



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Irrigation et Drainage

**THEME :**

**Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre de  
Mitidja centre DR11  
à partir de la conduite de transfert de Hamam Louan-Douéra**

**Présenté par :**

**HAMAM Rachid**

**Devant les membres du jury**

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MEDDI Mohamed	Professeur	Président
YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examineur
SAIL Nadhira	M.A.A	Examinatrice
SAADOUNE Samra	M.C.B	Promotrice

Session - 2020

## ملخص:

في إطار عملية تطوير المحيط المائي الزراعي لمنطقة سهل متيجة وسط ، قمنا بدراسة أبعاد محيط الري لقطاع الدويرة 11 الفرعي الذي يتم تزوده من سد دويرة. تبلغ مساحة المحيط المدروس 1609 هكتار مع شبكة ري مصممة لزراعة الأشجار. تم اختيار هذه المحاصيل وفقاً لخصائص التربة والمعايير الزراعية المختلفة للمنطقة. الهدف هو جلب مياه الري اللازمة إلى الأرض من أجل زيادة العائد الزراعي ، من خلال إدارة واستخدام أفضل للموارد المائية. بالإضافة إلى ذلك ، تم تحديد أبعاد شبكة إمدادات المياه وتوزيعها وتجهيز الأراضي بأنظمة ري حديثة مثل أنظمة الري بالرش والتقطير ، من أجل الحفاظ على المياه وزيادة غلة المحاصيل

### Résumé :

Dans le cadre de l'opération d'aménagement du périmètre hydro-agricole de la région de la plaine de Mitidja Centre, nous avons étudié le dimensionnement du périmètre d'irrigation du sous-secteur Douira 11 qui est alimenté à partir du barrage de Douira .

Le périmètre étudié est d'une superficie de 1609 ha, avec un réseau d'irrigation destiné à la culture arboricole. Ces cultures ont été choisies par rapport aux caractéristiques du sol et les différents paramètres agronomiques de la région.

L'objectif est d'amener l'eau d'irrigation nécessaire aux terres afin d'augmenter le rendement agricole, par une meilleure gestion et utilisation des ressources en eau

De plus on a aussi dimensionné un réseau d'adduction et de distribution, et on a équipé les parcelles par des systèmes d'irrigation moderne telles que le système d'aspersion et le système goutte à goutte, dans le but de conserver l'eau et d'augmenter le rendement des cultures.

### Abstract :

As a part of the operation of development of the hydro-agricultural perimeter of the region of the plain of Mitidja Centre, we studied the dimensioning of the irrigation perimeter of the Douira 11 sub-sector which is fed from the Douira dam .

The studied perimeter has a surface area of 1609 ha, with an irrigation network designed for tree cultivation. These crops were chosen in relation to the characteristics of the soil and the different agronomic parameters of the region.

The objective is to bring the necessary irrigation water to the land in order to increase the agricultural yield, through a better management and use of water resources.

In addition, a water supply and distribution network has been dimensioned and the plots have been equipped with modern irrigation systems such as sprinkler and drip systems, in order to conserve water and increase crop yields.

# Table des matières

Introduction générale .....	1
<b>Chapitre I : Présentation de la zone .....</b>	<b>1</b>
Introduction .....	1
I.1.1 Présentation du périmètre de la Mitidja centre tranche I.....	1
I.1.2 Géologie régionale : .....	2
I.1.3 Caractéristiques naturelles : .....	3
I.2 Indices agro-météorologiques.....	5
I.2.1 Classification du climat selon l'indice de De Martone .....	5
I.2.2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger .....	6
I.2.3 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen.....	7
Conclusion : .....	7
<b>Chapitre II : Ressource de sol .....</b>	<b>8</b>
Introduction .....	8
II.1 Le but de la pédologie .....	8
II.2 Classification des sols.....	8
II.3 Les caractéristiques physiques des sols .....	9
II.3.1 Le profil pédologique : .....	9
II.3.2 Description morphologique des profils : .....	9
II.3.3 Etude foncière .....	12
II.4 Aptitudes culturales .....	13
II.4.1 Climat .....	13
II.4.2 Sol.....	13
II.4.3 Qualités des eaux d'irrigation .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Conclusion : .....	13
<b>Chapitre III : Ressources en eau-Hydrologie .....</b>	<b>14</b>
III.1 Ressource en eau : .....	14
III.1.1 Barrage de Douéra.....	14
III.1.2 Les eaux souterraines .....	14
III.2 Qualités des eaux d'irrigation.....	15
III.2.1 La salinité.....	16
III.2.2 La conductivité électrique.....	16
III.2.3 Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	16
III.3 Caractéristique des eaux d'irrigation .....	17
III.4 Etude hydrologique .....	18
III.4.1 Traitement des données pluviométriques .....	18
III.4.2 Présentation de la série pluviométrique.....	18

III.5	Etude statistique des précipitations.....	19
III.5.1	Etude de l'homogénéisation de La série pluviométrique: .....	19
III.6	Ajustement statistique des pluies.....	21
III.6.1	Ajustement des pluies annuelles a la loi de Gauss ou loi normale : .....	21
III.6.2	Ajustement des pluies annuelles a la loi log normale : .....	25
III.6.3	Test de validité d'un ajustement : .....	28
III.7	Détermination de l'année de calcul : .....	29
	Conclusion .....	29
<b>Chapitre IV</b>	<b>Besoins en eau des cultures .....</b>	<b>30</b>
	Introduction :.....	30
IV.1	Besoins en eau des cultures :.....	30
IV.1.1	Calcul de l'évapotranspiration : .....	30
IV.1.2	Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET <sub>0</sub> ).....	30
IV.1.3	Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) : .....	32
IV.2	Besoins en eau d'irrigation.....	32
IV.2.1	Détermination de la pluie efficace .....	33
IV.2.2	Choix des cultures .....	33
IV.2.3	Identification des principaux types d'assolement .....	35
IV.2.4	Avantages de la rotation des cultures .....	36
IV.2.5	Cycle végétatif des cultures .....	36
IV.3	Calcul des besoins en eau des cultures .....	36
IV.3.1	Calcul du débit spécifique .....	53
IV.3.2	Evaluation du débit caractéristique .....	53
IV.3.3	Estimation des volumes d'eau d'irrigation .....	53
	Conclusion : .....	55
<b>Chapitre V</b>	<b>Etude du système d'adduction et distribution .....</b>	<b>56</b>
	Introduction.....	56
V.1	Type d'adduction.....	56
V.1.1	Adduction gravitaire.....	56
V.1.2	Adduction par refoulement .....	56
V.1.3	Adduction par mixte.....	56
V.2	Ilots et bornes d'irrigation : .....	57
V.2.1	Rôle et fonction de la borne d'irrigation : .....	57
V.2.2	Calcul hydraulique aux bornes :.....	57
V.2.3	Choix du diamètre et du type des bornes :.....	57
V.3	Station de pompage .....	66
V.3.1	La station de pompage DRI .....	66

V.3.2	Fonctionnement de la pompe .....	66
V.3.3	Choix du type de pompe .....	66
V.3.4	Choix du nombre de pompes .....	66
V.3.5	Choix du nombre de pompes de secours .....	67
V.3.6	Courbe caractéristiques de la pompe .....	67
V.3.7	Description de la pompe .....	68
V.4	Dimensionnement du réseau de distribution.....	68
V.4.1	Choix du matériau des conduites .....	69
V.4.2	Caractéristiques des canalisations .....	69
V.4.3	Choix du matériau .....	70
V.4.4	Points spéciaux d'une conduite.....	70
V.5	Pièces spéciales .....	77
V.5.1	Vannes de sectionnement .....	77
V.5.2	Ventouses.....	77
V.5.3	Vidange.....	77
	Conclusion .....	78
	<b>Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation.....</b>	<b>79</b>
	Introduction.....	79
VI.1	Choix des techniques d'irrigation :.....	79
VI.2	Les différentes techniques d'arrosages :.....	79
VI.2.1	Irrigation gravitaire : .....	79
VI.2.2	L'irrigation par aspersion : .....	81
VI.2.3	L'irrigation localisée (Goutte à Goutte) : .....	82
VI.3	Choix de la technique d'arrosage : .....	82
	Conclusion : .....	83
	<b>Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle .....</b>	<b>84</b>
	Introduction.....	84
VII.1	Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion.....	84
VII.1.1	Données générales .....	84
VII.1.2	Dimensionnement théorique .....	85
VII.1.3	Dimensionnement hydraulique des rampes .....	87
VII.1.4	Calcul de la pression en tête du réseau .....	88
VII.2	Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte .....	89
VII.2.1	Données générales : .....	89
VII.2.2	Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée .....	89
VII.2.3	Calculs hydrauliques.....	92
VII.2.4	Dimensionnement des canalisations du réseau .....	93

VII.2.5	Vérification des pertes de charges .....	94
VII.2.6	Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge.....	95
VII.2.7	Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge .....	95
VII.3	Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.....	96
VII.3.1	La pression d'eau a la borne de distribution .....	96
	Conclusion .....	97
<b>Chapitre VIII</b>	<b>: Calcul technico-économique.....</b>	<b>98</b>
	Introduction.....	98
VIII.1	Les différents travaux à entreprendre .....	98
VIII.1.1	Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution .....	98
VIII.1.2	Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution .....	99
VIII.2	Evaluation du cout de projet.....	100
VIII.2.1	Dépense des travaux : .....	100
VIII.3	Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de la distribution.....	101
VIII.3.1	Calcul du volume de déblai.....	101
VIII.3.2	Calcul du volume du lit de sable .....	101
VIII.3.3	Calcul du volume de remblai.....	101
VIII.4	Estimation du cout du projet .....	102
VIII.4.1	Estimation du cout de pose de canalisation.....	102
VIII.4.2	Estimation du cout du réseau de distribution .....	102
VIII.4.3	Estimation du cout du réservoir.....	105
VIII.5	Devis estimatif du projet .....	105
VIII.6	Devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisé .....	105
	Conclusion .....	106
	Conclusion générales.....	107

## Liste des tableaux

Tableau I.1 Températures moyenne mensuelles (1998-2018) .....	3
Tableau I.2 Vitesse moyenne mensuelle des vents (1998-2018) .....	4
Tableau I.3 Moyenne mensuelle de l'évaporation (1998-2018) .....	4
Tableau I.4 Insolation moyenne (1998-2018) .....	4
Tableau I.5 Moyenne mensuelle de l'humidité relative .....	4
Tableau I.6 Précipitations mensuelles de la station de somaa (1983 - 2018) .....	5
Tableau I.7 Caractéristiques climatiques .....	5
Tableau II.1 Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1 .....	10
Tableau II.2 Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2 .....	11
Tableau II.3 Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique .....	12
Tableau II.4 Répartition de la superficie de Mitidja centre tranche I par statut juridique .....	12
Tableau III.1 Caractéristiques des eaux d'irrigation .....	17
Tableau III.2 Pluie moyenne mensuelle observé de la station de Soumaa .....	19
Tableau III.3 Test de Wilcoxon de la station de Soumaa .....	20
Tableau III.4 Ajustement à la loi normale .....	22
Tableau III.5 Les résultats de l'ajustement selon la loi de GAUSS .....	22
Tableau III.6 Ajustement à la loi log normal .....	25
Tableau III.7 Les résultats de l'ajustement selon la loi Log Normal .....	25
Tableau III.8 Test de validité de l'ajustement .....	28
Tableau III.9 Précipitations mensuelles de l'année sèche .....	29
Tableau IV.1 Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0 .....	32
Tableau IV.2 Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm .....	33
Tableau IV.3 Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre ...	34
Tableau IV.4 La gamme des cultures proposée .....	34
Tableau IV.5 Les assolements proposés .....	35
Tableau IV.6 Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés .....	36
Tableau IV.7 Calcul des besoins en eau du blé .....	37
Tableau IV.8 Calcul des besoins en eau du haricot vert .....	38
Tableau IV.9 Calcul des besoins en eau du chou .....	39
Tableau IV.10 Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (été) .....	40
Tableau IV.11 Calcul des besoins en eau de la betterave sucrière .....	41
Tableau IV.12 Calcul des besoins en eau de la tomate .....	42
Tableau IV.13 Calcul des besoins en eau d'aubergine .....	43
Tableau IV.14 Calcul des besoins en eau de la carotte .....	45
Tableau IV.15 Calcul des besoins en eau de l'oignon vert .....	46
Tableau IV.16 Calcule des besoins en eau de l'ail .....	47
Tableau IV.17 Calcule des besoins en eau de poivron .....	48
Tableau IV.18 Calcul des besoins en eau des pêcher .....	49
Tableau IV.19 Calcul des besoins en eau des abricotiers .....	50
Tableau IV.20 Calcul des besoins en eau des agrumes .....	51
Tableau IV.21 Résultat des besoins d'irrigation .....	52

