **HYDROLAB** nous donne les résultats suivants :

Station pluviométrique de Bordj Bou Arreridj

Statistiques de base

- Nombre d'observations : 31
- Minimum : 112,3
- Maximum : 582,3
- Moyenne : 361,36
- Ecart-type : 111,74

#### III.5.2 Ajustement de la série pluviométrique: [5]

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

##### III.5.2.1 Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale):

L'ajustement des séries par la loi normale ou loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2x\mu^2}\right) du \quad < \text{III.3} >$$

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station pluviométrique de Bordj Bou Arreridj sont regroupés dans le **tableau.III.3** et la **figure III.1**.

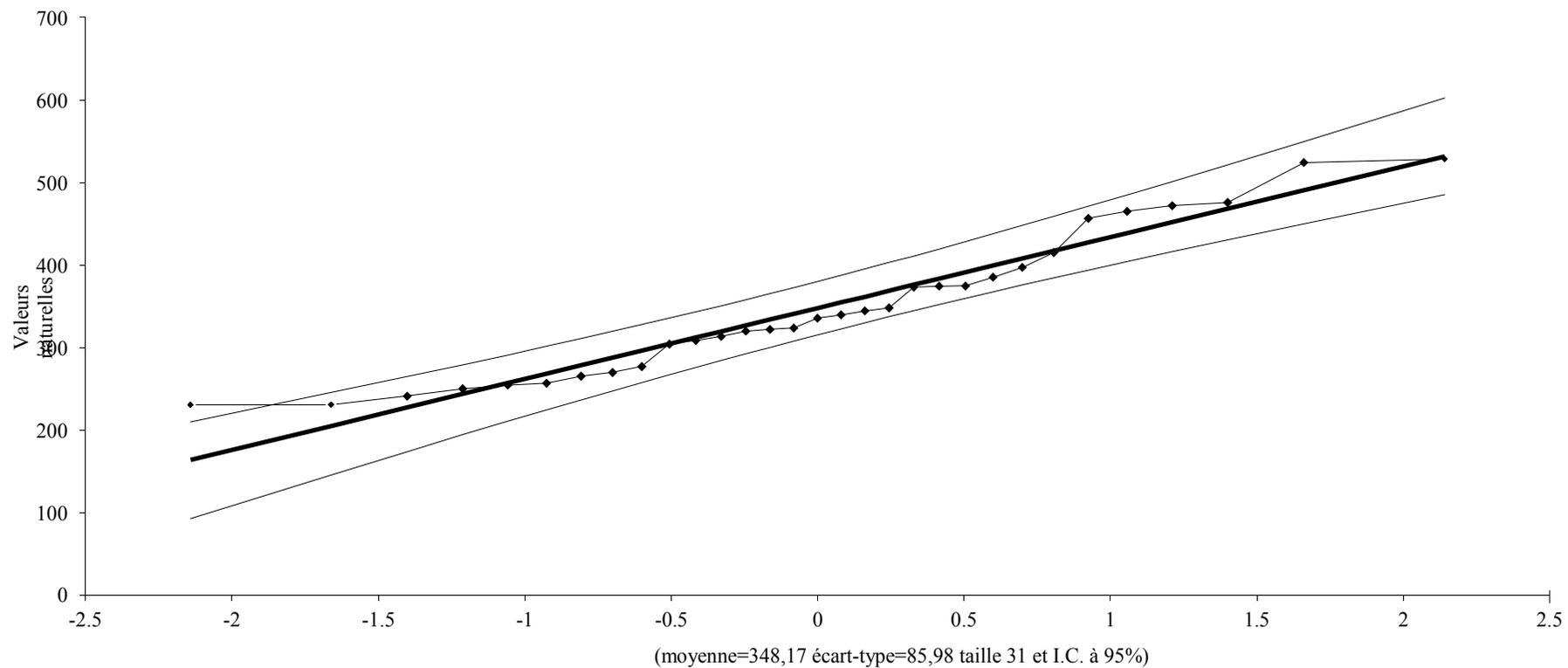
**Tableau.III.3** : Ajustement à la loi de Gauss (loi normale)

<b>Ajustement à une loi de Gauss</b>								
Taille n= 31		Moyenne= 348,174194		I.C. à (en%)= 95		U Gauss= 1,9604		
		Ecart- type= 85,9808815						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
345	231,1	1	0,0161	-2,142	231,1	164,033988	93,295988	210,435109
340,2	231,3	2	0,0484	-1,661	231,3	205,354716	146,131236	245,70247
457	241,6	3	0,0806	-1,401	241,6	227,715546	174,325572	265,185111
231,3	250,5	4	0,1129	-1,211	250,5	244,02021	194,642023	279,632892
385,9	255,1	5	0,1452	-1,057	255,1	257,255507	210,948832	291,545921
314	257,2	6	0,1774	-0,925	257,2	268,628912	224,805687	301,939041
324,2	265,8	7	0,2097	-0,807	265,8	278,757719	237,00743	311,333583
231,1	270,3	8	0,2419	-0,700	270,3	288,003972	248,018298	320,037252
476,3	277,5	9	0,2742	-0,600	277,5	296,600699	258,135404	328,249786
270,3	304,7	10	0,3065	-0,506	304,7	304,708634	267,562127	336,110517
241,6	309,1	11	0,3387	-0,416	309,1	312,444984	276,445276	343,722542
304,7	314	12	0,3710	-0,329	314	319,899394	284,895667	351,166185
265,8	320,5	13	0,4032	-0,245	320,5	327,143486	293,000363	358,507087
309,1	322,4	14	0,4355	-0,162	322,4	334,23692	300,830402	365,801419
348,6	324,2	15	0,4677	-0,081	324,2	341,231509	308,44596	373,099479
320,5	336,1	16	0,5000	0,000	336,1	348,174202	315,900008	380,448398
250,5	340,2	17	0,5323	0,081	340,2	355,116878	323,248908	387,902427
255,1	345	18	0,5645	0,162	345	362,111467	330,546968	395,517985
373,7	348,6	19	0,5968	0,245	348,6	369,204901	337,8413	403,348024
257,2	373,7	20	0,6290	0,329	373,7	376,448993	345,182202	411,452272
336,1	374,9	21	0,6613	0,416	374,9	383,903404	352,625845	419,903111
322,4	375,1	22	0,6935	0,506	375,1	391,639753	360,23787	428,78626
277,5	385,9	23	0,7258	0,600	385,9	399,747688	368,098601	438,212983
524,8	397,8	24	0,7581	0,700	397,8	408,344415	376,311135	448,330089
529,1	415,7	25	0,7903	0,807	415,7	417,590669	385,014804	459,340957
375,1	457	26	0,8226	0,925	457	427,719475	394,409346	471,5427
374,9	465,5	27	0,8548	1,057	465,5	439,09288	404,802466	485,399555
472,4	472,4	28	0,8871	1,211	472,4	452,328177	416,715495	501,706364
397,8	476,3	29	0,9194	1,401	476,3	468,632841	431,163276	522,022815
465,5	524,8	30	0,9516	1,661	524,8	490,993671	450,645918	550,217151
415,7	529,1	31	0,9839	2,142	529,1	532,314399	485,913278	603,052399

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	275,825003	233,488909	308,599072	275,825003	0,200	1,3
0,5	0,000	348,174202	315,900008	380,448398	348,174202	0,500	2,0

Figure III.1.ajustement à une loi Normale



### III.5.2.2 Ajustement à la loi de Galton (loi log-Normale) :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station pluviométrique de Bordj Bou Arreridj sont regroupés dans le tableau III.4, et la figure III.2.

**Tableau.III.4:** Ajustement à la loi de Galton (loi Log-normale)

<b>Ajustement à une loi Log-normale</b>								
Taille		Moy.log(x-						
n=	31	xo)=	2,529350816					
xo=	0	E.T. log(x-	0,105187234		I.C. à (en%)=	95	U Gauss=	1,960
		xo)=						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
345	231,1	1	0,016	-2,142	231,1	201,408	165,021	229,53222
340,2	231,3	2	0,048	-1,661	231,3	226,271	191,503	253,50646
457	241,6	3	0,081	-1,401	241,6	240,982	207,333	267,80809
231,3	250,5	4	0,113	-1,211	250,5	252,308	219,545	278,9323
385,9	255,1	5	0,145	-1,057	255,1	261,892	229,865	288,4516
314	257,2	6	0,177	-0,925	257,2	270,419	239,015	297,02136
324,2	265,8	7	0,210	-0,807	265,8	278,245	247,373	304,98661
231,1	270,3	8	0,242	-0,700	270,3	285,588	255,166	312,55659
476,3	277,5	9	0,274	-0,600	277,5	292,588	262,542	319,87162
270,3	304,7	10	0,306	-0,506	304,7	299,348	269,607	327,03359
241,6	309,1	11	0,339	-0,416	309,1	305,943	276,439	334,12176
304,7	314	12	0,371	-0,329	314	312,435	283,098	341,20168
265,8	320,5	13	0,403	-0,245	320,5	318,876	289,636	348,33079
309,1	322,4	14	0,435	-0,162	322,4	325,312	296,095	355,56221
348,6	324,2	15	0,468	-0,081	324,2	331,785	302,516	362,94757
320,5	336,1	16	0,500	0,000	336,1	338,338	308,935	370,53941
250,5	340,2	17	0,532	0,081	340,2	345,02	315,397	378,40208
255,1	345	18	0,565	0,162	345	351,886	321,948	386,60746
373,7	348,6	19	0,597	0,245	348,6	358,988	328,632	395,22949
257,2	373,7	20	0,629	0,329	373,7	366,388	335,498	404,35653
336,1	374,9	21	0,661	0,416	374,9	374,163	342,608	414,09739
322,4	375,1	22	0,694	0,506	375,1	382,407	350,033	424,59019
277,5	385,9	23	0,726	0,600	385,9	391,241	357,871	436,01598
524,8	397,8	24	0,758	0,700	397,8	400,831	366,246	448,62087
529,1	415,7	25	0,790	0,807	415,7	411,409	375,337	462,75374
375,1	457	26	0,823	0,925	457	423,316	385,402	478,9358
374,9	465,5	27	0,855	1,057	465,5	437,098	396,852	498,00017
472,4	472,4	28	0,887	1,211	472,4	453,702	410,396	521,40945
397,8	476,3	29	0,919	1,401	476,3	475,026	427,443	552,12019
465,5	524,8	30	0,952	1,661	524,8	505,91	451,557	597,75882
415,7	529,1	31	0,984	2,142	529,1	568,361	498,721	693,68699

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	275,9562984	244,9329	302,6463421	275,956	0,200	1,3
0,5	0,000	338,3380378	308,9351	370,5394137	338,338	0,500	2,0

### III.6.Détermination de l'année de calcul:

D'après l'ajustement de la série pluviométrique par les deux lois "loi normal et log normal " et d'après l'observation des graphes et les résultats obtenus, la loi de **GALTAN (log normal)** et la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région

Une region semi aride ==> la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

On utilise alors la loi suivante avec une probabilité de 0, 8:

**Tableau .III.5:** Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

Mos	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec	annuel
p moy	35,4	26,7	33,2	37,7	35,3	27,7	30,6	47,0	35,2	21,9	5,4	13,0	348,9
p 80%	28,6	21,6	26,9	30,5	28,6	22,4	24,8	38,1	28,5	17,7	4,4	10,5	282,6