Tableau IV.22 Estimation de volume total d'irrigation.....	54
Tableau V.1 Type de bornes en fonction de superficies des ilots .....	57
Tableau V.2 Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes .....	65
Tableau V.3 Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre .....	67
Tableau V.4 Les paramètres de perte de charge .....	69
Tableau V.5 Dimensionnement du réseau de distribution.....	76
Tableau V.6 Choix de la ventouse.....	77
Tableau V.7 Choix de la vidange .....	77
Tableau VI.1 Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	82
Tableau VII.1 Résultat du calcul pratique d'aspersion .....	88
Tableau VII.2 Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.....	96
Tableau VII.3 Tableau récapitulatif .....	96
Tableau VIII.1 Calcul du volume du déblai.....	101
Tableau VIII.2 Calcul du volume du lit de sable .....	101
Tableau VIII.3 Calcul du volume de remblai .....	102
Tableau VIII.4 Estimation du cout de pose de la conduite d'adduction .....	102
Tableau VIII.5 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution .....	102
Tableau VIII.6 Estimation des équipements hydrotechniques.....	103
Tableau VIII.7 Estimation des raccordements .....	104
Tableau VIII.8 Estimation du cout du réservoir.....	105
Tableau VIII.9 Equipements internes des parcelles d'irrigation aspersion.....	105
Tableau VIII.10 Equipements internes des parcelles d'irrigation localisé.....	105

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> Situation géographique de la wilaya de Blida .....	1
<b>Figure I.2</b> Limites des Secteurs de la Mitidja centre. Source : ONID.....	2
<b>Figure I.3</b> Diagramme bioclimatique d'EMBERGER .....	6
<b>Figure I.4</b> Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	7
<b>Figure III.1</b> Alimentation en eau du périmètre de la Mitidja centre tranche I.....	15
<b>Figure III.2</b> Diagramme de classification des eaux d'irrigation .....	17
<b>Figure III.3</b> Code de la station de Soumaa .....	18
<b>Figure III.4</b> Ajustement à la loi normale par HYFRAN .....	24
<b>Figure III.5</b> Ajustement à la loi normale par LE RStudio.....	24
<b>Figure III.6</b> Ajustement à la loi Log normale par HYFRAN .....	27
<b>Figure III.7</b> Ajustement à la loi log normale par le RStudio .....	28
<b>Figure V.1</b> Courbes caractéristiques de la pompe .....	67
<b>Figure VI.1</b> Systèmes d'irrigation (AQUAG à Marrakech) .....	80
<b>Figure VIII.1</b> Schéma d'une tranchée.....	99

## Introduction générale

L'agriculture, une activité traditionnelle et fondamentalement vitale, est à l'origine de l'émergence des civilisations et donc du développement qui s'en est suivi. Elle s'était développée là où les conditions hydro-pédologiques étaient naturellement aptes à la culture. Ainsi les anciens peuples se sont sédentarisés en pratiquant l'irrigation pour subvenir à leurs besoins vitaux de plus en plus croissants et se prémunir des éventuelles années de « vaches maigres ».

Aujourd'hui, la sécheresse qui a commencé à sévir depuis plusieurs décennies (Les années 80) et une pluviométrie capricieuse rendent le problème de l'eau particulièrement difficile.

En effet, les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement, au détriment de l'agriculture.

La situation de l'agriculture en Algérie reste très délicate, la production agricole est étroitement liée à l'intensification de l'agriculture qui ne peut se faire qu'à partir des systèmes d'irrigation modernes.

Une grande partie de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau pour permettre des cultures sensibles ou délicates. Le développement de l'agriculture est encore loin et va dépendre de la réalisation d'infrastructures hydrauliques, du renouvellement des populations agricoles et de la gestion des secteurs agricoles.

Le développement nécessite la mise en valeur du potentiel hydraulique, ainsi qu'une politique et une planification des ressources en eau de toutes les infrastructures de mobilisation de l'eau (barrages, réseaux d'irrigation et l'épuration des eaux usées...).

Le présent travail a pour objectif l'aménagement hydro-agricole des plaines de mitidja tout en permettant de réaliser les transformations nécessaires pour irriguer la zone délimitée avec l'eau provenant du barrage de «**DOUIRA**».

Ainsi, afin de répondre à cet objectif, une étude détaillée du relief et de la pédologie du site sera détaillée dans les chapitres 1 et 2, l'analyse des ressources en eau et les besoins en eau des cultures sera détaillée dans les chapitres 3 et 4.

## Chapitre I : Présentation de la zone

### Introduction

La wilaya de blida est située au nord de l'Algérie localisée entre les longitudes  $2^{\circ} 48' 2.044''$  E et les latitudes  $36^{\circ} 28' 47.526''$  N, d'une superficie de 1 479 km<sup>2</sup> répartie sur 25 communes elle est délimité par

- au nord, par les wilayas de Alger et de Tipaza ;
- à l'est, par les wilayas de Boumerdès et de Bouira ;
- au sud, par la Médéa et de Aïn Defla



Figure I.1 Situation géographique de la wilaya de Blida

#### I.1.1 Présentation du périmètre de la Mitidja centre tranche I

Le périmètre d'irrigation de la Mitidja centre tranche I est limité au sud par le périmètre de la Mitidja centre tranche II et au Nord par le Sahel, bande collinaire de quelques kilomètres de large qui borde la mer Méditerranée et sur laquelle est située la ville d'Alger. Il occupe les deux Wilaya d'Alger et Blida, et décomposé en deux secteurs DR1 et DR2 (figure I.2) :

- Secteur DR1 : d'une superficie de 3.332 ha est situé dans au Sud de la Wilaya de Blida à environ 50 km d'Alger.
- Secteur DR2 : d'une superficie de 3.758 ha est situé à l'Est de la Wilaya de Blida à environ 25 km d'Alger.
- Périmètre de la Mitidja centre tranche II : qui contient 2 secteurs DR3 (6550 ha) et DR4 (3540 ha).

## II. Limites de dr11

- À l'Est par DR12
- À l'Ouest par BEN Khalil
- Au Nord Dr21-Boufarik

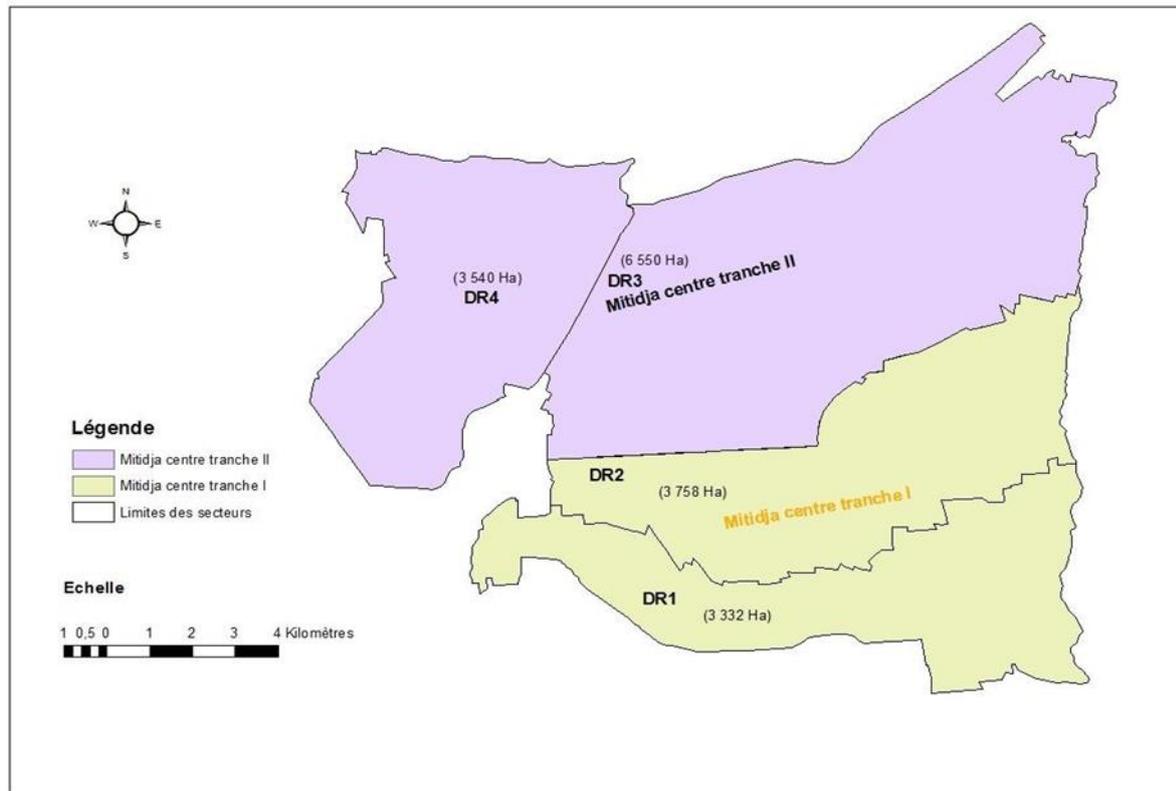
Et au sud SOUMAA-Bouinane

Notre perimetre se situe entre les longitudes X1= 490000

et X2= 505000

Et les latitudes Y1 = 4045000

et Y2=4050000



**Figure II.1** Limites des Secteurs de la Mitidja centre (ONID 2013)

### II.1.1 Géologie régionale :

De point de vue géologique, la Mitidja pouvait être considérée comme une région synclinale bordée par deux anticlinaux. Actuellement cette région ne fonctionne plus comme synclinal, elle a été comblée par des limons des éléments rocheux portés par l'érosion de la chaîne Atlasique à l'aide des torrents.

Dans la constitution géologique de la Mitidja, il a été trouvé :

- **Le pliocène marin :**

Formant la bande du sahel et servant de bordure à l'ancien massif.

Il comprend une couche puissante de marne bleue par fois sableux et la série de L' Astien (marne jaune, faciès gréseux, calcaire gréseux).

- **Quaternaire marin :**

Il est localisé sur le versant Nord du sahel, et il forme une dépression Mitidjienne entre Alger et Bordj El-bahri.

- **Quaternaire continental :**

Il est divisé en cinq :

- **Villafranchien supérieur :** ce sont des graviers siliceux fluviatiles et des graviers de grés crétacés mélangés à une argile rougeâtre situés de 100 m jusqu'à 300 m d'altitude ;
- **Quaternaire ancien :** il se trouve sous forme de répliques sur les bordures en terrasses du sahel, échelonné entre 50 et 150 m au-dessus des oueds caillouteux ;

- **Quaternaire moyen** : ce sont les terrasses qui s'étagent entre 8 à 30 m au-dessus des oueds, les alluvions constituent la moyenne partie du piedmont de L'Atlas et forment un bourrelet typique à la limite du sahel et de la plaine ;
- **Quaternaire récent** : ces alluvions forment le dernier comblement de la Mitidja ; ils correspondent au rhabien (terrasses de 5 m), ce sont des limons gréseux, des limons argileux, des limons, des limons sableux, des limons caillouteux, et des cailloux grossiers ;
- **Quaternaire actuel** : il est limité aux lits mineurs et majeurs des oueds ; cailloutis fluviaux à galets roulés plats, blocs volumineux et des plages de limons principales.