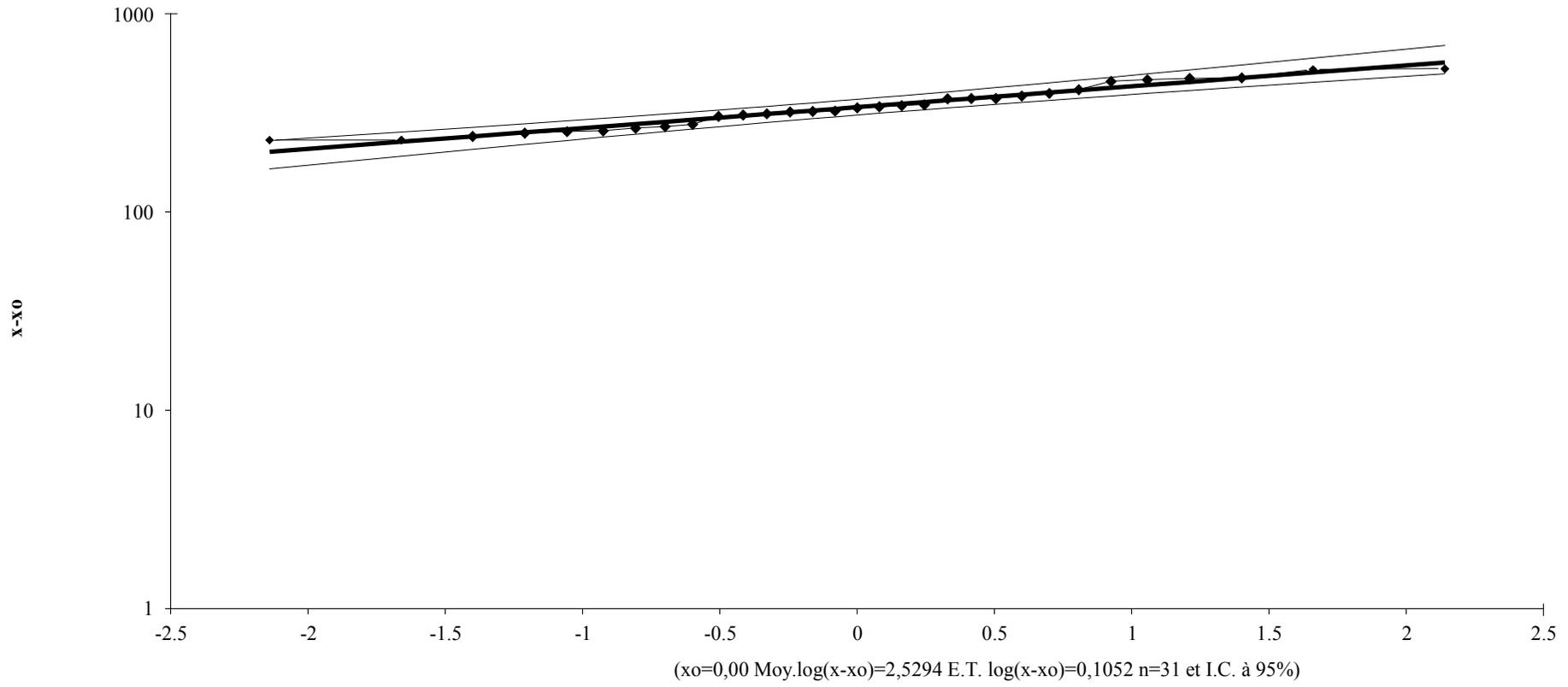
Tel que:

$$P_{\text{men } 80\%} = p_{\text{men, moy}} \times (p_{80\%} / p_{50\%})$$

< III.4 >

- $p_{\text{men } 80\%}$  : Précipitation mensuelle de l'année de calcul.
- $P_{\text{men, moy}}$  : Précipitation mensuelle moyenne de 31 ans.
- $P_{80\%} = 275,96\text{mm}$
- $P_{50\%} = 338,34\text{mm}$
- $(p_{80\%} / p_{50\%}) = 0,81$

Figure.III.2.ajustement à une loi Log-normale



## **IV. Calculs des besoins en eau des cultures :**

### **IV.1- Introduction :**

Les pluies en particulier leur part efficace ; fournissent une partie de l'eau requise pour satisfaire les besoins d'évapotranspiration des cultures .Le sol agissant comme un tampon ; stocke une partie de l'eau de pluie et la restitue aux cultures en période de déficit. Sous des climats humides, ce mécanisme suffit pour assurer une croissance satisfaisante dans des systèmes de culture sans irrigation. Dans des conditions arides ou en cas de saison sèche prolongée, il est nécessaire d'irriguer pour compenser le déficit d'évapotranspiration (transpiration des cultures et évaporation à partir du sol) du à l'insuffisance ou à l'irrégularité des précipitations. La consommation d'eau pour l'irrigation est définie comme étant le volume d'eau nécessaire pour compenser le déficit entre d'une part l'évaporation potentielle et d'autre part les pluies efficaces pendant la période de croissance des cultures et le changement dans la teneur en eau du sol. Elle varie considérablement en fonction des conditions climatiques, des saisons, des cultures et des types de sol.

Les besoins en eau à satisfaire sont à estimer en deux phases :

- Les besoins unitaires : Relatifs à un hectare de chacune des cultures envisageables pour la zone étudiée.
- Les besoins globaux : Du périmètre d'irrigation.

Pour calculer ces besoins, il faut y avoir les données climatiques et édaphiques.

les variables qui composent le bilan hydrique au niveau de l'aire d'irrigation ce sont :

- Les besoins en eau maximum de chaque culture (évapotranspiration moyenne ETM).
- La pluie efficace ( $P_e$ ).
- La fraction de la réserve utile du sol (RFU).

### **IV-2- Etude agronomique :**

Notre type de sol a besoin d'une étude sur les aptitudes culturales pour qu'on puisse choisir les cultures qui conviennent.

#### **IV-2-1- Choix des cultures : [4]**

Les critères suivants sont indispensables pour la conciliation du choix de notre culture :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.

Les cultures retenues doivent présenter une combinaison harmonieuse entre elles afin de bien conditionner la réussite technique et financière de notre système de culture.

Pour notre périmètre les cultures que nous avons choisi sont les suivantes :

**a. Cultures maraichères :**

- Pomme de terre

**b. Cultures fourragères :**

- blé
- Orge

Les cultures industrielles ne peuvent être envisagées surtout pour des raisons économiques.

**IV-2-2- Répartition des cultures :**

Le choix de ces cultures dans notre périmètre est bien réparti dans le temps .

Le tableau IV-1 exprime la répartition d'occupation des sols relative aux cycles culturaux retenus pour le projet.

**Tableau IV-1** : La répartition des sols relative aux cycles culturaux.

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOT
Blé												
P de t												
orge												

**IV.3-Besoins en eau des cultures :**

Les cultures se développent, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture. Une partie percole se perd en profondeur.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

**IV.3-1- Détermination de l'évapotranspiration :**

**IV. 3-1-a- Définition : [7]**

L'évapotranspiration se définit comme étant le rejet global de vapeur d'eau par le sol et par les feuilles d'une plante. On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETR.

L'évapotranspiration potentielle représente la quantité d'eau évaporée, et transpirée par une végétation qui recouvre totalement le sol.

L'évapotranspiration réelle représente la quantité d'eau effectivement évaporée, à un moment donné, par le sol et la végétation.

#### IV. 3-1- b- Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration potentielle est rarement mesurée à l'aide de bacs, et d'évaporomètres. Le plus souvent elle est calculée par des méthodes à partir des données climatiques mesurées, les plus employées sont :

- ✓ Méthodes des lysimètres.
- ✓ Méthodes des stations expérimentales.
- ✓ Méthodes directes de l'évaporation.
- ✓ Formules empiriques.

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectuée à l'aide du logiciel Cropwat, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la formule empirique la plus appropriée de Penman et Monteith modifiée.

#### Méthode de Penman et Monteith modifiée : [8]

La formule de Penman et Motheit modifiée se présentant comme suit :

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1-W) \times F(u) \times (e_a - e_d)] \quad < \text{IV.1} >$$

Tel que :

$ET_0$  : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm /jour.

$W$  : facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement a différentes températures et altitudes.

$R_n$  : rayonnement net en évaporation équivalente, exprime en mm/jour.

$F(u)$  : fonction liée au vent.

$e_a$  : tension de vapeur saturante a la température moyenne de l'air, en millibars.

$e_d$  : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ( $e_a - e_d$ ) consiste en facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalise à l'aide d'un logiciel appelé **CROPWAT**, fonde sur la méthode de M<sup>r</sup> Penman et Motheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO** tenue a 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 homogènes et fiables suivantes :

- Température : Les températures et moyennes 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.

**Tableau IV-2** : Représente l'évapotranspiration de référence  $ET_0$ , calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT**

EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE $ET_0$ DE PENMAN-MONTEITH						
PAYES : ALGERIE			STATION : BORDJ BOU ARRERIDJ			
mois	Temp Moy	Humidité	Vent	Insolation	Radiation	Eto
janvier	5,5	59	6,0	6,3	9,9	63,43
Février	6,8	47	7,1	7,9	13,9	87,54
Mars	9,1	41	6,6	7,5	16,5	124,86
Avril	11,4	46	6,7	8,6	20,8	138,04
Mai	16,3	42	6,9	8,5	22,2	191,37
Juin	22,2	38	6,5	11,1	26,4	247,30
Juillet	28,1	41	5,9	11,9	27,3	290,04
Aout	27,2	32	5,5	10,1	23,4	280,51
Septembre	21,3	45	3,7	9,3	19,8	160,68
Octobre	15,8	58	5,3	7,2	14,1	113,36
Novembre	10,5	58	5,2	5,7	9,9	76,66
Décembre	6,1	47	7,0	4,0	7,3	84,29
moyenne	15,0	46	6,0	8,2	9,9	63,43

### III. 3-2 - Calcul de la pluie efficace :

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

On à :

$$P_{\text{eff}} = P_{P\%} \times 0.8 \quad < \text{IV.2} >$$

**Avec :**

$P_{\text{eff}}$  : pluie annuelle efficace en (mm/mois).

$P_{P\%}$  : pluie annuelle de probabilité en mm/mois.

Les valeurs mensuelles d'ET0,  $P_{P\%}$  et  $P_{\text{eff}}$  sont regroupées dans le tableau IV-3.

**Tableau IV-3** : Les précipitations efficaces.

Mois	$P_{P\%}$ mm/mois	Pluie eff mm/mois
Janvier	28,6	22,9
Février	22,4	17,9
Mars	24,8	19,8
Avril	38,1	30,5
Mai	28,5	22,8
Juin	17,7	14,2
Juillet	4,4	3,5
Août	10,5	8,4
Septembre	28,6	22,9
Octobre	21,6	17,3
Novembre	26,9	21,5
Décembre	30,5	24,4
Totaux	282,6	226,1

#### **IV-4- Détermination des besoins en eau d'irrigation suivant le calendrier cultural :**

##### **IV-4-1. Définition :**

Les besoins en eau d'irrigation, sont la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sur qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition....).

**IV-4-2. Besoins nets mensuels en eau d'irrigation des cultures [1]**

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETR - (P_{eff} + RFU) \quad < \text{IV.3} >$$

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

ETR : évapotranspiration réel (mm).

RFU : réserve facilement utilisable.

$$RFU = Y(H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z \quad < \text{IV.4} >$$

Avec

Y : degré de tarissement

$D_a$  : Densité apparente

Z : profondeur d'enracinement (mm)

$H_{cc}$  : Humidité à la capacité au champ

$H_{pf}$  : Humidité au point de flétrissement

$P_{eff}$  : Pluie efficace

$P_{eff} = A \cdot \text{pluie}$  ; ou  $A=0,8$  à  $0,9$  (pour notre cas on va prendre  $A=0,8$ )

L'irrigation se fait lorsque  $B > 0$

$ETR = K_c \cdot ET_0$  pour le  $K_c$  annexe 1 et 2 , pour le RFU, annexe 3, et pour le Z voir l'annexe 4

**Tableau IV-4:** Détermination des besoins en eau des cultures

Cultures	Besoins (mm / mois)												
	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Orge			40,613	128,25	197,28	84,72							
Blé			52,613	128,25	197,28	84,72							
Pomme de terre	27,844										31,828	68,319	

**IV-4-3. Le besoin d'irrigation brut,  $B_{\text{brut}}$  :**

C'est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (Compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$B_{\text{brut}} = B_{\text{net}} / E_{\text{eff}}; (\text{mm/j}) \quad < \text{IV.5} >$$

Les résultats sont dans le tableau IV-5 :

.

Tableau IV-5: Les besoins brut de chaque culture.

Cultures	Besoins	$E_{fa}$	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Orge	Netes	0,75			40,61	128,25	197,28	84,72							450,85
	brutes				54,15	171,00	263,04	112,96							601,13
Blé	Netes	0,75			52,61	128,25	197,28	84,72							462,85
	brutes				70,15	171,00	263,04	112,96							617,13
Pomme de terre	Netes	0,75	27,844										31,83	68,32	128,00
	brutes		37,13										42,44	91,09	170,67
Total Bnet			27,844		93,226	256,49	394,55	169,44					31,83	68,32	1009,9

**Tableau IV.6 : Récapitulatif des besoins totaux en eaux**

Cultures	Superficie (ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m <sup>3</sup> /ha)	Efficiencie	Besoins bruts totaux (m <sup>3</sup> /ha)
Orge	10,38	450,85	4508,5	0,75	6011,3
Blé	18,95	462,85	4628,5	0,75	6171,3
Pomme de terre	22,9	128	1280	0,75	1706,7

Afin d'assurer le maximum d'économie d'eau il faut dimensionner le réseau en fonction des débits de pointes de chaque champ.