## II.1.2 Caractéristiques naturelles (station de Soumaa) :

### II.1.2.1 Paramètres climatiques :

#### ❖ Température :

**Tableau II.1** Températures moyenne mensuelles (1998-2018)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>T<sub>min</sub> °C</b>	10,2	9,8	8,6	13,4	15,7	17,1	23,1	25	21,5	18,4	15,4	3
<b>T<sub>max</sub> °C</b>	17,5	17,2	22,8	21,3	26,7	31	32,6	36,3	31,3	28,6	21	20,3
<b>T<sub>moy</sub> °C</b>	13,6	13,9	15,9	17,4	21	25,7	28,8	29,5	26	22,2	17,8	14,7

**Source (A.N.R.H, 2018)**

Il en résulte du tableau I.1 :

- Le minima absolu est de 3°C pour les mois de décembre, janvier, le maxima absolu est de 42 °C pour le mois d'aout ;
- La moyenne mensuelle du mois le plus froid est de 13,6°C et celle du mois le plus chaud est de 29,5°C elle correspond respectivement aux mois de Janvier et Août.

Sur le périmètre, la température moyenne annuelle est de 20,54°C.

#### ○ Vent :

L'étude des vents est indispensable pour la réalisation des ouvrages d'art et dans le domaine de l'irrigation, il convient de connaître leur répartition mensuelle, leur vitesse et leur fréquence sans pour autant négliger leur direction.

Les vents dominants sont ceux qui soufflent du N.E et de l'Ouest, Le maximum des forces des vents se situe au cours de l'hiver pour cette raison on doit utiliser des brises vent. Le minimum se situe aux mois d'été.

La répartition moyenne mensuelle de la vitesse des vents est donnée dans le tableau I.2.

**Tableau II.2** Vitesse moyenne mensuelle des vents (1998-2018)

Mois	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov.	Déc
V (m/s)	3,0	3,1	2,9	3,1	2,8	3,0	3,2	3,1	2,5	2,3	2,5	3,7

Source (ONID, 2018)

Il en résulte du tableau II.2 que la vitesse moyenne annuelle des vents varie de 2,5 à 3 m/s, le maximum est de l'ordre de 4 m/s.

- **Evaporation :**

La répartition moyenne mensuelle de l'évaporation des vents est donnée dans le tableau I.3

**Tableau II.3** Moyenne mensuelle de l'évaporation (1998-2018)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
Evap (mm)	59,0	54,1	70,5	86,6	100,7	134,1	154,8	153,7	117,1	98,0	73,1	61,9	96,97

Source (ANRH, 2018)

L'évaporation atteint son maximum au mois de juillet (**154,8 mm**), par contre au mois de février elle est à son minimum (**54,1 mm**), sa valeur moyenne interannuelle est de (**96,97 mm**).

- **Insolation :**

La répartition moyenne mensuelle de l'insolation est donnée dans le tableau I.4.

**Tableau II.4** Insolation moyenne (1998-2018)

Mois	Jan.	Févr.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Moy	304,1	307,8	360,4	386,1	428,6	433,5	447,5	425,5	379,2	357,7	313,9	303,2

Source (ANRH, 2018)

De ce tableau on tire on valeur moyenne d'insolation de 370.6 on remarque que ce paramètre dépend de la saison, en été il est de plus grande valeur qu'en période hivernale

- **Humidité relative :**

La répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative est donnée dans le tableau I.5.

**Tableau II.5** Moyenne mensuelle de l'humidité relative

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Hr (%)	76,2	76,2	72,9	70,9	70,3	66,6	63	70,2	68,6	70	73,2	79,4

Source (ANRH, 2018)

L'état hygrométrique de l'air est mesuré 3 fois dans la journée 7 h, 13 h, 17 h, la moyenne annuelle est de 71,5 %.

- **Pluviométrie**

Le régime pluviométrique est irrégulier en quantité et en intensité, les vents froids d'hiver et de printemps provenant du nord et nord-ouest influent sur les périodes de pluviosité et exercent une action sur la réserve hydrique du sol. Les pluies annuelles moyennes sont de 645,36mm/an.

L'observation des précipitations moyennes mensuelles de 1983 à 2018 indiquent une instabilité du niveau des précipitations pour chaque mois durant la période considérée. D'après le tableau, on remarque que le mois de Mai est le mois le 87 % des précipitations tombent durant les mois d'automne, d'hiver et de printemps tandis que la saison estivale se constitue que 13% des précipitation totales annuelles. On peut également constater que dès l'automne, les premières précipitations orageuses font leur apparition.

**Tableau II.6** Précipitations mensuelles de la station de somaa (1983 - 2018)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pluies (mm)	24,70	52,93	81,71	97,57	100,03	78,65	72,02	66,85	52,03	9,05	2,9	6,88

## II.2 Indices agro-météorologiques

### II.2.1 Classification du climat selon l'indice de De Martone

Le type de la zone climatique est déterminé à partir des données climatiques citées antérieurement, introduits à la formule de « De Martone ».

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

Avec :

$I$  : Indice d'aridité ;

$P$  : Pluviométrie annuelle en mm ;

$T$  : Température moyenne annuelle de l'air en °C.

AN :

$$I = \frac{645,36}{20,54 + 10}$$

$$I = 21,13$$

Les limites des zones climatiques d'après l'indice de « De Martonne » sont données dans le tableau suivant :

**Tableau II.7** Caractéristiques climatiques

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat
$I < 5$	Désertique
$5 < I < 10$	Très sec (aride)
$10 < I < 20$	Sec (semi-aride)
$20 < I < 30$	Relativement humide (sub-humide)
$I > 30$	Humide

Source: Bulletin n°24 FAO.

Au vu des valeurs de l'indice d'aridité obtenues, à partir de la formule « De Martone », le périmètre DR11 dont fait objet cette étude, se trouve dans l'étage bioclimatique relativement humide (sub-humide).

## II.2.2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique ou indice climatique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne, il s'exprime comme suit :

$$Q = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m}$$

Avec :

$Q$  : Coefficient pluviométrique d'Emberger.

$P$  : Précipitation moyenne annuelle (mm).

$M$  : Température maximale maximale du mois le plus chaud (Kelvin).

$m$  : Température minimale du mois le plus froid (Kelvin).

AN :

$P = 654,36 \text{ mm}$

$M = 36,3^\circ\text{C}$

$m = 3^\circ\text{C}$

En remplaçant dans (I.2), on aura :

$$Q = 67,15 \text{ mm}$$

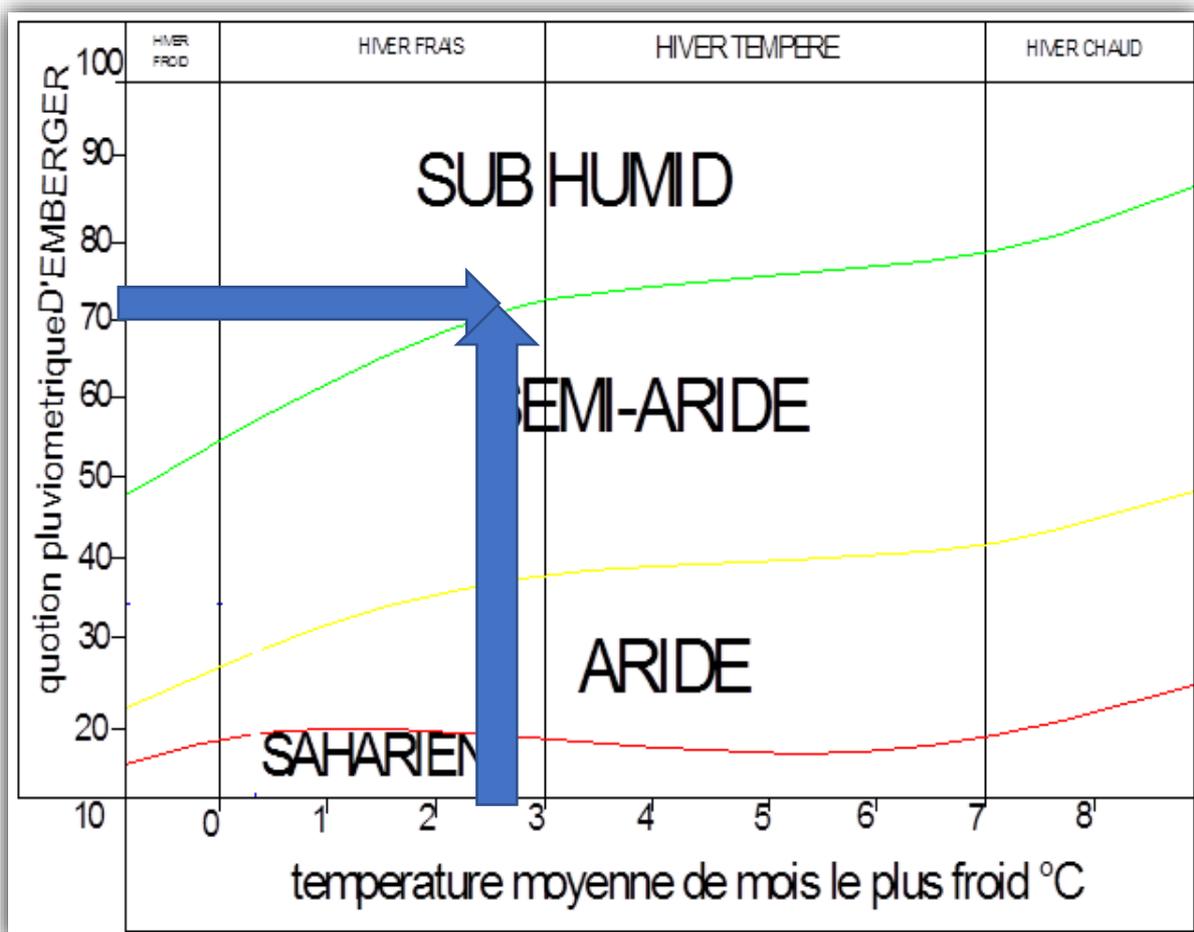


Figure II.2 Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER on peut dire que le climat de notre région est un climat sub humide

### II.2.3 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausсен

L'aridité est un phénomène climatique impliquant une pluviométrie faible, Dans les régions dites arides, les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle (notée ETP).

Selon Henry Gausсен une période donnée est dite aride si :  $P < 2 \times T$

Le diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche, Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les points d'interactions des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

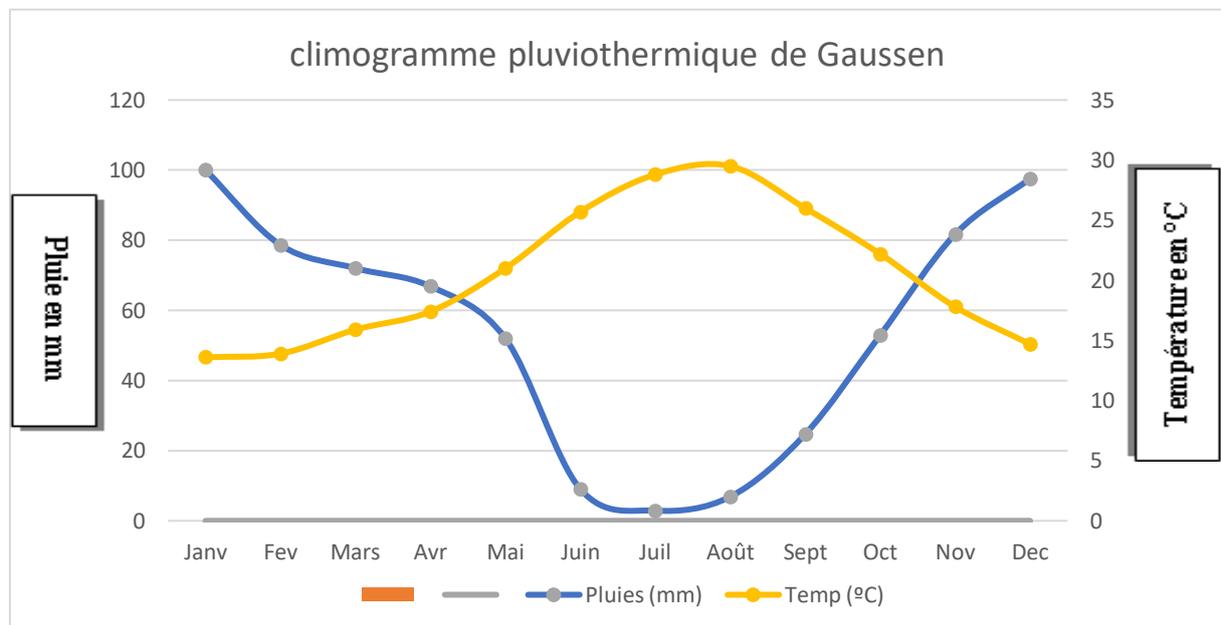


Figure II.3 Diagramme ombrothermique de Gausсен

Description du graphe :

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison ; donc :

- La saison humide est de (6) mois allant du mois novembre jusqu'au mois d'avril.
- La saison sèche est plus marquée, s'étalé sur 6) mois, allant du mois de mai jusqu'au fin de mois d'octobre.

### Conclusion :

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

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

# I Chapitre II Ressources en sol

## Introduction

La pédologie est la science qui étudie la genèse « la formation » et l'évolution d'un sol sous l'action du milieu 'climat, activité biologique, végétation etc...'

C'est grâce à la pédologie que l'on peut connaître précisément les contraintes et les atouts des sols « aptitudes des sols aux cultures, fertilité naturelle » en plus des facteurs climatiques permettant de raisonner certains aménagements afin de préserver l'équilibre écologique.

L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre 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 ;
- La bonne connaissance des sols permet le bon choix des cultures.

### III.1 Le but de la pédologie

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles ;
- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer ;
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion, goutte à goutte, submersion) ;
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système (sol- culture) pratiqué. Ceci nécessite une connaissance approfondie des sols à l'échelle de la parcelle d'exploitation agricole. Il s'agit en effet pour l'irrigant d'économiser l'eau et d'adapter les apports aux besoins de la plante. Mais il faut aussi protéger les eaux des nappes phréatiques et du réseau hydrographique contre les risques de pollution.

### III.2 Classification des sols

Selon la classification (CPCS), les sols de la plaine de la Mitidja se rangent essentiellement dans six classes : sols minéraux bruts, sols peu évolués, vertisols, sols à sesquioxydes de fer, sols calcimagnésiques et les sols hydromorphes.

- **Sols minéraux bruts**

Les sols minéraux bruts s'observent sur des roches qui n'ont pas subi d'évolution pédologique, par contre la fragmentation et la distribution mécanique du matériel peuvent être poussées.

Dans la plaine de la Mitidja les sols sont définis comme non climatiques, car ils résultent d'un matériel, soit récemment érodé, soit d'apport récent, deux groupes de sols minéraux bruts sont distingués.

- **Sols peu évolués**

Ce sont des sols de profils AC formés d'un horizon humifère, reposent sur un matériau fragmenté mais peu altéré.

- **Sols à sesquioxydes de fer**

Les sols de cette classe sont formés sous un climat de type méditerranéen. Ils sont représentés en Mitidja par les sols rouges. De profil A B C, ils sont très vivement colorés et développés sur les matériaux rubéfiés du soltanien. Ils couvrent une superficie importante.

- **Sols calcimagnésiques**

Les sols carbonatés n'occupent qu'une très faible superficie. Les sols de cette classe sont déterminés par l'importance physico-chimique des alcalino-terreux. Dans l'horizon A, la matière organique est fortement liée aux éléments minéraux et forme avec eux un complexe très stable. Ce complexe est saturé à plus de 90% par le calcium et le magnésium.

- **Sols hydromorphes**

Ce sont des sols dont les caractères sont liés à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau, cet excès d'eau peut être dû, soit à la présence ou à la montée de la nappe phréatique, soit au manque d'infiltration des eaux de pluie.

### III.3 Les caractéristiques physiques des sols

Le sol est caractérisé par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement en fonction à la fois de la structure et de la texture du sol.

#### III.3.1 Le profil pédologique :

Le profil pédologique permet de caractériser en temps réel de l'état d'un sol, à partir d'une observation visuelle, complétée par quelques déterminations analytiques en tenant compte de l'environnement.

L'examen du profil pédologique permet de découvrir la succession des couches ou l'horizon expliquant la formation et évolution du sol, sa pédogenèse permet de classer le sol d'après son type pédologique. Les profils décrits et analysés ont été réalisés par l'ANRH (2005).

#### III.3.2 Description morphologique des profils :

##### Profil n°1

- Coordonnées Lambert : X=527,1 Y=363,4 Z= 60m
- Topographie : plane
- Utilisation du sol : agrumes 15 ans

- Drainage externe : nul
- Erosion : nulle
- Microrelief : Uni plat
- Aptitude : bonne
- Roche mère : alluvions rharbiennes calcaires
- Classification : sols peu évolués d'apport alluvial modal

**Description des horizons :**

- **0-30 Cm** : Texture argilo-limounouse -structure polyedrique tres grossiere , sous-structure polyedrique grossiere – porosite moyenne a bonne – couleur 10 YR 4/3
- **30-90 Cm** : Texture argilo-limounouse -structure polyedrique tres grossiere a tendance massive – porosite faible a moyenne, couleur 10 YR 4/3
- **90 – 140 Cm** : Texture argilo-limounouse -structure polyedrique grossiere, porosite moyenne, couleur 10 YR 4/3
- **140 cm ou plus** : Texture argilo-limounouse -structure fondue – porosite moyenne , couleur 10 YR 5/6

**Tableau III.1** Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1

Profondeur (cm)		0 - 30	30- 90	90- 140	>140
	Argile %	43	45	49	41
	Limons fin %	35	37	34	37
	Limons grossier %	8	8	8	9
	Sables fins	5	5	5	7
	Sables grossiers %	4	1	1	2
	C%	9	7,4	5,4	4,3
	MO%	1,5	1,3	0,9	0,7
	N%	1,2	1	0,9	0,6
	C/N	7,5	7,2	6,3	7,1
CoC03 %		18	18	13	22
Calcaire actif %		11	11	13	14
Ph		7,9	7,9	8	7,9
CE dS/m		0,5	0,8	0,9	1
	Ca	23,7	23,7	23,7	19,5
	Mg	3,1	2,3	2,1	1,6
	K	0,32	0,26	0,26	0,26
	Na	0,43	0,53	0,65	1,1
	S	-	-	-	-
	T	26	22	26	14
	s/t	-	-	-	-
P2o5 assimilable (ppm)		16	-	-	-
K assimilable cmol/kg		3,9	4,7	1,8	1,2

**Profil n°2**

- Coordonnées Lambert : X=521,3 Y=362,8 Z= 60m
- Topographie : plane
- Utilisation du sol : vigne
- Drainage externe : nul
- Erosion : nulle
- Microrelief : Uni plat
- Aptitude : bonne
- Roche mère : alluvions rherbiennes non celcelres
- Classification : sols peu évolués d'apport alluviel legerement hydromorphe a 80 cm

**Description des horizons :**

- **0-40 cm:** texture limono-argileuse a argilo-limonouse ,structure fendue se debitant en eclats, porosite moyenn a bonne ,couleur 10 YR 3/2
- **40-80 cm :** texture argilo-limonouse , structure fendue quelques fentes deretrait peu larges , porosite moyenne , couleur 10 YR 3/2
- **80-150 cm :** texture argilo-limonouse , structure fondue se debitant en eclats , quelques taches d hydromorphie , porosite moyenne , couleur 10 YR 3/2
- **>150 cm :** texture limono-argileuse, structure fondue , sous structure tendance polyedrique moyenne peu stable , taches d hydromorphie , porosite moyenne a faible , couleur 2,5 Y 5/4

**Tableau III.2** Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2

Profondeur (cm)		0 - 40	40- 80	80- 150	>150
	Argile %	32	36	33	31
	Limons fin %	41	39	36	37
	Limons grossier %	17	14	15	15
	Sables fins	8	6	7	6
	Sables grossiers %	4	3	3	2
	C%	8,3	7,5	5,6	2,9
	MO%	1,4	1,3	0,8	0,5
	N%	--	--	--	--
	C/N	--	--	--	--
CoC03 %		0,2	0,7	0,4	0,1
Calcaire actif %		--	--	--	--
Ph		7,4	8	7,6	7,5
CE dS/m		0,7	0,5	0,8	0,9
	Ca	22	22	22	17
	Mg	1,7	2,4	2,9	2,4
	K	0,28	0,28	0,28	0,28
	Na	0,7	0,8	0,7	0,8
	S	-	-	-	-

	T	19	16	11	7
	s/t	-	-	-	-
P2o5 assimilable (ppm)		16	-	-	-
K assimilable cmol/kg		3,9	4,7	1,8	1,2

### Interprétation :

D'après les profils, le sol est de texture argileux-limoneuse à limoneux-argileuse, et faible en matières organiques, avec une salinité moyenne. Cependant, le taux de calcaire est moyen. Les capacités de rétention en eau des sols sont bonnes 25 à 30%.

A l'aide du résultat de l'analyse granulométrique de notre sol de la parcelle d'étude les propriétés hydrodynamiques sont représentées sur le tableau suivant :

**Tableau III.3** Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique

Caractéristiques	Hcc (%)	HPF (%)	Porosité (%)	Hcc- HPF (%)	RU mm/m
Horizon (cm)					
0-30	22	10	44	10	140
30-60	18	10	42	8	120
60-90	22	10	44	10	140

### III.3.3 Etude foncière

L'étude d'enquête foncière menée dans le cadre du projet nous a permis d'établir la structure foncière de la zone d'étude. Le tableau ci-dessous représente la distribution du foncier à la zone d'étude par le secteur public et privé.

**Tableau III.4** Répartition de la superficie de Mitidja centre tranche I par statut juridique

Désignation	DR1	DR2
SAU brute		
EAC	2912	3182
Privé/EAI	103	422
Autre <sup>1</sup>	317	155
Total	3332	3758
SAU nette <sup>2</sup>		
EAC	2679	2927
Privé/EAI	91	371
Autre	292	143
Total	3062	3441

### **III.4 Aptitudes culturales**

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

#### **III.4.1 Climat**

La plante a des exigences climatiques telle que la quantité de chaleur nécessaire pour accomplir son cycle, températures critiques, minimales et optimales, besoins en eau et périodes critiques.

#### **III.4.2 Sol**

Les caractéristiques des sols ont une importance pour le choix des cultures, telle que la structure, le PH et la profondeur de la nappe.

#### **Conclusion :**

Selon l'étude pédologique sur la région de Mitidja, on a déterminé le type du sol de notre secteur DR 11. on conclue que notre zone d'étude est propice à l'irrigation avec un bon rendement, de ce fait on a déterminé les cultures répondant à l'aptitude culturelle du sol.

## Chapitre III : Ressources en eau-Hydrologie

### IV.1 Ressource en eau :

De point de vue aménagement hydro agricole, la plaine de la Mitidja centre est délimitée par l'oued Chiffa et celui d'el Harrach

Le périmètre de la Mitidja Centre sera irrigué à partir des eaux superficielles du barrage de Douéra, ce barrage est situé hors cours d'eau, Il est envisagé de le remplir dans un premier temps à partir de la dérivation de l'Oued Harrach.

Le secteur DR1 sera alimenté par cinq branchements à partir de la conduite de refoulement **Harrach-Douera** (figure I.4) , et l'alimentation de ce secteur se fait à partir de la station de pompage SP1 ( débit 1,9 m<sup>3</sup>/s et HMT de 29 m) qui refoulera l'eau vers un réservoir de régulation ( 565 m<sup>3</sup>).