#### **IV-5. Evaluation du débit de pointe :**

Pour le dimensionnement du réseau de distribution, nous considérons que le débit moyen journalier des pertes par transpiration est le débit fictif continu que doit assurer le réseau ; alors :

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10^3}{3600 \times E \times D \times j} \quad < \text{IV.6} >$$

q : le débit fictif continu du réseau de distribution.

**B<sub>net</sub>** : besoin net du mois de pointe en m<sup>3</sup> /ha,

E : l'efficiencie moyenne d'irrigation (75%).

D : nombre d'heures d'irrigation=20heures

J : nombre de jours de mois de pointe =24JOURS

$$q = \frac{3945,50 \cdot 10^3}{3600 \times 0,75 \times 20 \times 24} = 3,04 \text{ l/s/ha}$$

Le débit spécifique  $q_s = 3,04$  l/s/ha est supérieur à 1,5 l/s/ha donc on prend la culture la plus exigeant

##### **IV-5-1. De la culture la plus exigeante :**

Parmi toutes ces cultures on a constaté qu'au mois de mai ; mois de pointe, la culture la plus exigeante est le blé, donc on l'adopte pour l'application de la loi de débit. L'estimation de ses besoins sera comme celle du débit fictif continue :

$$B_{\text{net}} = 133,51 \text{ mm/ha} = 1335,1 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$q = \frac{B_{\text{net}} \cdot 10^3}{3600 \times E \times D \times j} = \frac{197,28 \cdot 10^3}{3600 \times 0,75 \times 20 \times 24} = 0,99 \text{ l/s/ha}$$

#### IV.6. CALCUL DU DEBIT MAXIMUM JOURNALIER :

Dans notre cas le débit maximum journalier c'est le débit caractéristique, il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{\text{car}} = q_s \cdot S \quad < \text{IV.7} >$$

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

$S$  : la superficie totale à irriguer = 52,09 ha.

On choisira le débit spécifique de la culture la plus exigeante, et dans notre cas la culture la plus exigeante c'est le blé est égale  $q_s = 0,99 \text{ l/s/ha}$

$$Q_{\text{car}} = q_s \cdot S = 51,55 \text{ l/s}$$

Alors notre débit de consommation journalier est  $Q_j = 4453,70 \text{ m}^3/\text{j}$

## V-1-Introduction :

L'eau est acheminée du forage vers un bassin de stockage qui est à **970 m** et un volume de **600 m<sup>3</sup>** qui a son rôle d'alimenter les périmètres de Beni Aichouche à l'aide d'une petite pompe.

**Tableau V.1** : Situation du bassin de stockage.

<b>Coordonnées du bassin (X-Y) (m)</b>	<b>Côte (m NGA)</b>
7156080 - 304470	970

## V.2. Station de pompage :

C'est un ouvrage génie civil, elle abrite le bureau du chef d'exploitation, bureau de personnel, le magasin, salle d'équipement, moteur électrique, toilette et la machine la plus importante dans la station : les pompes, qui ont pour rôle de refouler les eaux vers le réservoir.

### V.2.1. Choix du type de bâtiment : [9]

Le type du bâtiment de la station de pompage dépend des conditions suivantes :

1. De la façon du raccordement du bâtiment à la prise d'eau (séparé ou assemblé)
2. Du type de pompe et moteur électrique
3. De la variation du plan d'eau d'aspiration
4. Des conditions hydrologiques et géologiques
5. Du matériau utilisé pour la construction du bâtiment et sa disponibilité

## V.3.Les pompes : [10]

Pompe, dispositif utilisé pour aspirer, pour déplacer ou pour comprimer des liquides et des gaz. Dans toutes les pompes, il faut éviter la *cavitation* (formation des poches gazeuses), ce qui réduirait le débit et endommagerait le corps de la pompe.

Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques qui sont utilisées pour pomper les eaux usées et les turbopompes.

**V.3.1. Les turbopompes (pompes centrifuge) :**

Il existe trois classes de turbopompes : les pompes centrifuges, à écoulement radial ; les pompes axiales, à écoulement axial ; les pompes semi axiales.

**V.3.1.1. Les pompes à écoulement radial :**

Ce sont les pompes centrifuges au sens strict. Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croit avec le diamètre extérieur de la roue. Dans ce cas, l'écoulement est radial et les aubages sont des surfaces planes.

**V.3.1.2. Les pompes axiales :**

Ce sont les pompes hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

**V.3.1.3. Les pompes semi axiales :**

Pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs on montre que les vitesses d'entrée doivent être faibles. La hauteur de refoulement étant faible le diamètre de sortie est relativement faible d'où la construction d'une pompe hélico-centrifuge avec des dimensions importantes. Les diamètres d'entrée et de sortie sont comparables.

**V.3.2. Nombre de pompes principales :**

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.

Il faut prévoir une, ou deux pompes de secours, pour les utiliser en cas de panne.

Le nombre de pompes doit être plus restreint possible, voir les recommandations ci-dessous :

$$Q < 1 \text{ m}^3/\text{s} \quad \Rightarrow \quad (1 \div 2) \text{ pompes.}$$

$$Q = 1 \div 5 \text{ m}^3/\text{s} \quad \Rightarrow \quad (3 \div 5) \text{ pompes.}$$

$$Q > 5 \text{ m}^3/\text{s} \quad \Rightarrow \quad (4 \div 6) \text{ pompes.}$$

Dans notre cas le débit ( $Q = 0.052 \text{ m}^3/\text{s}$ ) est inférieur à  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Donc on a une pompe principale et une autre pompe de secours.

**V.3.2.1. Détermination du débit d'une pompe :****Débit brut :**

Le débit de pompage indiqué correspond aux besoins en eau des cultures, en service continu de 20 heures /jour.

le débit d'une pompe : 
$$Q_p = \frac{Q}{N_p}$$

Avec :

$Q_p$  : le débit calculé d'une pompe.

$Q$  : le débit global de la station (51,55 l/s).

$N_p$  : nombre de pompe ( $N_p=1$ ).

Donc :

$$Q_p = 51,55/1 = 51,55 \text{ l/s}$$

**V.3.2.2. Hauteur manométrique total :**

La hauteur manométrique est donnée par la formule

$$HMT = H_g + \sum h_p \quad < \text{V.1} >$$

Avec :

HMT : Hauteur Manométrique Totale en (m).

$H_g$  : Hauteur géométrique en (m).  $H_g = h_a - h_r$  < V.2 >

Avec :

$h_a$  : hauteur d'aspiration où le niveau d'aspiration est à : 973 m

$h_r$  : hauteur de refoulement où le niveau de refoulement est à : 962,5 m.

donc :  $H_g = 973 - 962,5 = 10,5 \text{ m}$

$\sum h_p$  : perte de charge totale.

$\sum h_p = \sum h_{pL} + \sum h_{pS}$   $\sum h_{pL}$  : pertes de charge linéaires

$\sum h_{pS}$  : pertes de charge singulières

Calcul de perte de charge :

$\sum h_{pS}$  : pertes de charge singulière elles représentent 10% des pertes de charge linéaire.

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 * \lambda * L * Q^2}{\pi^2 * g * D^{5,3}} \quad < \text{V.3} >$$

Avec :

$g$  : Accélération de la pesanteur ( $\text{m/s}^2$ )

$L$  : longueur géométrique de la conduite (m) ;

$\lambda$  : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,

Avec :

$$\lambda = (1,14 - 0,86 L n \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \quad (\text{Formule de Nikuradzé}) \quad < \text{V.4} >$$

$\varepsilon$  : Rugosité absolue de la conduite

$L_{ref} = 608 \text{ m}$

$Q = 0.052 \text{ m}^3/\text{s}$

$\varepsilon = 0.0002 \text{ m}$

$D$  : diamètre de la conduite (m)

Le diamètre de refoulement est calculé par la formule de BONIN :

$$D = \sqrt[5]{\frac{8 \times L_{ref} \times \lambda \times Q^2}{g \times \pi^2}}$$

< V.5 >

on trouve  $D = 0.23 \text{ m}$

⇒  $\lambda = 0.1049$  d'après le diagramme de Moudi.

$$\Delta H_{linéaire} = \frac{8 \times L_{ref} \times \lambda \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^{5,3}} = 4,9\text{m}$$

$\Sigma \Delta H_{ref} = 1.1 \times \Delta H_{linéaire} = 1.1 \times 4,9 = 5,4\text{m}$

$HMT = 10,5 + 5,4 = 15,9 \text{ m}$

On a travaillé avec le logiciel CAPRARI qui nous a donné plusieurs types de pompes, en fonction du débit et de la hauteur manométrique.

La pompe a les caractéristiques suivantes :

Pompe : P12C/7/30/2E.

Diamètre de la roue de la pompe :  $D_r = 175\text{mm}$ .

Diamètre d'aspiration :  $d_a = 200 \text{ mm}$

Débit :  $Q = 187,9 \text{ m}^3/\text{h}$

Hauteur manométrique totale :  $H = 15,9 \text{ m}$

La vitesse de rotation :  $n = 1450 \text{ tr/min}$

Puissance absorbée :  $Pa = 11,3 \text{ Kw}$

$NPSH_r = 4,24\text{m}$

Le rendement :  $\eta = 78,9 \%$

Poids :  $272 \text{ kg}$

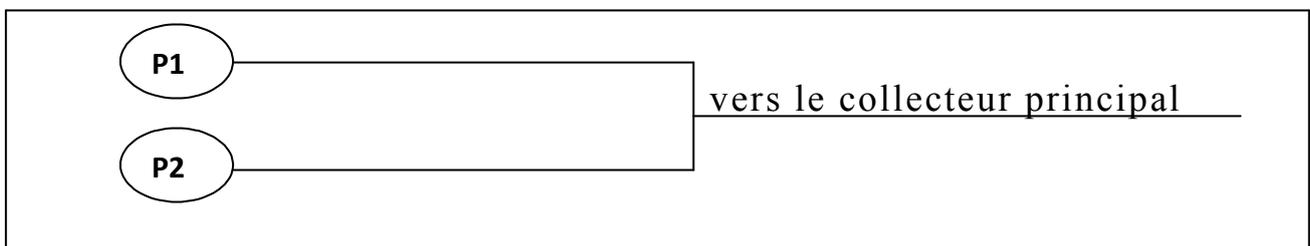


Figure V.1 : schéma de branchement des pompes

### V.3.2.3. Vérification du risque de la cavitation :

Pour cela on doit déterminer la hauteur admissible d'aspiration.

Nous avons :

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

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

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

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 * \lambda * L * Q^2}{\pi^2 * g * D^{5,3}}$$

$$\Delta h_p^{lin} = 0$$

$$V_{asp} = \frac{4.Q}{\pi.D_a^2} = \frac{4.0,052}{3,14.0,2^2} = 1,66 \text{ m/s}$$

$$\frac{V_{asp}^2}{2.g} = \frac{1,66^2}{2.9,81} = 0,14 \text{ m}$$

$$\frac{P_v}{\varpi} = 0,24 \quad \text{à } 20^\circ \text{C}$$

$$h_{adm}^{asp} = 10,33 - 0,24 - 0,14 - 4,24 - 0,5 = 5,2 \text{ m}$$

Donc :

$$(NPSH)_d = 10,33 - 0,14 - 0,24 - 5,2 = 4,75 \text{ m}$$

<b>NPSH<sub>d</sub> = 4,75 m</b>
----------------------------------

Finalement on a  $(NPSH)_d = 4,75 > 4,4 = (NPSH)_r$ .

On peut dire que notre pompe est loin de risque de la cavitation.

### V.3.2.4.Énergie consommée par le pompage :

L'énergie consommée par la station de pompage le long d'une année est le produit de la puissance de pompage et d'heures de pompage par année.

$$E = P * t * 365$$

E : énergie consommée pendant une année (Kwh) ;

P : puissance de pompage (Kw) ;

t : temps de pompage par jour (h).

### V.3.2.5.Dépense annuelle de l'énergie

Les dépenses annuelles de l'énergie sont le produit du prix unitaire du Kwh et de l'énergie consommée par année.  $K = \delta * E$

K : Dépenses annuelles d'énergie (DA) ;

E : Energie consommée par année (Kw) ;

$\delta$  : Prix du Kwh, varie trois fois par jour

**Tableau V.2:** Variation journalière des tarifs de l'énergie

Périodes	Horaires	Nombre d'heure (H)	Prix du KWh d'énergie (DA)
Heures pleines	06h-17h	11	1,34
Heures de pointes	17h-21h	4	6,06
Heures creuses	21h-06h	9	0,74

Vu la variation journalière des tarifs du KWh d'énergie, on recommande un régime de fonctionnement des stations de 20h/24 heures avec arrêt lors des heures de pointes pendant lesquelles l'énergie électrique est plus chère.