Le secteur DR2 sera alimenté à partir de la conduite Harrach-Douera par un départ principal sur le côté Harrach de la station de pompage Harrach-Douera avec un départ de secours branché sur le côté Douera de la station.

#### IV.1.1 Barrage de Douéra

Ce barrage, dont l'étude est terminée depuis 1995 est un barrage hors cours d'eau ('off stream') d'un volume utile de 102 hm<sup>3</sup> ; il sera rempli par pompage à partir :

- De l'oued El Harrach par un volume dérivable moyen de 70,2 hm<sup>3</sup>/an avec une capacité de transfert de 8 m<sup>3</sup>/s ;
- De l'oued Mazafran par un volume dérivable moyen de 58,6 hm<sup>3</sup>/an avec une capacité de transfert de 8 m<sup>3</sup>/s.

Dans le cas envisagé d'un remplissage simultané à partir des 2 oueds Harrach et Mazafran, les simulations indiquent que le volume total transféré atteint 86,9 hm<sup>3</sup>/an avec une capacité de transfert de 8 m<sup>3</sup>/s pour les 2 oueds.

#### IV.1.2 Les eaux souterraines (nappe alluviale )

Le périmètre irrigué à partir des eaux souterraines concerne le reste de la Mitidja centre qui représente une superficie totale de 15 800 ha.

L'irrigation par des eaux souterraines est basée sur des forages individuels au niveau des exploitations, plutôt que par des réseaux collectifs alimentés par des champs de captage.

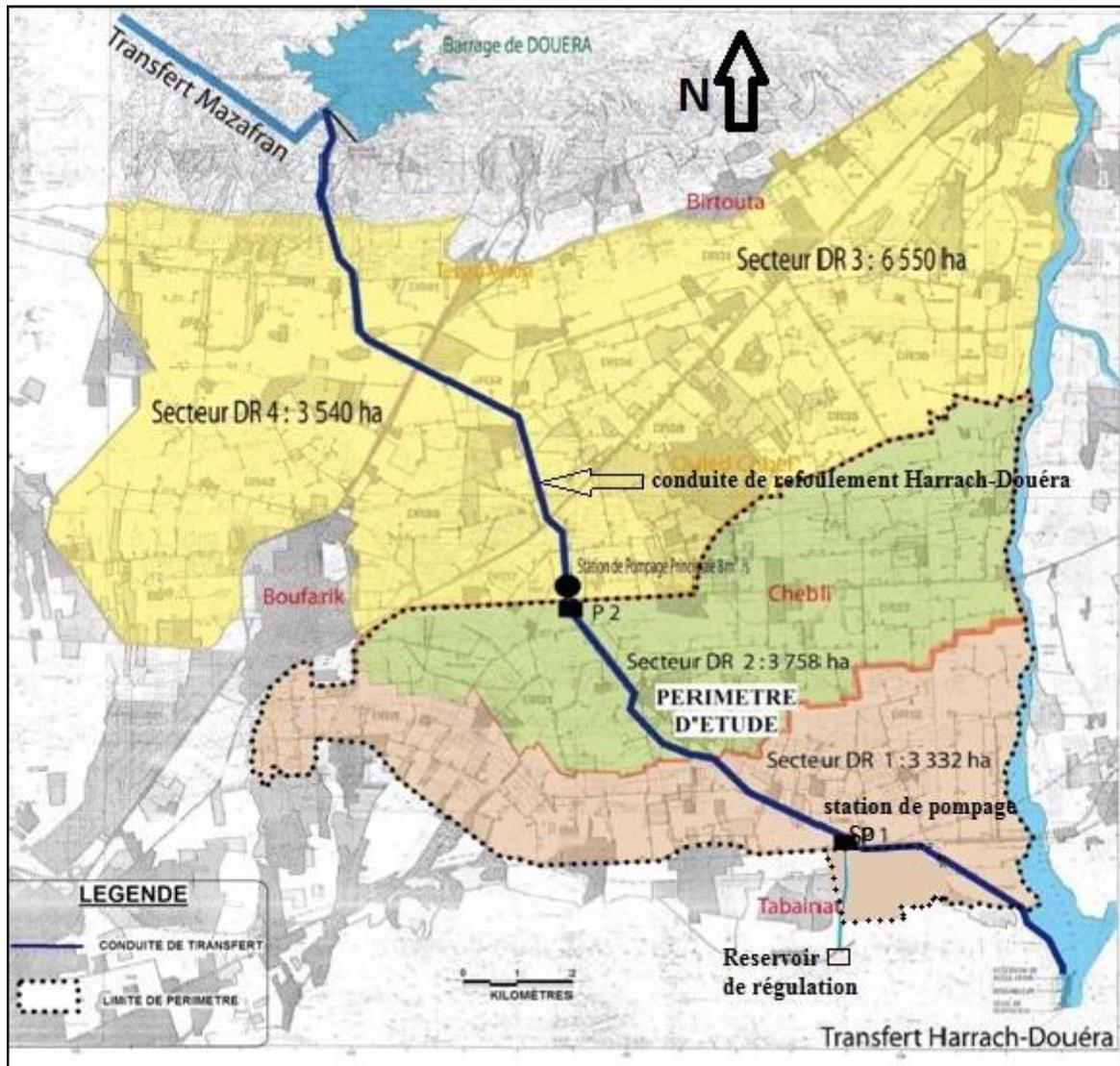


Figure IV.1 Alimentation en eau du périmètre de la Mitidja centre tranche I

## IV.2 Qualités des eaux d'irrigation

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation.

La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse chimique au laboratoire. Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture sont les suivants:

- PH
- Salinité
- Conductivité électrique
- Degré d'Adsorption du Sodium ou (SAR).

### IV.2.1 La salinité

La salinité caractérise la teneur en sel dans l'eau d'irrigation

L'excès de teneur en sel est l'un des soucis principaux avec l'eau utilisée pour l'irrigation. Une concentration élevée en sel dans l'eau ou dans les sols affectera négativement le rendement des récoltes, provoquera une dégradation des sols et une pollution des eaux souterraines.

L'utilisation d'une eau salée pour l'irrigation dépendra de plusieurs facteurs:

- La tolérance en sel de la récolte
- Les caractéristiques du sol sous l'irrigation Les conditions climatiques.
- Les procédures de gestion des sols et de l'eau.

En général, l'eau utilisée pour l'irrigation doit avoir un degré faible ou moyen de salinité.

### IV.2.2 La conductivité électrique

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

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- C1 : Risque faible  $CE \leq 0,25$ .
- C2 : Risque moyen  $0,25 < CE \leq 0,75$ .
- C3 : Risque élevé  $0,75 < CE \leq 2,25$ .
- C4 : Risque très élevé  $CE > 2,25$ .

\*CE (ds/m).

### IV.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<sup>+</sup>, celle en ion Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> :

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

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

- S1 : Risque faible  $S.A. R \leq 10$ .
- S2 : Risque moyen  $10 < S.A. R \leq 18$ .
- S3 : Risque élevé  $18 < S.A. R \leq 26$ .
- S4 : Risque très élevé  $S.A. R > 26$ .

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

### IV.3 Caractéristique des eaux d'irrigation

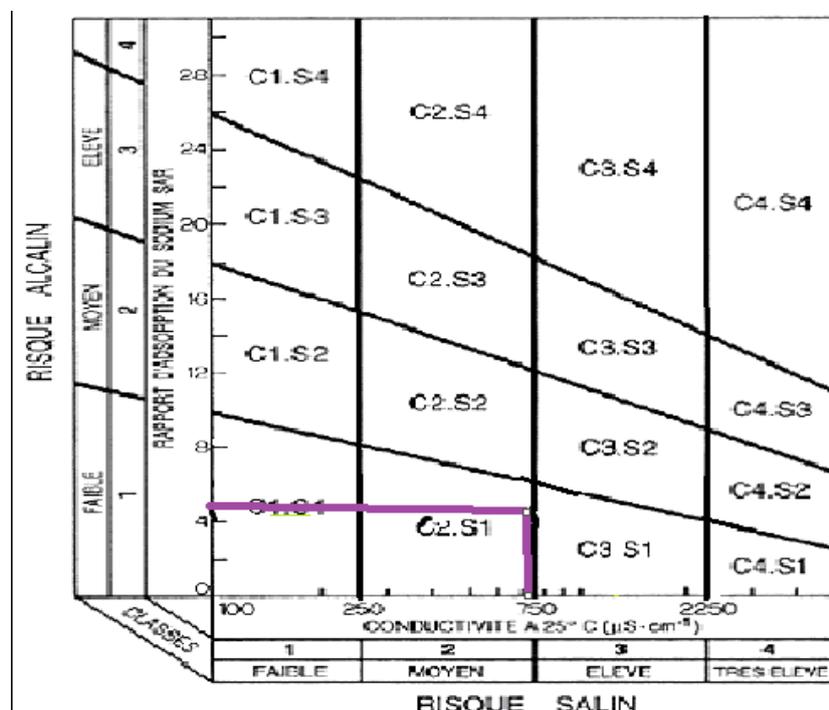
Notre zone d'étude est irriguée à partir du Barrage Douera qui est alimenté par l'oued el Harrach.

Les résultats des analyses des eaux d'irrigation d'oued Harrach faites par le laboratoire de l'ANRH sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.1** Caractéristiques des eaux d'irrigation

Année	Mois	Calcium (mg/l)	Magnésium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Potassium (mg/l)	pH	CE (uS/cm)	SAR
2012	Juillet	68	37	200	2	8,2	420	4.8
2011	Août	98	43	200	4	8,1	560	4.2
2010	Août	84	45	142	3	8.6	571	3.09
2009	Novembre	140	82	520	4	8.3	421	8.60

D'après les résultats des analyses des eaux d'oued Harrach le SAR est inférieure à 10, la conductivité électrique est entre 0.25 ds/m et 0.75ds/m, donc l'eau est classée dans la classe C2 SI, d'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation.: il s'agit de bonne eau pouvant être utilisée sans contrôle particulier pour irrigation des plantes moyennement tolérantes au sel



**Figure IV.2** : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

## IV.4 Etude hydrologique

En terme général le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

### IV.4.1 Traitement des données pluviométriques

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique doit être faite sur la base des enregistrements pluviométriques effectués sur une longue période.

Cette étude porte sur :

- Détermination de l'année de calcul.
- L'homogénéisation des séries pluviométriques.
- L'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

### IV.4.2 Présentation de la série pluviométrique

Les pluviométries moyennes mensuelles sur une période d'observation de 35 ans (1983 à 2018) à la station de Soumaa sont représentés sur le tableau suivant :

Code station : 021234
Nom station : SOUMAA
X : 517.45
Y : 355.9
Z : 177

**Figure IV.3** Code de la station de Soumaa

**Tableau IV.2** Pluie moyenne mensuelle observé de la station de Soumaa

Année	SET	OCT	NOV	Déc.	JAN	FER	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOT	tot
1983	0.7	19.2	86.3	241.4	28.3	64.3	62.8	71.5	25.8	2.8	0	19.4	622.5
1984	6.2	49.7	8.3	81.5	188.9	169.7	48.5	25.2	93.2	1.2	0.3	0.1	672.8
1985	45.7	93.2	157	83.4	0.3	55.9	61	1.2	5.7	0	5	4	512.8
1986	0	18.8	37.7	69.5	113.5	109.5	35.6	73.1	99.5	10	0	0	567.2
1987	16.2	194.8	26.4	126.7	88.3	52.7	185.3	38.4	153	1.4	0.3	0	883.6
1988	37.3	38.6	88.6	57.3	77	61.1	199.8	24.5	2.1	19.8	36.8	0	642.9
1989	70.2	21.3	82.8	202.2	108.1	173.7	49.3	0	14.8	18.2	0	1.1	741.7
1990	33	47	130	34.7	37.5	59.4	74	40.5	45.4	11.9	0	0	513.7
1991	71.5	10.9	36	277.2	12.4	20.8	48.5	130	18	18.9	2.2	0	646.6
1992	6.2	18.2	47.9	7.4	51.1	0	66.1	53.9	135	2.1	30.1	0	418.4
1993	0.8	44.6	30.5	106.3	96.2	127.4	95.4	23.8	33	0.6	0	0	558.6
1994	4.9	179.1	9.7	4.6	213.7	27.2	117.3	142	105	20.5	3.7	0	827.9
1995	9.5	72.4	111	113.8	36.6	50	24.4	82.4	89.5	0	0.2	0	590.1
1996	19.9	28.6	107	78.5	152.7	73.5	0.3	96.6	0.4	0	0.1	0	557.6
1997	9.5	102.2	39.4	61.9	230.5	61.8	133.5	16.8	1.3	16.4	0	14	687.3
1998	16.3	30.3	39.1	22.5	99.5	182.7	31.3	231	40.3	13.1	2.4	0.1	708.8
1999	52.2	38.5	4	9.7	14.8	23.1	6.7	86.6	19.5	2	1.6	16.1	274.8
2000	31.6	68.3	120	94.1	36.7	50.8	53.8	90.1	173	0	0	13.8	732
2001	18.5	30.2	126	62	156	108	76.7	13.3	2.4	5.6	0	1.7	600
2002	21.2	21.1	89.7	188	10.8	1.5	22.6	34.7	34.1	0.3	2.4	0	426.4
2003	3.7	36.8	72.7	38.9	154.5	59.4	1.3	42.3	17.8	0	0	1	428.4
2004	14.6	9.7	48.8	53.4	37.4	16.4	50.1	37.6	23.3	0.5	6.4	46.4	344.6
2005	30.9	42.9	159	169.1	199.9	147.1	22.4	122	41.7	15.8	1.2	2.5	954.3
2006	54.3	32.5	59.5	129.1	90.9	48	65.3	70.6	117	3.4	8.4	0	678.8
2007	11.5	40.1	85.5	119.4	94.5	134.3	46.8	34.1	6.9	0	0	0.9	574
2008	50.2	131.9	111.1	150.3	167.2	20.4	65.5	83.1	28.7	0.3	1.7	1.3	811.7
2009	86.2	8.9	100	130.8	67.2	92.1	122.8	53.3	30.8	20.9	0	35.8	748.8
2010	5.5	80.2	122.8	74.1	92.4	140.6	35.3	99.2	122.9	15.8	0	2	790.8
2011	11.9	85.1	85.3	68.8	52	220.6	132.4	152.8	34.4	0	0	24	867.3
2012	8.5	44.6	111.3	22.4	133.3	107.7	66.4	103.5	170.4	1.5	0.4	23.5	793.5
2013	12.2	16.2	148.3	95.7	74.7	63.4	109.9	2	14.4	51.5	0	0	588.3
2014	34.8	33.3	54.2	156	118.7	86.3	96.7	0	21.1	9	0	0	610.1
2015	30.2	98.7	71.3	0	77.3	73.4	162	80	32.1	0	1.5	0	626.5
2016	11.5	6.4	77.9	149.5	308.6	22.5	47.5	19.8	2.5	6.8	0	34.2	687.2
2017	23.6	27	136.2	123.9	35.3	98.7	130.3	170.9	82	54.5	0	0	882.4
2018	28.3	84.2	120.3	108.5	144.3	27.5	45	59.9	36.1	1	0	5.7	660.8
moy	24.70278	52.93056	81.71111	97.57222	100.0306	78.65278	72.01667	66.85278	52.03056	9.05	2.908333	6.877778	

## IV.5 Etude statistique des précipitations

### IV.5.1 Etude de l'homogénéisation de La série pluviométrique:

Parmi ces tests d'homogénéisation on optera sur le test de Wilcoxon :

Nous considérons deux variables aléatoires X et Y de lois continues, observées toutes les deux sur les mêmes unités d'un n-échantillon. Les observations se présentent alors sous la forme d'une suite de couples (x1, y1), . . ., (xn, yn).

Avec :  $n < m$ , tel que : m : la taille des deux échantillons.

Le test de Wilcoxon permet de tester l'hypothèse suivante :

$$H_0 : L(X) = L(Y) \text{ Contre } H_1 : L(X) \neq L(Y).$$

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

La condition pour que la série soit homogène est :

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

Tel que :

- $W_{\min} = n(n+m+1)/2 - 1,96(nm(n+m+1)/12)^{1/2}$ .

- $W_{\max} = n(n+m+1)/2 + 1, 96(nm(n+m+1)/12))^{1/2}$ .
- $W_x$  = Représente la somme des rangs des  $X_i$ .  
 $n$  : La taille de l'échantillon X.  
 $m$  : La taille de l'échantillon Y.  
 Avec :  $n > m$ .

Le tableau suivant indique les différents résultats du test de Wilcoxon appliqué à la station pluviométrique :

**Tableau IV.3** Test de Wilcoxon de la station de Soumaa

x	y	XuY	SERIE D ORIGINE	RANG
622.5	428.4	274.8	X	1
672.8	344.6	344.6	Y	2
512.8	954.3	418.4	X	3
567.2	678.8	426.4	X	4
883.6	574	428.4	Y	5
642.9	811.7	512.8	X	6
741.7	748.8	513.7	X	7
513.7	790.8	557.6	X	8
646.6	867.3	558.6	X	9
418.4	793.5	567.2	X	10
558.6	588.3	574	Y	11
827.9	610.1	588.3	Y	12
590.1	626.5	590.1	X	13
557.6	687.2	600	X	14
687.3	882.4	610.1	Y	15
708.8	660.8	622.5	X	16
274.8		626.5	Y	17
732		642.9	X	18
600		646.6	X	19
426.4		660.8	Y	20
		672.8	X	21
		678.8	Y	22
		687.2	Y	23
		687.3	X	24
		708.8	X	25
		732	X	26
		741.7	X	27
		748.8	Y	28
		790.8	Y	29
		793.5	Y	30
		811.7	Y	31
		827.9	X	32
		867.3	Y	33
		882.4	Y	34
		883.6	X	35
		954.3	Y	36

On a alors selon le tableau :

$$n = 20$$

$$m = 16$$

$$W_{\min} = n(n+m+1)/2 - 1, 96(n.m(n+m+1)/12))^{1/2} = 308,43$$

$$W_{\max} = n(n+m+1)/2 + 1, 96(n.m(n+m+1)/12))^{1/2} = 431,56$$

$$W_x = 318$$

### Conclusion

Intervalle de confiance : 95%.

Donc la condition de test de Wilcoxon :  $W_{\min} < W_x < W_{\max}$  est vérifiée ( $308,43 < 318 < 431,56$ ).

Après avoir effectué les calculs on obtient :

La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Soumaa est homogène.

## IV.6 Ajustement statistique des pluies

Les séries pluviométriques peuvent être ajustées par de nombreuses lois statistiques, pour notre projet on utilise celles qui garantissent le meilleur ajustement possible.

Les Lois d'ajustement les plus utilisées sont les suivantes:

- Loi de Gauss ou loi normale.
- Loi de Gibrat-Galton ou loi log normale.

### IV.6.1 Ajustement des pluies annuelles a la loi de Gauss ou loi normale :

La méthode de Gauss consiste à:

- Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F_{(x)} = \frac{n - 0.5}{N}$$

Avec :

n : Numéro d'ordre

N: nombre d'années observées

- Calculer la moyenne arithmétique :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

- Calculer l'écart type :

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Pour n>30

- Calculer la variable réduite de Gauss :  $U = \frac{x - \bar{X}}{\delta}$
- Calculer le coefficient de variation :  $U = \frac{x - \bar{X}}{\delta}$
- Calculer les caractéristiques empiriques : ( $\bar{X}$  ;  $\delta$ ; Cv; CS = 0).
- L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :

$$X_p \% = \bar{X} + \delta * U_p \%$$

Avec:

$X_p$  : Précipitation de probabilité P%

$U_p$  : Variable réduite de Gauss

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique

$\delta$  : Ecart type

**Remarque :** les calculs suivants ont été réalisés à l'aide des logiciels hydrauliques **HYFRAN**, **HYDROLAB** et **RStudio**, pour confirmation.

**Tableau IV.4** Ajustement à la loi normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (95%)
200	0,9950	1050	54.4	939 – 1150
100	0,9900	1010	50.4	908 – 1110
50	0,9800	965	46.1	874 – 1050
20	0,9500	901	40.1	822 – 980
10	0,9000	845	35.2	776 – 913
5	0,8000	776	30.2	717 – 835
3	0,6667	712	27.1	659 – 765
2	0,5000	645	25.9	595 – 696

**Tableau IV.5** Les résultats de l'ajustement selon la loi de GAUSS

Va- leurs de dé- part	Va- leurs clas- sées	Ordre de classe- ment	Fré- quence expéri- mentale	Variable réduite	Va- leurs expéri- men- tales	Valeurs théoriques	Borne infé- rieure	Borne supé- rieure
622,5	274,8	1	0,0139	-2,200	274,8	303,9363599	185,7876357	383,6399558
672,8	344,6	2	0,0417	-1,732	344,6	376,5920186	276,9067794	446,021968
512,8	418,4	3	0,0694	-1,4802745	418,4	415,557449	325,198356	480,053486
567,2	426,4	4	0,0972	-1,2976722	426,4	443,860809	359,933472	505,115479
883,6	428,8	5	0,125	-1,1503493	428,8	466,695846	387,700242	525,592779
642,9	512,8	6	0,153	-1,0236513	512,8	486,334047	411,364253	543,418812
741,7	513,7	7	0,180	-0,9153650	513,7	503,118411	431,409502	558,834247
513,7	557,6	8	0,208	-0,8133803	557,6	518,92604	450,118872	573,52199
646,6	558,6	9	0,236	-0,7192287	558,6	533,519547	467,230756	587,242119
418,4	567,2	10	0,264	-0,6310619	567,2	547,185393	483,102934	600,242065
558,6	574	11	0,292	-0,5475513	574	560,12954	497,991097	612,701277
827,9	588,3	12	0,319	-0,4704969	588,3	572,07297	511,594325	624,331187
590,1	590,1	13	0,347	-0,3934325	590,1	584,017948	525,063685	636,098236
557,6	600	14	0,375	-0,3186393	600	595,610899	538,000402	647,654193
687,3	610,1	15	0,402	-0,2481737	610,1	606,533074	550,061666	658,66844
708,8	622,5	16	0,431	-0,1738288	622,5	618,056534	562,64938	670,426586
274,8	626,5	17	0,458	-0,1054736	626,5	628,651589	574,095557	681,364807
732	642,9	18	0,477	-0,0576844	642,9	636,058914	582,024436	689,085541
600	646,6	19	0,514	0,0351	646,6	650,4405	597,244582	704,249679
426,4	660,8	20	0,542	0,10547362	660,8	661,348411	608,635193	715,904443
428,8	672,8	21	0,569	0,17382881	672,8	671,943466	619,573414	727,35062
344,6	678,8	22	0,597	0,24558952	678,8	683,066376	630,925242	739,498401
954,3	687,2	23	0,625	0,31863936	687,2	694,389101	642,345807	751,999598
678,8	687,3	24	0,6527	0,39262022	687,3	705,856135	653,776976	764,795074
574	708,8	25	0,681	0,47049697	708,8	717,92703	665,668813	778,405675
811,7	732	26	0,708	0,54755135	732	729,87046	677,298723	792,008903
748,8	741,7	27	0,736	0,63106198	741,7	742,814607	689,757935	806,897066
790,8	748,8	28	0,764	0,71922873	748,8	756,480453	702,757881	822,769244
867,3	790,8	29	0,792	0,81338039	790,8	771,07396	716,47801	839,881128