Le prix moyen du KWh pendant les 20 heures de pompage est tel que :

$$\delta = \frac{1,34 * 11 + 0,74 * 9}{20} \Rightarrow \delta = \mathbf{1,07 \text{ DA}}$$

### V.3.2.6.Amortissement annuel

Les frais d'amortissement sont en fonction de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité. Il est déterminé par la relation suivante :

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \quad < \mathbf{V.5} >$$

A : Frais d'amortissement (DA) ;

i : Taux d'annuité ; i = 8 % ;

n : Durée de l'amortissement de la conduite, n = 30 ans.

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

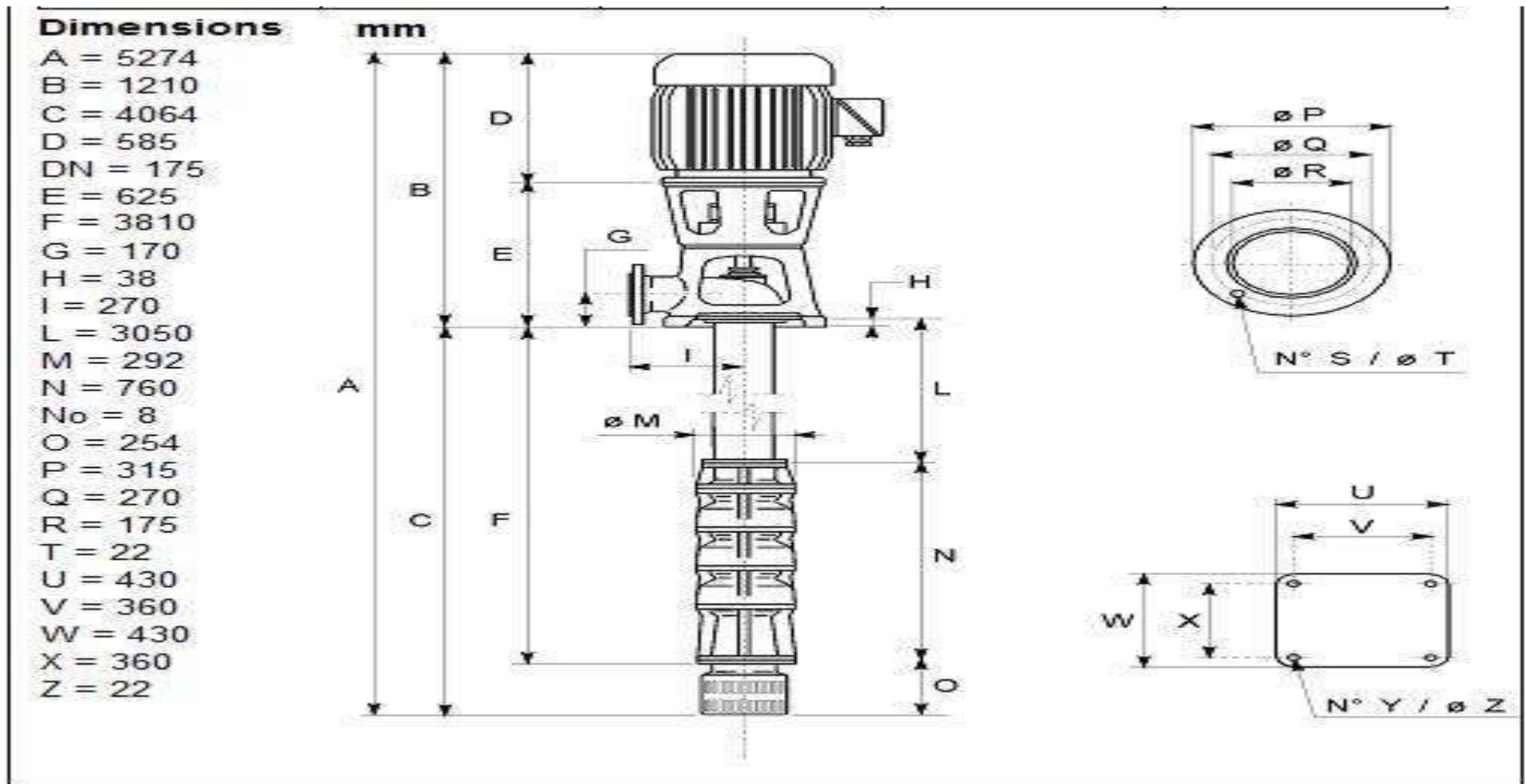


Figure V.2 : Les dimensions de la pompe [10]

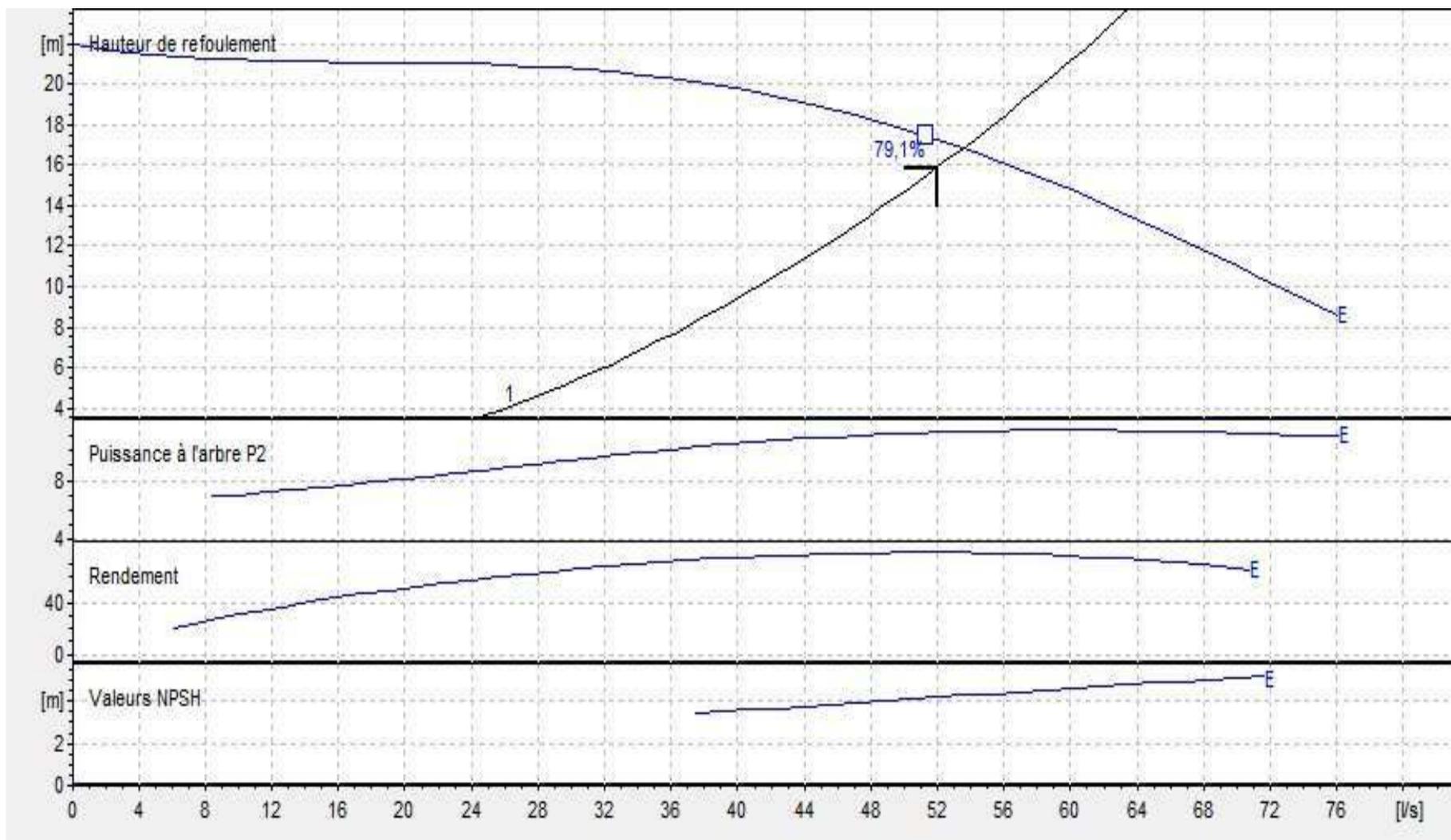


Figure V.3 : courbe caractéristique de la pompe [10]

#### V.4.Choix d'équipement hydraulique : [9]

L'installation de pompage doit assurer le débit demandé avec sécurité de service plus au moins importante.

Alors pour garantir cette sécurité on doit étudier le bon choix et le bon fonctionnement des équipements hydrauliques en amont et en aval de la pompe.

##### V.4.1. Les équipements de refoulement :

###### ➤ Joint de raccordement :

La conduite de refoulement sera raccordée à la pompe de manière à ne transmettre aucun effort parasite sur la pompe.

Les joints facilitent le démontage des pièces (vanne, clapet...) avec les différents accessoires.

###### ➤ Vanne papillon :

Elle est utilisée pour faire isoler la pompe pour le démontage en cas d'une panne, ou bien pour l'entretien et la maintenance de la pompe.

###### ➤ Le divergent :

A la sortie de la pompe, il est évident que la vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement est très grande, alors il est nécessaire de ralentir cette vitesse pour la maintenir dans une plage raisonnable, pour ce la on prévoit un divergent qui pourra être un cône.

###### ➤ Clapet de refoulement :

A la sortie de la pompe, il pourra être placé un clapet dont le rôle sera d'empêcher l'inversion du débit lors de l'arrêt de la pompe.

La longueur entre la tubulure de refoulement et le divergent

$$l_{tr} \geq 2 \, dr \text{ et on a } dr=175 \text{ mm}$$

Longueur de divergent

$$l_d = (3,5 - 4)(Dr - dr)$$

$$Dr = 200 \text{ mm}$$

D'où :

$$l_{tr} = 2 * 175 = 350 \text{ mm} = \mathbf{0,35 \text{ m.}}$$

$$l_d = 3,5 (Dr - dr) = 3,5. (200 - 175) = 87,5 \text{ mm} = \mathbf{0,09 \text{ m.}}$$

➤ **Calcul de la vitesse :**

$$Q = V * S \Rightarrow Q = V * \frac{\pi * D^2}{4} \text{ Ainsi: } V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Avec :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m<sup>3</sup>/s) ;

S : section de la canalisation (m<sup>2</sup>) ;

V : vitesse d'écoulement (m/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).

$$\text{A.N: } V = \frac{4 * 52 * 10^{-3}}{3,14 * 0,175^2} \Rightarrow V = 2,16 \text{ m/s}$$

## V.5. Bâtiment de la station de pompage :

### V.5.1. Construction du bâtiment :

La construction de bâtiment dépend de plusieurs facteurs dont on cite :

- La façon du raccordement bâtiment prise d'eau (type séparé ou bien assemblé)
- Type de pompes et de moteur électrique.
- Condition géologiques et hydrologiques.
- Type de matériaux de construction et sa disponibilité sur le marché.

#### V.5.1.1. La partie souterraine :

La partie souterraine est projetée en béton armé.

#### V.5.1.2. Partie supérieure du bâtiment :

##### a. Hauteur du bâtiment

elle est en fonction de la hauteur du système de levage

$$H_b = h_p + h_s$$

$h_p$  : Hauteur du système de levage ( $h_p = 3 \text{ m}$ )

$h_s$  : Hauteur de sécurité = 0,8 m

D'où  $H_b = 3 + 0,8 = 3,8 \text{ m}$ , on prend  **$H_b = 4 \text{ m}$** .

##### b. Longueurs recommandés pour les bâtiments :

La longueur du bâtiment est calculée par la formule suivante :

$$L_b = n_p \cdot L + L_{int} + L_{pf} + L_r$$

Avec :

$n_p$  : nombre de pompes

$L$  : largeur de pompe. (0,43m)

$L_{int}$  : Distance entre deux pompes voisines = 1m

$L_{pf}$  : Longueur de la plate forme = 1,5m

$L_p$  : Longueur du bureau du personnel (4m)

$L_r$  : longueur de l'armoire électrique. (2m)

Longueurs recommandées pour les bâtiments sont de :

6m, 9m, 14m, 21m, 24m

$$L_b = 2*(0,43) + 2 + 1 + 1,5 + 4 = 9,36 \text{ m}$$

D'après les longueurs recommandées de la station de pompage :

$$L_b = 14 \text{ m}$$

### c. Largeur du bâtiment :

La largeur du bâtiment est donnée par la relation suivante :

$$L_b = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + 2*l_s$$

$l_s$  : épaisseur de mur, 20cm.

$l_1$  : La distance entre le mur et le premier organe avec :  $l_1 = (20 \text{ à } 30) \text{ cm}$ , nous on va prendre  $l_1 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$ .

$l_2$  : La distance entre les tubulures > 15 à 20cm,  $l_2 = 18 \text{ cm} = 0,18 \text{ m}$

$l_4$  : Longueur des accessoires au refoulement.

Tel que :  $l_3 = l_p + l_r + l_d$ .

Avec :

$l_p$  : longueur de la pompe = 5279 mm, 5,274 m

$l_d$  : longueur de divergent = 0,09 m

$l_r$  : réserve (0,8 – 1,2) m : = 1,2 m

La distance entre les pompes est de : 0,8 à 1,2m. = 1,2 m

$$l_3 = l_p + l_d$$

$$l_3 = 5,274 + 0,09 = 5,36 \text{ m}$$

$$L_b = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = 0,25 + 0,18 + 5,36 + 2*0,02 + 2,4 = 8,59 \text{ m}$$

On prend  $L_b = 9 \text{ m}$

### d. Nombre de fenêtre :

$$\sum S_{fenetre} = (10 \div 15) \% \text{ Salle des machines.}$$

Avec :  $S_{salle \text{ des machines}} = 9 * 14 = 126 \text{ m}^2$  donc

$$\sum S_{fenetre} = 0,13 * 126 = 16,38 \text{ m}^2$$

$$-S_{fenetre} = 2 * 1 = 2 \text{ m}^2$$

$$-\text{Nombre de fenêtre} = \frac{\sum S_{fenetre}}{S_{fenetre}} = \frac{16,38}{2} = 8,19$$

Et on va prendre le nombre de fenêtres égales à **8 fenêtres**.

### e. Dimensions de la Porte :

3×3 ; 3,6×3,6 ; 4×3 ; 4,2×3,2 ; 4,8×5,4

### f. Marches d'escaliers :

Hauteur : soit (15- 16,5- 17,3) cm, on va prendre 16,5cm.

Largeur : soit (30- 29,26) cm, on va prendre 30cm.

Longueur : varie (90 ÷ 220) cm, on va prend 150cm.

Pente : soit 1/1,75 ; 1/1,15, nous on prend 1/1,75

### V.6. Le système de levage :

Ce système est installé dans le bâtiment de la station afin de permettre de surélever et de transporter à l'intérieur de la station les groupes de pompage tels que : les pompes, les vannes, les moteurs, ... etc. sur la plate forme de démontage, le choix du dispositif se fait en fonction des pièces lourdes à déplacer et des dimensions du bâtiment.

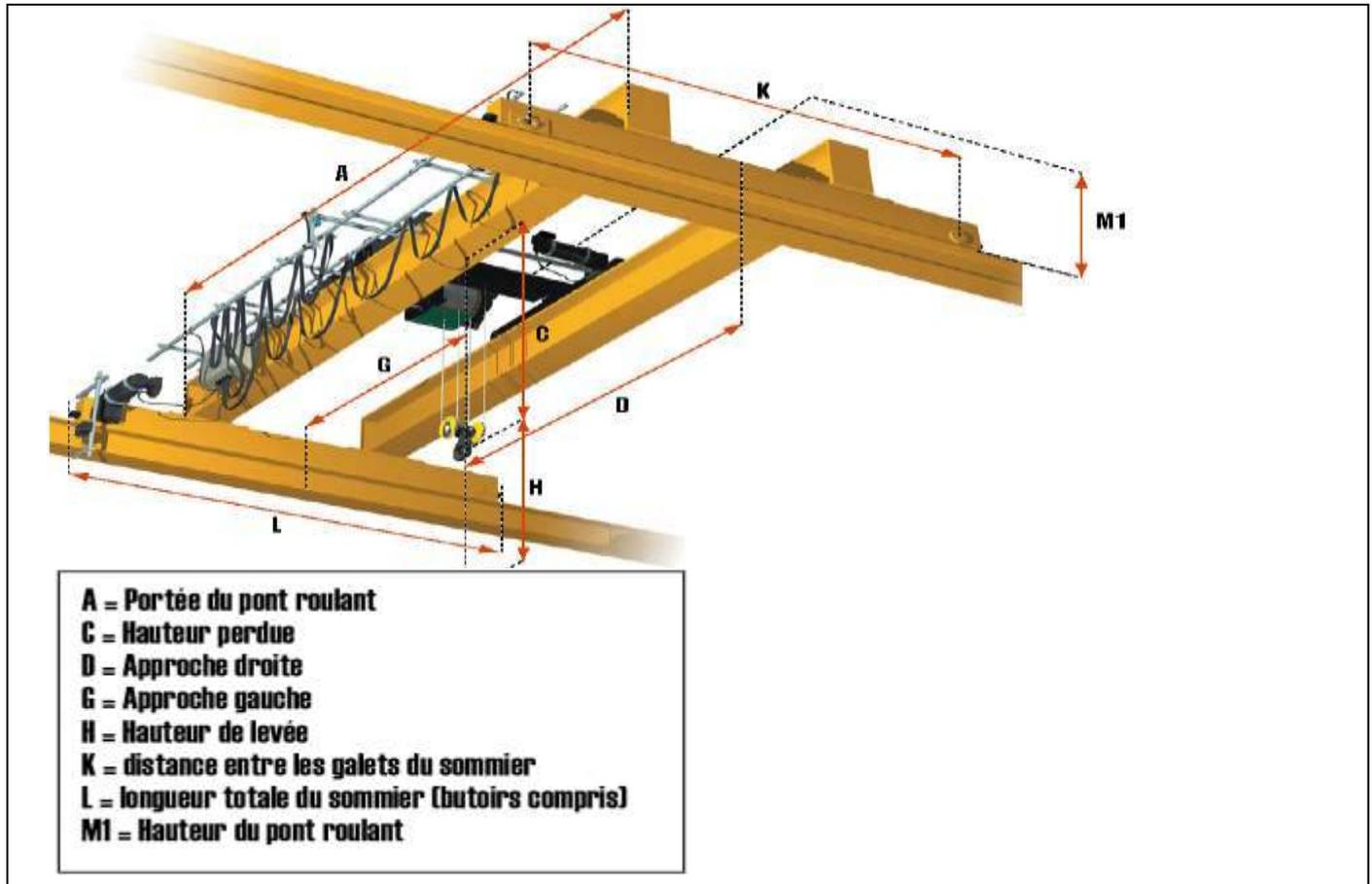


Figure V.4 : un système de levage. (Pont roulant).

Pour le montage et le démontage. Les équipements hydromécaniques de notre station, on propose un pont roulant qui sera choisi suivant les deux critères :

Dimensions du bâtiment.

Le poids de l'élément le plus lourd dans la salle des machines.

La capacité du pont roulant se détermine par :

$$C = P + 20 \% P \quad (\text{kg})$$

P : poids de l'élément le plus lourd, dans notre cas c'est la pompe  $P = 272 \text{ kg}$

$$C = 1,2 \cdot 272 = 326,4 \text{ kg}$$

$$C = 326,4 \text{ kg.}$$

**V.7.Conclusion :**

Une station de pompage et l'ouvrage de stockage dans notre projet est indispensables, car on ne peut pas acheminer l'eau d'un point plus bas vers un point plus haut sans pompage.

On a choisi une pompe immergé multi cellulaires a axe horizontal pour le pompage de l'eau a partir du forage.



**VI.1. Introduction :**

Les objectifs à atteindre de cette étude sont principalement :

- La détermination des surfaces et les formes des parcelles qui constituent le périmètre.
- Tracer le réseau d'irrigation dans la parcelle.
- Dimensionner le réseau d'irrigation.

**VI.2. Plan parcellaire :**

Le périmètre Ben Aichouche est divisé en 03 ilots et chaque ilot est divisé en parcelles :

***1-Ilot 01 :***

Est divisé en 7 parcelles, dont les surfaces sont les suivantes :

Parcelle 1 : 1,6 ha

Parcelle 2 : 1,9 ha

Parcelle 3 : 3,6 ha

Parcelle 4 : 3,4 ha

Parcelle 5 : 4,4 ha

Parcelle 6 : 3,9 ha

Parcelle 7 : 3,9 ha

***2-Ilot 02 :***

Est divisé en 7 parcelles, dont les surfaces sont les suivantes :

Parcelle 1 : 0,91 ha

Parcelle 2 : 3,1 ha

Parcelle 3 : 3,38 ha

Parcelle 4 : 1,71 ha

Parcelle 5 : 2 ha

Parcelle 6 : 3,35 ha

Parcelle 7 : 2,5 ha

Parcelle 8 : 2 ha

***3-Ilot 03 :***

Est divisé en 4 parcelles, dont les surfaces sont les suivantes :

Parcelle 1 : 3,3 ha

Parcelle 2 : 2,92 ha

Parcelle 3 : 1,64 ha

Parcelle 4 : 2,52 ha

### **VI.3. Généralités sur les techniques d'irrigation : [4]**

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

Mais quelque 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. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage et compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

#### **VI.3.1. Techniques d'arrosages :**

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

- Irrigation de surface (par gravité).
- Irrigation par aspersion.
- Irrigation souterraine.
- Irrigation localisée (goutte à goutte).

#### **VI.3.2. Choix de la technique :**

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

##### **VI.3.2.1. Selon les contraintes agronomiques :**

#### **1. Généralités :**

Chez les plantes, comme chez tous les organismes vivants, la vie se traduit par un certain nombre de phénomènes qui concourent à leur évolution et à leur développement. Parmi ceux-ci nous retiendrons la respiration, la transpiration et la nutrition, phénomènes qui constituent tout un échange entre la plante et le milieu extérieur (sol et atmosphère) et qui ont tous besoin d'eau pour se développer.

Mais la plante ne trouve pas dans l'atmosphère tous les éléments dont elle a besoin pour vivre, c'est dans le sol qu'elle va puiser les éléments minéraux et l'eau, grâce auxquels elle va construire avec le carbone et l'oxygène, ses tissus.

De ce petit rappel, notre travail en tant qu'irriguant sera de trouver la meilleure façon avec laquelle, on doit apporter et satisfaire les exigences des plantes en eau.

## 2. Contraintes agronomiques :

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

En agronomie, on distingue deux grandes catégories de cultures :

- Cultures pérennes : l'arboriculture, luzerne...
- Cultures non pérennes (saisonnnières) :
  - Cultures couvrantes : céréale, fourragères ...
  - Cultures maraîchères.

### a) Cultures pérennes :

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

- ~ L'irrigation gravitaire.
- ~ L'aspersion
- ~ L'irrigation localisée.
- ▶ Cultures couvrantes :
  - ~ L'irrigation gravitaire (par planche de ruissellement ou par submersion).
  - ~ L'aspersion très adaptée
- ▶ Cultures maraîchères :
  - ~ L'irrigation de surface (par rigole, par planches ...)
  - ~ L'irrigation par aspersion.
  - ~ L'irrigation localisée.

### b) Cultures saisonnières :

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

- ~ L'irrigation gravitaire.
- ~ L'aspersion
- ~ L'irrigation localisée.
- ▶ Cultures couvrantes :
  - ~ L'irrigation gravitaire (par planche de ruissellement ou par submersion).
  - ~ L'aspersion très adaptée
- ▶ Cultures maraîchères :
  - ~ L'irrigation par aspersion.
  - ~ L'irrigation localisée.

**VI.3.2.2. Selon les contraintes naturelles :****a) Climat :**

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

**•L'évaporation :**

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

**•Le vent :**

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

**b) Sol :**

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

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

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

**Topographie :**

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

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

Donc il n'est pas nécessaire d'envisager l'irrigation de surface. Si la pente est très forte un problème d'érosion peut se poser, d'où dans deux cas l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte qui sont adaptées.

**c)Transport solide des eaux :****•Eau chargée :**

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

**•Eau non chargée :**

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

**d). Qualité chimique des eaux :****•Eau salée :**

Le sel peut avoir un effet néfaste sur le matériel utilisé pour l'arrosage (conduite, asperseur, goutteurs ...), on utilise donc l'irrigation de surface qui permet d'avoir une répartition linéaire de sels et éviter le contact de l'eau avec les feuilles.

**•Eau non salée :**

Quand la qualité des eaux d'irrigation est bonne, l'irrigation par aspersion est adaptée sans risque, comme on peut envisager les autres modes d'irrigation.