793,5	793,5	30	0,819	0,91156074	793,5	786,291914	730,62091	857,889522
588,3	811,7	31	0,847	1,02365131	811,7	803,665953	746,581188	878,635747
610,1	827,9	32	0,875	1,15034938	827,9	823,304154	764,407221	902,299758
626,5	867,3	33	0,903	1,29883663	867,3	846,319678	785,045398	930,286969
687,2	882,4	34	0,931	1,48328013	882,4	874,90842	810,356408	965,376001
882,4	883,6	35	0,958	1,72793432	883,6	912,82982	843,476503	1012,37326
660,8	954,3	36	0,986	2,19728638	954,3	985,579388	905,947878	1103,60144

Fré- quences	U.GAUSS	Valeurs théo- riques	Borne infé- rieure	Borne supé- rieure	Valeurs	Fré- quences théo- riques	Pé- riodes de re- tour
<b>0,2</b>	<b>-0,841</b>	514,645	445,0691669	569,5270513	514,645	0,200	5,0
<b>0,5</b>	<b>0</b>	645	591,5139226	698,4860774	645	0,500	2,0
<b>0,8</b>	<b>0,841</b>	775,355	720,4729487	844,9308331	775,355	0,800	5,0

Paramètres	Valeurs
Minimum (min)	275
Maximum (max)	954
Moyenne (moyé)	645
Ecart type ( $\delta$ )	155
Médiane (Me)	645
Coefficient de variation (Cv)	0.241
Coefficient d'asymétrie (Cs)	-0.245
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.67
Paramètre de localisation ( $\mu$ )	645.367
Paramètre d'échelle ( $\sigma$ )	155.379

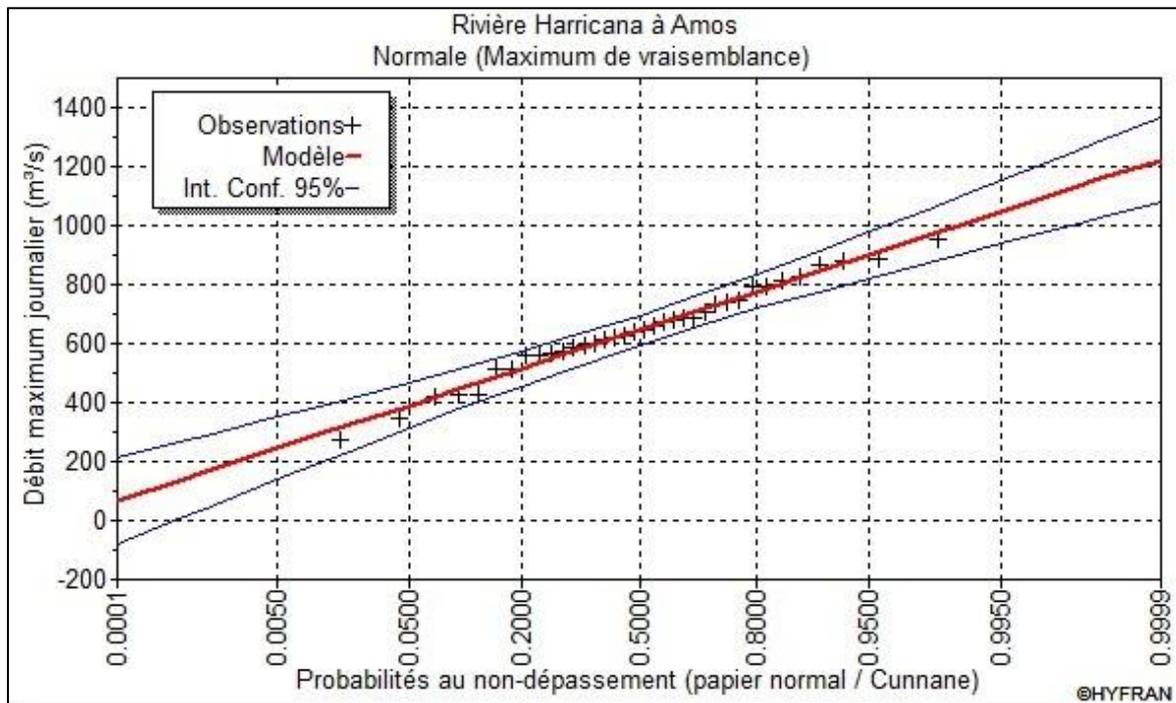


Figure IV.4 Ajustement à la loi normale par HYFRAN

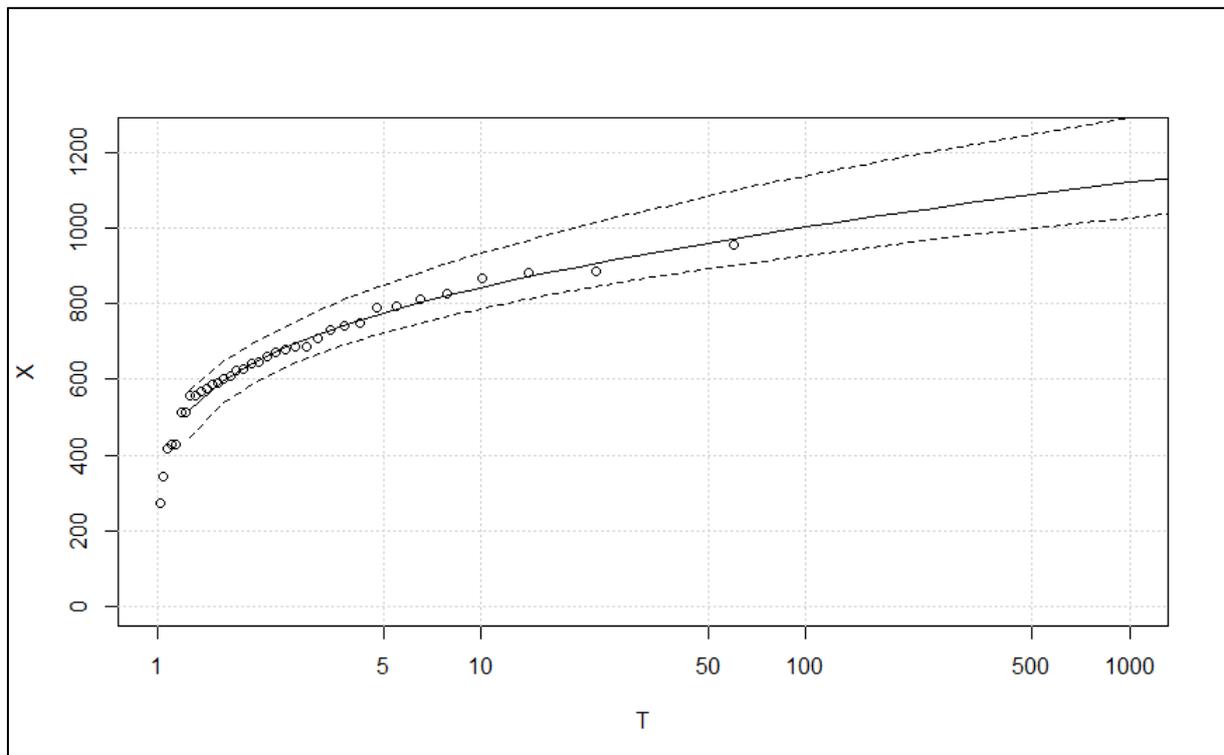


Figure IV.5 Ajustement à la loi normale par LE RStudio

#### IV.6.2 Ajustement des pluies annuelles a la loi log normale :

L'ajustement par la loi log-normal se fait comme suit:

- Les données statistiques des pluies sont rapportées à l'échelle log-normale.

L'équation de la droite de Galton s'écrit comme suit:

$$\text{Ln}(X_p\%) = \overline{\text{Ln}(X)} + \delta \text{Ln} * (U_p\%)$$

$X_p\%$  : Précipitation probable a P%.

$\overline{\text{Ln}(X)}$ : Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\delta \text{Ln}$  : La variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta \text{Ln} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)})^2}$$

si  $n < 30$

$$\delta \text{Ln} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)})^2}$$

si  $n \geq 30$

$U_p\%$ : variable réduite de Gausse

**Tableau IV.6** Ajustement à la loi log normal

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (95%)
200	0,9950	1250	118	1020 - 1480
100	0,9900	1170	102	969 - 1370
50	0,9800	1090	86.7	916 - 1260
20	0,9500	973	67.4	840 - 1100
10	0,9000	882	53.7	777 - 987
5	0,8000	784	41.0	703 - 864
3	0,6667	702	32.9	637 - 766
2	0,5000	625	28.0	570 - 680

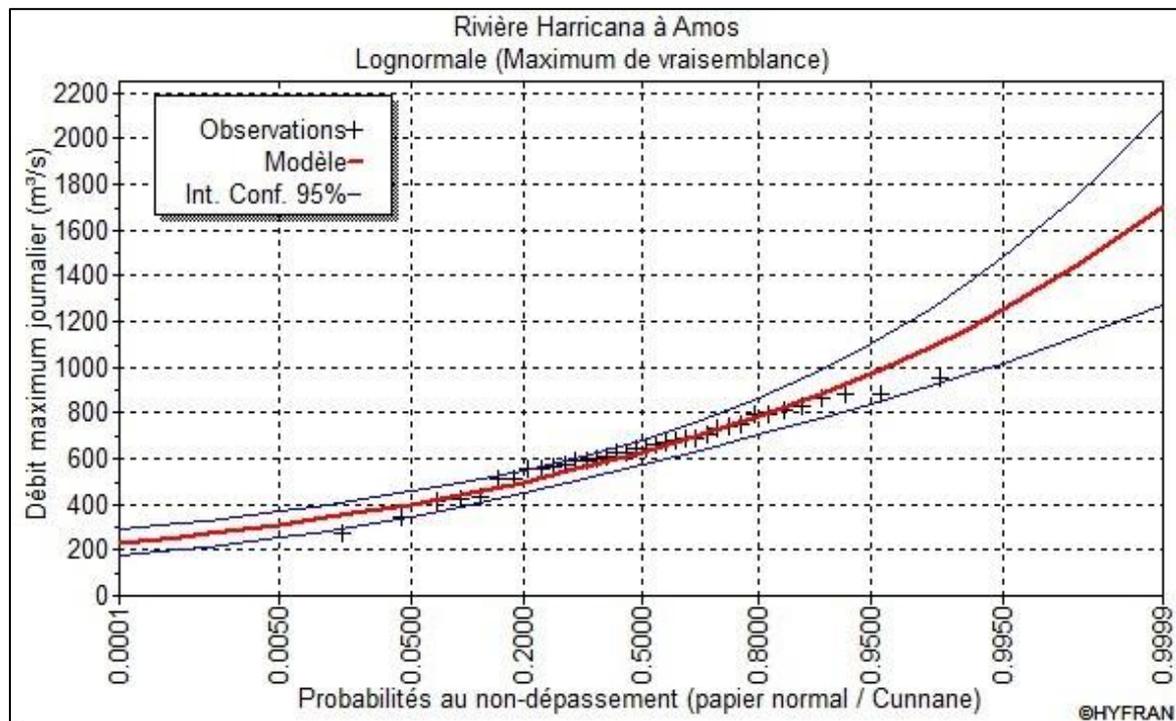
**Tableau IV.7** Les résultats de l'ajustement selon la loi Log Normal

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeurs expérimentales	Valeurs théoriques	Borne inférieure	Borne supérieure
622,5	274,8	1	0,0139	-2,200	274,8	345,81	281,49	397,31
672,8	344,6	2	0,0417	-1,732	344,6	392,4307	329,86798	442,887