**VI 3.2.3. Selon les contraintes techniques et socio-économiques****a) Contraintes techniques:**

Il s'agit :

- Des dimensions et configurations des parcelles qui doivent correspondre aux paramètres linéaires de la technique d'arrosage.

- De la mise en œuvre et de l'entretien du système d'irrigation.
- Fiabilité du matériel utilisé.
- Possibilité d'automatisation du système d'arrosage.

**b) Contraintes socio-économiques :**

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

**N.B :** Dans notre cas on a choisi le système d'irrigation par aspersion.

## **VI.4. Mode d'arrosage : [11]**

### **VI.4.1. Irrigation par aspersion :**

#### **1. Définition :**

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

#### **2. Avantages :**

- Applicable dans la plupart des cultures et terrains
- Moins de main d'œuvre nécessaire par rapport aux autres mode d'irrigation
- Ne nécessite en aucune manière le nivellement préalable des sols.
- Peut être employée quelle que soit la nature du sol arrosé.
- Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Elle réalise une importante économie d'eau.
- Elle assure une bonne homogénéité de la répartition des apports.
- Possibilité de réaliser des installations mobiles, susceptibles d'être déplacées suivant la nature des cultures, ce qui facilite les rotations culturales.

#### **3. Inconvénients :**

- Cout d'installation et d'entretien plus élevé par rapport aux autres modes d'irrigation
- Moins adaptée à l'eau saline
- Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec.
- Difficultés d'utilisation et efficience réduite en régions ventées.
- Obligation de multiplier les traitements phytosanitaires en raison du lavage des appareils foliaires.
- Mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales.
- Mauvaise adaptation aux sols « battants », susceptibles de tassement superficiel sous l'impact des gouttes d'eau.
- Possibilités réduites pour l'arrosage avec des eaux résiduaires (formation d'aérosols).
- Déplacement du matériel difficile dans les zones à cultures hautes.

## VI.4.2. Irrigation localisée (goutte à goutte) :

### 1. Définition :

En irrigation localisée, l'eau est transportée le long des rangs de culture et distribuée au voisinage des plantes.

### 2. Avantage :

- Economie d'eau
- Réduction des adventices (mauvaises herbes)
- Contrôle de la fertilisation.
- Possibilité d'automatiser.
- Meilleure tolérance des cultures aux eaux salées.
- Très faibles besoins de main-d'œuvre.
- Raccourcit le cycle végétatif de la culture.

### 3. Inconvénients:

- a. Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- b. Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : études préliminaires agro-pédologique, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigant.
- c. Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages.
- d. Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- e. Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.

## VI.5. Projection du réseau d'aspersion :

### VI.5.1 Différents types d'installations d'aspersion : [7]

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

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

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

#### 1) La rampe pivotante automotrice (frégate) :

Elle présente une longueur allant jusqu'à 650m et elle est portée à une hauteur d'environ 2,2 m au dessus du sol.

L'arrosage se fait par rotation, assurée par un moteur. La pression de fonctionnement pour ce type d'appareil est de 5 à 6 bars.

### 2) La rampe a roues (latéral-roll) :

La latéral-roll se compose de deux ailes (2 rampes) montées sur des roues. Le déplacement est assuré par des moteurs placés au centre de chaque rampe. La longueur de chacune des rampes est de 150 à 400 m munies chacune d'asperseurs à faible portée. La bande arrosée est de 18 m, la distance entre deux hydrants est de 18 m aussi. La pression de fonctionnement est de 4 bars.

### 3) Arroseur automoteur (enrouleur) :

C'est un canon (arroseur géant) porté sur un chariot, plus un enrouleur muni d'un moteur hydraulique. Le dispositif d'aspersion se déplace sur la bande à arroser à l'aide de la conduite flexible qui sert de treuil. L'arrosage se fait en un angle de 240° afin que le chariot puisse se déplacer sur un sol non humecté.

La pression de fonctionnement de l'arroseur est de 4 à 9 bars pour un rayon de jet de 30 à 50 m environ.

La longueur de flexible est de 160 à 300 m. La vitesse de déplacement est de 0,05 à 0,2 m / s.

### 4) Rampe classique à asperseurs :

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

## IV.5.2. Facteurs et contraintes : [13]

Après avoir choisi le système d'irrigation convenable, il est intéressant ensuite de choisir le type d'installation d'aspersion et ceci peut être résolu après analyse d'une série de contraintes et des conditions représentées par :

### 1) Intensité moyenne de la pluie artificielle :

C'est un facteur limitant dans l'utilisation de telles installations, car pour assurer les conditions d'arrosages par aspersion, c'est-à-dire l'élimination du ruissellement, de formation des flaques d'eau à la surface du sol et l'érosion de celui-ci, il faut que la condition suivante soit vérifiée.

$$I_{\text{moy}} \leq K \qquad \qquad \qquad < \text{VI.1} >$$

Avec :

$I_{\text{moy}}$  : intensité moyenne de la pluie artificielle

$K$  : vitesse d'absorption à la fin de la période d'arrosage sur une position (m/h)

- Si  $I_{\text{moy}} \leq K$  : l'eau d'irrigation s'infiltré entièrement dans le sol.
- Si  $I_{\text{moy}} > K$  : risque d'inondation et asphyxie des plantes.

## 2) Contraintes naturelles :

- **Topographie :**

Certaines installations d'aspersion ne peuvent se déplacer sur des terrains accidentés, elles seront gênées et peuvent subir des cassures.

- **Vent :**

L'intensité du vent et sa fréquence, conditionnent le choix et l'utilisation de certaines installations.

## 3) Contraintes techniques

On peut citer :

- La pression et le débit disponibles.
- Dépense d'énergie pour la création de la pluie artificielle.
- Taux de recouvrement.
- Les dimensions et les configurations géométriques des parcelles ont irrigué.
- L'existence ou non d'une main d'œuvre qualifiée.
- Rendement de système d'irrigation.

## 4) Contraintes économiques :

Elles peuvent aussi influencer le choix d'une installation d'aspersion par rapport à une autre, du point de vue de l'investissement attribué à un périmètre d'irrigation.

## 5) Contraintes agronomiques :

L'adoption de forte pluviométrie (c'est-à-dire de forte pression) à certaines cultures, augmente les risques de brûlures des feuilles, d'inondation et d'asphyxie dans les sols peu perméables.

**VI.5.3. Installation choisie : [13]**

En fonction des facteurs et contraintes que présente notre parcelle et d'après leur superficie (3,1 hectares), on a choisi le système de rampe à asperseur, c'est le système qui présente le plus d'avantages associés :

- Faible pression de service.
- Taux de recouvrement élevé.
- Convienent très bien à des propriétés morcelées.
- Coût plus bas que les autres installations, et en plus elles sont disponibles sur le marché national.

**VI.5.4. Méthode de calcul du dispositif d'arrosage : [13]**

Le problème qui se pose à présent est le suivant :

- a) Définir le dispositif d'arrosage de parcelle.
- b) Calculer le débit que doit délivrer chaque borne d'irrigation.
- c) Choisir le type de sprinklers qui soit compatible avec nos sols.

Pour pouvoir déterminer ces paramètres, la méthode à suivre est la suivante :

~ Nos calculs seront exécutés en fonction des besoins de la culture la plus exigeante dans l'assolement, car cette dernière va occuper chaque année une pièce. les résultats vont nous donner un type de sprinklers spécifique et un débit à la borne.

~ Pour les autres cultures, on va garder le même sprinkler et le même débit à la borne, mais la durée d'utilisation du matériel et celle de l'arrosage, seront spécifiques pour chaque dose et chaque culture.

**VI.5.5 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION :**

- L'acheminement du forage vers les différentes parcelles s'effectuera par pompage à l'aide de conduite en PVC, le périmètre se compose de 19 parcelles avec des surfaces variant voir planche N°04.
- Le Calcul a été fait à l'aide de logiciels Epanet dont les figures VI.1, figure VI.2 représente la distribution des pressions des diamètres et des pressions dans le réseau. [12]



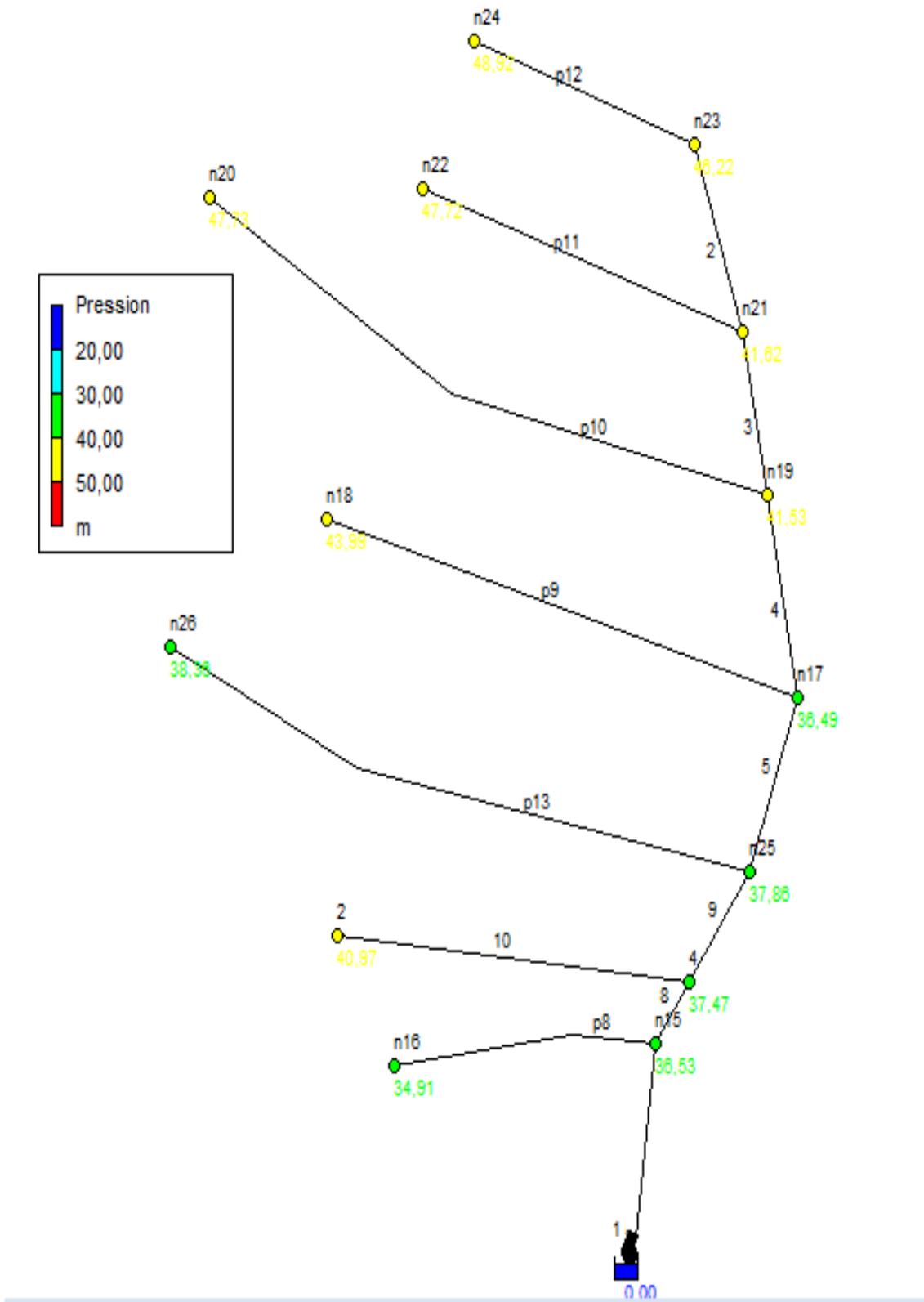


Figure VI.2 : Représentation du réseau de distribution avec pressions

### VI.5.6. Détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de rampes : [13]

#### IV.5.6.1 Le diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol  $K = 6,5$  mm/h.

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

Le diamètre de la buse se calcul par la relation suivante

$$P = \frac{1.5 \cdot d}{0.6} \quad < \text{VI.2} >$$

$$d = \frac{6,5 \cdot 0.6}{1.5} = 2,6 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur le diamètre de la buse normalisé est de 4mm.

#### IV.5.6.2 la portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25} \quad < \text{VI.3} >$$

Tel que  $d$  : diamètre de la buse (mm)

$h$  : pression à la buse (m), on prend  $h = 3,5 \text{ bar} = 35 \text{ m}$

$$L = 3 \cdot 4^{0.5} \cdot 35^{0.25} = 14,59 \text{ m}$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue voir dans l'annexe5, pour le diamètre de la buse de 4 mm à une pression de 3,5 bar la portée est de 15,3 m.

#### VI.5.6.3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

$$E_l \text{ entre les lignes d'arrosage : } 1,3 \text{ à } 1,02 \text{ L.} \quad < \text{VI.4} >$$

$$E_a \text{ entre les arroseurs sur la rampe : } 0,8 \text{ à } 0,5 \text{ L.} \quad < \text{VI.5} >$$

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent ( $< 10 \text{ Km/h}$ ).

Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse de vent assez dures ( $> 15 \text{ Km/h}$ ).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de  $6,9 \text{ m/s} = 21,6 \text{ Km/h}$ , donc on prend les valeurs minimales :

$$E_l = 1,02 \cdot 15,3 = 15,6 \text{ m}$$

$$E_a = 0,5 \cdot 15,3 = 7,65 \text{ m}$$

On prend les valeurs  $E_l = 18 \text{ m}$ ,  $E_a = 12 \text{ m}$ .

**VI.5.6.4 Calcul du débit de l'asperseur :**

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

$$q = 0.95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0.95 * \frac{3.14 * (4 * 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 * 9.81 * 35} = 3.13 * 10^{-4} m^3 / s \quad < VI.6 >$$

On a :  $q = 1,13 \text{ m}^3/\text{h}$

**VI.5.6.5 Vérification de la pluviométrie de la buse :**

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

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \quad < VI.7 >$$

$$\text{Donc : } p = \frac{1.13}{18 * 12} = 0.0053 m / h = 5,3 mm / h$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie  $P \leq K = 5,3 \text{ mm/h}$ .

**VI.5.6.6 Le temps nécessaire pour donner une dose par un asperseur :**

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

$$T = \frac{\text{dose}}{p} \quad < VI.8 >$$

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en mm.

On considère généralement que la réserve facilement utilisable  $RFU = 2/3 \text{ RU Z}$

Pour notre cas on a :

$RFU = 48 \text{ mm}$

$$T = \frac{48}{5,3} = 9,05 = 9 \text{heurs} \quad < VI.9 >$$

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un asperseur par jour égal à 18 h.

**VI.5.6.7 volume fourni par un asperseur pendant un mois :**

$$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a \quad < VI.10 >$$

$$= 2 \times 22 \times 0.048 \times 18 \times 12 = 456,19 \text{ m}^3.$$

$$V = 456,19 \text{ m}^3.$$

**VI.5.6.8 Volume à épandre en un mois sur toute la parcelle :**

On prend les besoins du mois de pointe de la culture de blé

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = 0.197 \times 178 \times 174 = 6101,5 \text{ m}^3.$$

**VI.5.6.9 Le nombre d'asperseurs :**

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

$$N = \frac{V_t}{V} \quad < \text{VI.11} >$$

$$N = \frac{6101,5}{456,19} = 13,56$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de 14.

**VI.5.6.10 calcul du nombre de rampes :**

$$\text{La longueur de la rampe} = \frac{\text{largueur}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{174}{2} - \frac{12}{2} = 81 \text{ m} \quad < \text{VI.12} >$$

Nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_a = \frac{\text{largueur}}{E_a} + 1 = \frac{81}{12} + 1 = 7.75 = 7 \text{ asperseurs} \quad < \text{VI.13} >$$

$$\text{Nombre de rampes : } N_R = \frac{N}{N_a} = \frac{14}{7} = 2$$

On prend  $N_R = 2$

Chaque rampe porte 7 asperseurs.

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

$$= 1.13 \times 7 = 7,91 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Nombre de positions de rampes :

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{154}{18} = 8 \quad < \text{VI.14} >$$

Nombre de postes :

$$N_p = N_r \cdot \frac{\text{nombre de bande}}{N_R} = 8 \cdot \frac{2}{2} = 8 \quad < \text{VI.15} >$$

Le débit total par nombre de rampes :  $7,91 \times 2 = 15,82 \text{ m}^3/\text{h}.$

$$\text{➤ Diamètre de la rampe : } D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi V}} \quad < \text{VI.16} >$$

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

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; V_{adm} \in [0.5 \div 2] \text{ m / s}$$

On suppose que  $V = 1,5m / s$  et on calcule  $D_R$

$$D_R = \sqrt{\frac{4.2,2.10^{-3}}{\pi .1,5}} = 0,043m = 43mm$$

Si on prend le diamètre normalisé ( $D_R=50mm$ ).

La nouvelle vitesse sera

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2} = \frac{4.2,2.10^{-3}}{\pi \times (50 \times 10^{-3})^2} = 1,12m / s$$

➤ Pertes de charge

La détermination des pertes des charges faite par la formule de Lechapt et Clamon est donnée par l'expression suivante :

$$J = \frac{L * Q^M * C}{D^N} \quad < VI.17 >$$

Avec :

$J$  : Pertes de charge en mm/ml.

$Q$  : Débit en  $m^3/s$ .

$L, M$  Et  $N$  : Constantes dépendants de la rugosité absolue  $K$  des canalisations.

$C$  : Coefficient de majoration tenant compte des pertes de charges singulières.

Pour les valeurs les plus couramment adoptées concernant la rugosité absolue  $K$ , les constantes de la formule sont les suivantes :

$K (mm)$	$L$	$M$	$N$
0,1	1,20	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,60	1,975	5,25.

$$J_1 = 0,00154.Q^{1,96}.D^{-5,19}.L \quad < VI.18 >$$

$J_1$  : perte de charge linéaire

$L$  : longueur du tronçon considérée ; (m)

$Q$  : débit ; ( $m^3/s$ )

$D$  : diamètre de la conduite ; (m)

La perte de charge totale

$$\Delta H = J_l + J_s \quad < \text{VI.19} >$$

$J_s$  : perte de charge singulière,  $J_s = 0,1 J_l$

$$J_l = 4,36m$$

$$J_s = 0,436m$$

$$\Delta H = 4,796m$$

#### VI.5.6.11. Calcule De La Pression Nécessaire A La Borne De Périmètre :

Le Diamètre :

$$\text{Diamètre de la canalisation principale : } D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_c}{\pi \cdot V}} \quad < \text{VI.20} >$$

Débit de la conduite d'approche :  $1,13 \times 14 = 15,82 \text{ m}^3/\text{h}$

Avec  $V$  : vitesse de l'écoulement à travers le canal :

Ou :  $V \leq V_{ADM}$  ;  $V_{adm} \in [0,5 \div 2] \text{ m/s}$

On suppose que  $V = 1,5 \text{ m/s}$  et on calcule  $D_R$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0044}{\pi \cdot 1,5}} = 0,061m = 61.13mm$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants : 50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm. Le diamètre normalisé ( $D_R=63\text{mm}$ ).annexe 2

-Les diamètres économiques se calculent sur base des vitesses économiques (entre 1,25 et 1,5 m/s) :

➤ La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,0044}{\pi \cdot (63 \cdot 10^{-3})^2} = 1.41 \text{ m/s}$$

Si on prend le diamètre normaliser  $D_R=63$ .

➤ Perte des charges :

$$\Delta H = j_l + j_s$$

$$J_l = 0,00154 \cdot Q^{1,96} \cdot D^{-5,19} \cdot L$$

Débit de la conduite d'approche :  $Q = 0,0043 \text{ m}^3/\text{h}$

Le diamètre normalisé  $D_R = 63 \text{ mm}$

Longueur de porte rampes :  $L = 178 \text{ m}$

$$J_l = 1,12 \text{ m}$$

$$J_s = 0,11 \text{ m}$$

$$\Delta H = 1,33 \text{ m}$$

Donc :

La pression à la borne de périmètre est

$$P = 35 + 4,796 + 1,33 = 41,126 \text{ mce} \approx P = 4,113 \text{ bar}$$

$$P = 4,113 \text{ bar}$$

#### VI.5.6.12. CALCUL DE VOLUME DU RESERVOIR :

Le réservoir est un ouvrage hydraulique de stockage et de régulation présentant le principe de fonctionnement suivant :

- Assurer la sécurité de la distribution en cas d'arrêt de pompe ;
- Assurer une régulation de débit entre le débit d'apport et le débit de consommation
- De plus il permet de constituer un réservoir d'eau.

**$V_{\text{res}} = Q_{\text{car}} \cdot \text{durée de Remplissage de réservoir}$**

$$V_{\text{res}} = 0,052 \cdot 3 \cdot 3600$$

< VI.21 >

$$V_{\text{res}} = 561,6 \text{ m}^3$$

On choisit un bassin de forme carré ( $L \cdot l \cdot h$ ), en fixant une hauteur  $h = 3 \text{ m}$ , les dimensions du réservoir projeté sont  $L = 14 \text{ m}$ ,  $l = 14 \text{ m}$ .

**VII.1.Généralité :**

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

**VII.2. DEPENSES DE CONSTRUCTIONS :****Tableau VII.1 :** Dépenses de constructions de conduit d'adduction

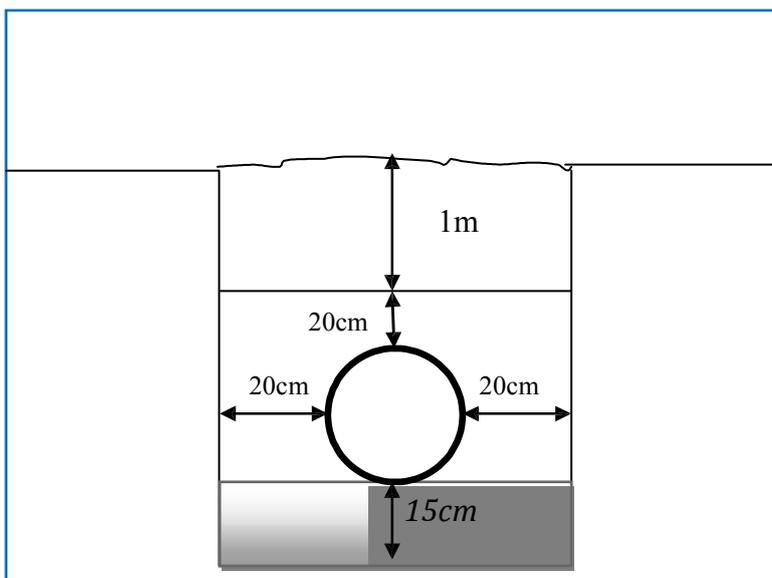
Désignation des travaux et ouvrage hydraulique	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Totale(DA)	Coût total après majoration de 40% DA
<b>Conduite d'adduction PEHD PN06</b>	ML	608	22815	<b>13871520</b>	<b>19420128</b>

**VII.2.1. Dépenses du réseau d'irrigation par aspersion :****Tableau VII.2 :** Dépenses de constructions des conduits de distribution.

Pièces	Prix unitaire (DA/ml) TTC	Matériaux des conduites	Quantité m	Fourniture DA	Coût total après majoration DA
Ø315	3603,6	TUBES PEHD PN06	956	3445041	4823058
Ø160	901		2128	1917328	2684259
Ø125	554		907,5	502755	703857
Ø90	347		642	222774	311884
<b>Total</b>				<b>6087898</b>	<b>8523058</b>

**Tableau VII.3** : Dépenses de constructions des accessoires.

Pièces	Prix unitaire (DA/ml) TTC	Matériaux	Quantité	Fourniture DA	Coût total après majoration DA
Coude Ø315/90°	82 909,50	SDR 17 PN10	2	165819,42	232146,6
Coude Ø90/90°	2 219,34	SDR 11 PN16	2	4438,68	6214,152
Filtre à Disque PP 3	19 679,96	Horizontal complet à 2 chambres, 120 mèches	1	19 679,96	27551,944
Vanne e pour Filtre PP 3''	528,26	en Bronze Diamètre 32	1	528,26	739,564
Vannes	2663		11	29293	41010
Pompe doseuse	33376,88		2	66753,76	93455,26
<b>Total</b>				<b>259703,9</b>	<b>317007,45</b>

**VII.2.2 Dépense Des travaux :****Figure VII.1** : Coupe transversale de la Pose de Conduite.

Le prix de terrassement est égal :

$K_{rem}$  : prix de 1 m<sup>3</sup> de remblai=300 DA

$V_{rem}$ : volume total de remblai.

- Calcule du volume de déblai et remblai

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

$$B=D+2 \times 0,3 \quad < \text{VII.1} >$$

D : diamètre de la conduite (m)

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

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

$$\text{Déblai} = L.H.B \quad < \text{VII.2} >$$

$$\text{Volume de lit de sable} = 0,1.B.L \quad < \text{VII.3} >$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right).L - \text{Volume de lit de sable.} \quad < \text{VII.4} >$$

**Tableau VII.4** : Dépense des travaux de conduite principale :

Paramètres	B (m)	H (m)	Déblai (m <sup>3</sup> )	Lit de sable(m <sup>3</sup> )	Remblai (m <sup>3</sup> )
Conduite principale du réseau	0,19	1,12	202,59	18,08	110,31

Donc pour le déblai:

$$F_{deb} = 202,59 \times 300 = 60777 \text{DA}$$

Pour le lit de sable :

$$F_{Lit \text{ de sable}} = 18,08.600 = 1085,4 \text{DA}$$

Pour le remblai :

$$F_{rem} = 110,31 \times 100 = 11031 \text{DA}$$

Le salaire des ouvriers est égal à 8000DA

Les autres frais 5000 DA

Donc : le total est de 85893,4 DA

### **VII-2.3-Consommation intermédiaire :**

**Tableau VII-5 : Consommation intermédiaire**

<b>Produits</b>	<b>Surface (ha)</b>	<b>Prix unitaire. (DA)</b>	<b>Coût (DA)</b>
Pomme de terre	15.34	346.423,00	5314128,82
L'orge	22.07	346.423,00	505623,23
Blé	18.95	22.910,00	434344,5
<b>Totaux</b>		<b>6253896,05</b>	

Coût global du projet est estimé à **34748472,81 DA**.

Pour les prix des différents matériaux utilisés voir l'annexe 6

### **VII-2.4-Produits bruts du périmètre :**

Nous avons calculé les produits bruts sur la base des fiches techniques des cultures adoptées.

**Tableau VII-6 : Produit brut.**

<b>Produits</b>	<b>Surface (ha)</b>	<b>Rendement (q/ha)</b>	<b>production (q)</b>	<b>Prix unitaire. (DA/q)</b>	<b>Produit brut (DA)</b>
Pomme de terre	15,34	250	4738	2000,00	9476000
l'orge	22,07	35	773	2500,00	1932500
Blé	18,95	35	664	2500,00	1660000
<b>Totaux</b>			<b>13068500,00</b>		

### **VII-2.5- calcul le temps d'amortissement :**

Temps d'amortissement = Le coût total / Produit brut

$$= 34748472,81 \text{ DA} / 13068500,00 \text{ Da/An}$$

$$= 3 \text{ Années.}$$

$$\text{Temps d'amortissement} = 3 \text{ Années.}$$

## **VII.3.Conclusion**

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation par aspersion est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements très chers .



## Conclusion générale

L'aménagement hydro-agricole du périmètre de Beni Achouche(zone A) dans la commune de Tixter avec un réseau d'adduction sous pression alimenté par un forage, était la réalisation de notre étude.

L'eau est la contrainte principale au développement agricole car le déficit hydrique marqué pendant la saison a forte demande impose la mise en place des cultures ne nécessitant pas beaucoup d'eau, notre région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, saison humide et une autre sèche) pendant la période sèche l'irrigation est indispensable.

L'aire de notre périmètre présente des caractéristiques physiques, pédologiques et les conditions agro socio-économiques propice à l'irrigation.

Actuellement l'irrigation est assurée principalement par les forages.

Nous avons déterminé les besoins totaux de la zone durant le mois de pointe et compte tenu des besoins des cultures, par un bref aperçu de la situation actuel du milieu naturel (climat, sol, eau, pente) et sur la base du plan cultural projeté et du nombre de modèles des îlots.

Les agriculteurs peuvent pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation par des conduites enterrées en PEHD, équipé de bornes d'irrigation dont la majorité a une pression minimale de 4 bars qui constitue le système d'irrigation retenu.

Nous avons enfin abordé le tracé du réseau et la détermination des matériaux nécessaire (tuyaux, vannes, ventouses, vidange) après équipement et bornage.

Une fois que les conditions agronomiques et hydrauliques seront pratiquées, les exploitations agricoles dégageront des rendements appréciables, qui reflèteront les vraies potentialités du périmètre.

Il serait souhaitable de maitre au soin la gestion du projet a une entreprise compétente afin que la rentabilité de l'investissement évalué à **28427021,42 DA**, contribuent à une mise en œuvre des programmes de vulgarisation agricole et d'appuis techniques aux agriculteurs, sans oublier la souscription des agriculteurs aux assurances agricoles.

## Référence bibliographie

- [1] **Association GERSAR**, «Etude De L'aménagement Hydro-Agricole De La Vallée De L'oued Sahel Et Du Plateau D'el Esmam ». (1990)
- Dossier I :.....Etude préliminaire
  - Dossier I-B :.....Etude des ressources en sols
  - Dossier I-C.....Etude des ressources en eau
  - Dossier II-A.....Allocation des eaux et délimitation des zones à irriguer
  - Dossier II-B. 1.....Systèmes d'irrigation et schémas des îlots types
  - Dossier II-B.2.....Schémas des variantes d'aménagement
- [2] **AYERS, RS.ET WESTCOT, D.W**, Water quality for agriculture. Some new dimensions FAO, Rome FAO Irrigation and drainage, (1985) ,29p
- [3] **Clément. R, Galand. A**, Irrigation par aspersion et réseau collectif de distribution sous pression. Paris, Eryolles, (1979), 181 -185p.
- [4] **Cropwat**, Un Logiciel Pour La Planification Et La Gestion
- [5] **Doorenbos .J, Pruitt .W.O**, Bulletin FAO d'irrigation et de drainage: les besoins en eau des cultures. n°24. (1976) ,197p
- [6] **Hyfran**, Un Logiciel Pour L'étude Hydrologique.
- [7] **Labye. Y, Olson M. A, Galand .A, Tsiourtis.N**, Conception et optimisation des réseaux d'irrigation. Rome Italie, FAO, (1996), 44- 261p.
- [8] **Touibia.B**, Manuel pratique d'hydrologie, (2005)
- FAO**- Food and agriculture organization, 2012
- Site web: <http://www.fao.org/nr/water>

# Annexe 1

7

## VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL $K_c$ EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0.45	0.50	0.70	0.90	1.05	1.15	1.25	1.25	1.15	1.10
Coton	0.20	0.30	0.40	0.60	0.90	1.00	1.00	0.90	0.700	0.60
Haricots	0.50	0.65	0.80	1.00	1.10	1.15	1.10	0.95	.80	0.70
* Mais Grains	0.45	0.55	0.65	0.80	1.00	1.08	1.08	1.02	0.95	0.85
Mais Fourrage	0.45	0.50	0.60	0.70	0.90	1.02	1.10	1.10	1.05	0.95
Maraichage	0.35	0.50	0.65	0.75	0.90	0.82	0.80	0.75	0.65	0.50
Melons	0.45	0.58	0.60	0.70	0.80	0.82	0.80	0.75	0.72	0.70
Pomme de terre	0.35	0.45	0.60	0.85	1.10	1.25	1.35	1.35	1.35	1.25
Sorgho grain	0.30	0.50	0.70	0.50	1.10	1.05	0.95	0.80	0.70	0.60
Tomates	0.45	0.45	0.50	0.65	0.85	1.00	1.02	0.95	0.85	0.75

## Annexe 2

### VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS ( Hemisphere Nord )											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.73	0.85	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec feuilles persistantes	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.79	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.60	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.85	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20

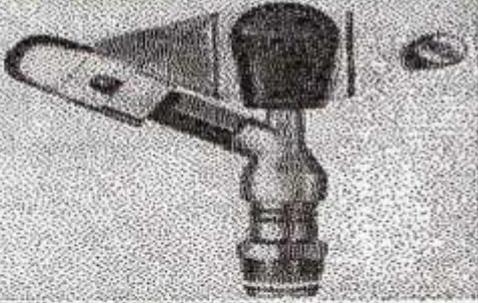
## Annexe 3

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 5



**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 m <sup>3</sup> /h	espacement m		surface irriguée m <sup>2</sup>		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	2,36
	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	3,6
	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

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

# Annexe 6

UNITE TUBE

## GAMME DE PRIX

### TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)  
Selon la Norme ISO 4427

TUBES PEHD : PN 06					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
-	Ø20	-			PE80
13003	Ø25	-	36,28	42,45	PE80
13004	Ø32	-	48,35	58,57	PE80
13009	Ø40	2.0	64,6	76,58	PE80
13012	Ø50	2.4	88,25	114,95	PE80
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49	PE80
13018	Ø75	3.6	226,21	263,48	PE80
13022	Ø90	4.3	296,03	348,35	PE100
13025	Ø110	4.0	357,86	418,70	PE80
13040	Ø125	-	473,08	553,50	PE100
13030	Ø160	5.8	770,95	901,89	PE80
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17	PE100
13050	Ø250	9.1	1 850,00	2 281,5	PE100
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 503,6	PE100
13039	Ø400	14.5	6 134,24	6 907,08	PE100
13061	Ø500	19.1	8 938,13	9 117,61	PE100
13052	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53	PE100

TUBES PEHD : PN 10					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01	PE80
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79	PE80
P3513007	Ø32	2.5	53,48	64,91	PE80
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40	PE80
P3513013	Ø50	3.7	136,28	158,25	PE80
P3513016	Ø63	4.7	209,89	246,34	PE80
P3513019	Ø75	5.6	300,60	351,59	PE80
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14	PE100
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39	PE100
P3513028	Ø125	7.4	660,13	772,35	PE100
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43	PE100
P3513033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,48	PE100
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,18	PE100
P3513041	Ø315	18.7	4 093,87	4 788,47	PE100
P3513038	Ø400	23.7	6 888,74	7 837,63	PE100
P3513043	Ø500	29.7	10 152,81	11 878,44	PE100
P3513048	Ø630	37.4	15 738,78	18 414,38	PE100

TUBES PEHD : PN 16					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
001	Ø20	2.3	32,18	37,88	PE80
003	Ø25	2.8	50,88	58,48	PE80
006	Ø32	3.6	78,61	91,88	PE80
011	Ø40	4.5	120,95	141,51	PE80
014	Ø50	5.6	188,28	220,29	PE80
017	Ø63	7.1	297,95	348,60	PE80
019	Ø75	8.4	407,8	477,13	PE80
04	Ø90	8.2	510,71	597,53	PE100
7	Ø110	10.0	767,19	885,91	PE100
9	Ø125	11.4	987,90	1 132,44	PE100
2	Ø160	14.6	1 660,00	1 826,20	PE100
4	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24	PE100
5	Ø250	22.7	3 815,00	4 463,66	PE100
8	Ø315	28.6	6 850,00	8 044,50	PE100
1	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40	PE100
1	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87	PE100
1	Ø630	57.2	23 123,50	27 064,50	PE100

TUBES PEHD : PN 20					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47	PE100
P3513102	Ø25	3.0	53,28	62,35	PE100
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20	PE80
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94	PE100
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82	PE80
P3513106	Ø63	7.1	338,73	396,31	PE100
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40	PE100
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70	PE100
P3513109	Ø110	12.3	848,86	1 110,17	PE100
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22	PE100
P3513111	Ø160	17.9	1 947,69	2 278,68	PE100
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39	PE100
P3513113	Ø250	27.9	4 848,33	5 670,21	PE100
P3513114	Ø315	35.2	7 588,86	8 875,48	PE100
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74	PE100
P3513034	Ø500	55.8	19 083,81	22 304,66	PE100
-	Ø630	-			PE100

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Rouloaux) de 100 ML.  
Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.  
Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 24 ML.

**SARL K - PLAST**  
Transformation de Plastiques

## Annexe 7

État des Noeuds du Réseau				
ID Noeud	Altitude m	Demande		Pression m
		Base LPS	Charge m	
Noeud n15	968,5	3,47	1005,03	36,53
Noeud n16	967,3	5	1002,21	34,91
Noeud n17	968,3	9,01	1004,79	36,49
Noeud n18	960,8	0	1004,79	43,99
Noeud n19	693,2	9,75	1004,73	311,53
Noeud n20	957	0	1004,73	47,73
Noeud n21	963,1	6,16	1004,72	41,62
Noeud n22	957	0	1004,72	47,72
Noeud n23	958,5	4,14	1004,72	46,22
Noeud n24	955,8	0	1004,72	48,92
Noeud n25	967	12,08	1004,86	37,86
Noeud n26	966,5	0	1004,86	38,36
Noeud 2	964	0	1004,97	40,97
Noeud 4	967,5	4,14	1004,97	37,47
Bâche 3	973	Sans Valeur	973	0