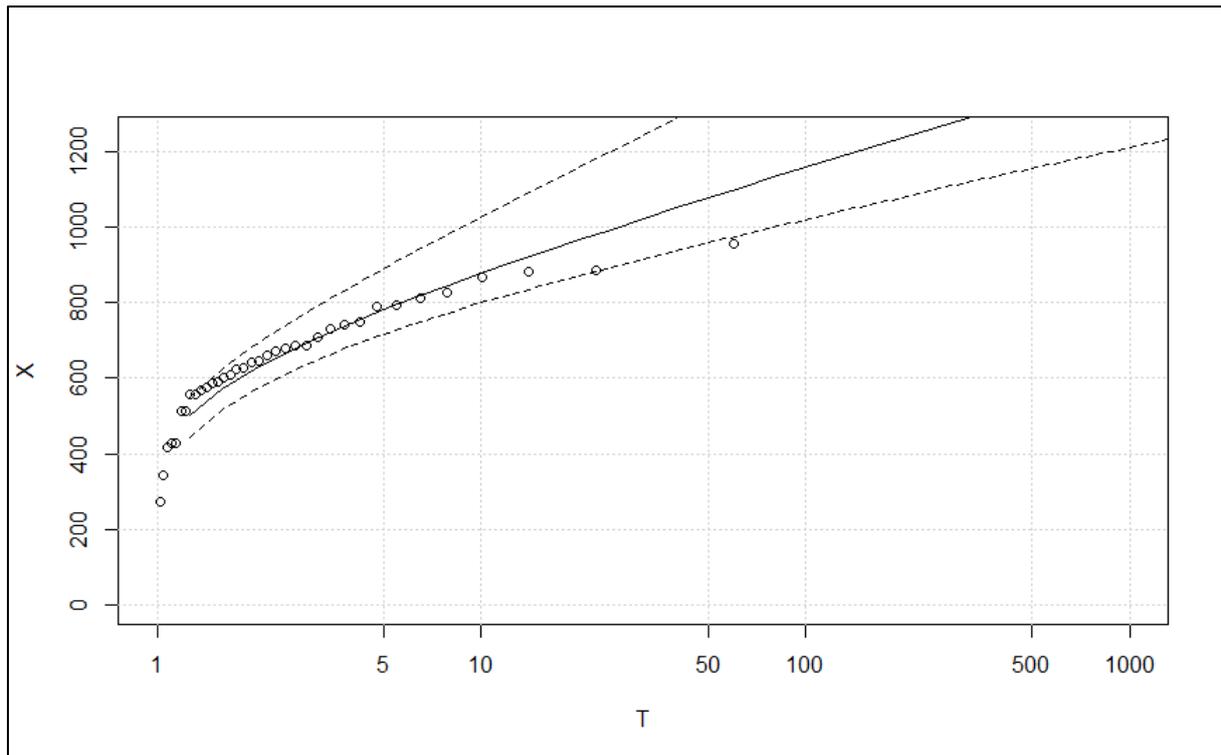
512,8	418,4	3	0,0694	-1,4802745	418,4	420,0299	358,85779	469,972
567,2	426,4	4	0,0972	-1,2976722	426,4	441,2575	381,2413	490,944
883,6	428,8	5	0,125	-1,1503493	428,8	459,1632	400,13438	508,772
642,9	512,8	6	0,153	-1,0236513	512,8	475,1422	416,97306	524,818
741,7	513,7	7	0,180	-0,9153650	513,7	489,2392	431,78991	539,102
513,7	557,6	8	0,208	-0,8133803	557,6	502,898	446,09399	553,073
646,6	558,6	9	0,236	-0,7192287	558,6	515,846	459,59123	566,45
418,4	567,2	10	0,264	-0,6310619	567,2	528,273	472,47545	579,424
558,6	574	11	0,292	-0,5475513	574	540,3198	484,889	592,137
827,9	588,3	12	0,319	-0,4704969	588,3	551,6787	496,51612	604,255
590,1	590,1	13	0,347	-0,3934325	590,1	563,278	508,3035	616,768
557,6	600	14	0,375	-0,3186393	600	574,7685	519,88811	629,31
687,3	610,1	15	0,402	-0,2481737	610,1	585,8086	530,92648	641,5
708,8	622,5	16	0,431	-0,1738288	622,5	597,6864	542,69667	654,775
274,8	626,5	17	0,458	-0,1054736	626,5	608,8197	553,62582	667,37
732	642,9	18	0,477	-0,0576844	642,9	616,7262	561,32532	676,406
600	646,6	19	0,514	0,0351	646,6	632,3715	576,4065	694,512
426,4	660,8	20	0,542	0,10547362	660,8	644,502	587,95761	708,756
428,8	672,8	21	0,569	0,17382881	672,8	656,5073	599,26777	723,029
344,6	678,8	22	0,597	0,24558952	678,8	669,3514	611,23572	738,492
954,3	687,2	23	0,625	0,31863936	687,2	682,6844	623,51733	754,75
678,8	687,3	24	0,6527	0,39262022	687,3	696,458	636,05747	771,761
574	708,8	25	0,681	0,47049697	708,8	711,2573	649,3707	790,277
811,7	732	26	0,708	0,54755135	732	726,2097	662,66017	809,227
748,8	741,7	27	0,736	0,63106198	741,7	742,7702	677,19918	830,489
790,8	748,8	28	0,764	0,71922873	748,8	760,664	692,70935	853,771
867,3	790,8	29	0,792	0,81338039	790,8	780,2487	709,46423	879,603
793,5	793,5	30	0,819	0,91156074	793,5	801,2086	727,15969	907,633
588,3	811,7	31	0,847	1,02365131	811,7	825,8275	747,65966	941,033
610,1	827,9	32	0,875	1,15034938	827,9	854,5665	771,24005	980,634
626,5	867,3	33	0,903	1,29883663	867,3	889,5235	799,47083	1029,63
687,2	882,4	34	0,931	1,48328013	882,4	934,9431	835,50823	1094,52
882,4	883,6	35	0,958	1,72793432	883,6	998,7877	885,12888	1187,9
660,8	954,3	36	0,986	2,19728638	954,3	1133,729	986,88584	1392,5

Fréquences	U.GAUSS	Valeurs théoriques	Borne inférieure	Borne supérieure	Valeurs	Fréquences théoriques	Périodes de retour
<b>0,2</b>	<b>-0,841</b>	499,16	442,19	549,24	499,16	0,200	5,0
<b>0,5</b>	<b>0</b>	626,41	570,68	687,57	626,41	0,500	2,0
<b>0,8</b>	<b>0,841</b>	786,09	714,42	887,37	786,09	0,800	5,0

Paramètres	Valeurs
Minimum (min)	275
Maximum (max)	954
Moyenne (moyé)	645
Ecart type ( $\delta$ )	155
Médiane (Me)	645
Coefficient de variation (Cv)	0.241
Coefficient d'asymétrie (Cs)	-0.245
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.67
Paramètre de localisation ( $\mu$ )	6.43765
Paramètre d'échelle ( $\sigma$ )	0.268958



**Figure IV.6** Ajustement à la loi Log normale par HYFRAN



**Figure IV.7** Ajustement à la loi log normale par le RStudio

**IV.6.3 Test de validité d’un ajustement :**

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

Ce test permet de juger la qualité de l’ajustement d’une distribution théorique à une distribution expérimentale.

A partir du logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants:

**Tableau IV.8** Test de validité de l’ajustement

	Loi normal	Loi log-normal
$\chi^2$ calculée	3,11	3,56
$\alpha$	0.6829	0.6150
$\gamma$	5	5

A partir du tableau de Pearson on peut tirer la valeur de  $\chi^2$  théorique, tel que:

$$\chi^2 \text{ théorique} = f(\gamma, \alpha)$$

Le test de khi-deux ( $\chi^2$ ) montre que les deux lois présentent une même adéquation, sur la table de Pearson khi-deux ( $\chi^2$ ) théorique = 13,0098, pour :  $\alpha = 0.07$  et  $\gamma = 5$

Donc :  $\chi^2$  calculée <  $\chi^2$  théorique (pour les deux lois)

L’adéquation de la loi est bien définie, ce qui résulte que l’ajustement est correct avec une certaine probabilité :  $1-\alpha$  soit 95%.

Après l'examen d'ajustement sur les deux lois, il en résulte que la loi normale s'ajuste mieux à la série des pluies annuelles pour la station de SOMAA

#### IV.7 Détermination de l'année de calcul :

Le but principal de la détermination de l'année de calcul, est de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, c'est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%).

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante:

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

D'après le tableau d'ajustement à la loi log normale on trouve :

$$P_{80\%} = 515 \text{ mm} \qquad P_{50\%} = 645 \text{ mm}$$

A partir du tableau de l'ajustement à la loi normal:

$$P_{20\%} = 776 \text{ mm}$$

Donc  $P_{i,80\%}$  de chaque mois est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau IV.9** Précipitations mensuelles de l'année sèche

Mois	sep	oct	nov	Dec	Jan	fev	mars	Avril	mai	juin	juil	Aout
P (mm)	24.7 0	52.93	81.71	97.57	100.0	78.65	72.0 2	66.85	52.03	9.05	2.91	6.877
P80% (mm)	19,7 2	42,26	65,24	77,9	79,84	62,79	57,5	53,38	41,54	7,23	2,32	5,49

### Conclusion

La mobilisation des ressources en eau est une étape importante pour l'élaboration d'un projet hydro-agricole. Dans notre cas, le périmètre des plaines setifiennes sera irrigué à partir du barrage de douira. Ce dernier représente une opportunité pour la région vue la rareté de la ressource en eau.

Les eaux du barrage de douira ont un pH normal compatible pour l'irrigation, l'eau contenant une faible quantité de sodium, alcalinité moyenne et une salinité qui peut être utilisée pour l'irrigation.

L'irrigation du périmètre à partir du barrage de douira est donc sans contraintes.

L'étude hydrologique a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80%, afin de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, afin de satisfaire ses besoins.

## Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

### Introduction :

Pour satisfaire les besoins en eau des cultures, il convient de les mettre dans des conditions hydriques optimales afin d'atteindre les objectifs de hauts rendements. Ces conditions peuvent être déterminées grâce à une bonne connaissance des besoins en eau de la culture (Évapotranspiration), des stocks d'eau dans le sol et des apports d'eau extérieurs (pluie, irrigation) au cours des divers stades de croissance de ces cultures.

### V.1 Besoins en eau des cultures :

Selon Doorenbos et Pruitt (1976) : « Le besoin en eau d'une culture est la quantité d'eau nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, établit dans un champ de grande superficie, dans des conditions de sol non limitant du point de vue de la disponibilité de l'eau et de la fertilité, et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions climatiques données ».

La détermination des besoins en eau d'une culture nécessite une bonne connaissance des plantes et aussi les données climatique et pédologique de la région pour pouvoir estimer la réserve en eau utile du sol 'RU' et la réserve facilement utilisable par la plante 'RFU'.

#### V.1.1 Calcul de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Sous le nom l'évapotranspiration, englobe la totalité de la consommation d'eau d'une plante mise en place, pour éviter le stress hydrique.

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

#### V.1.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence ( $ET_0$ )

Décrit le transport de l'eau depuis la surface vers l'atmosphère, ou la quantité maximale d'eau susceptible d'être perdue en phase vapeur, sous un climat donné, par un couvert végétal continu spécifié (gazon) bien alimenté en eau et pour un végétal en pleine croissance ; l' $ET_0$  caractérise la demande en fonction des conditions climatiques exprimé en mm/j.

Il existe deux méthodes pour estimer l'  $ET_0$  :

- Les méthodes directes « instruments et appareils » ;
- Les méthodes indirectes « utilisation des formules empiriques ».

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'évapotranspiration potentielle et à défaut de mesures directes. Il existe plusieurs formules de calcul, les principales sont :

- Formule de Turc (1960) ;
- Formule de Thornthwaite (1955) ;
- Formule de Blaney-Criddle (1959) ;
- Formule de Penman ou Formule de Bilan d'énergie (1948) ;

- Méthode de Doorenbos et Pruitt (1977) dans le cadre de la FAO ;

La formule de Penman-Monteith est la méthode la plus utilisée sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, qui sont rarement toutes disponibles sur une même station.

Les experts de la FAO, recommandent la méthode de Penman-Monteith (modifiée) comme méthode privilégiée d'estimation de  $ET_0$ .

#### Formule Modifiée de Penman-Monteith

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de Penman-Monteith modifiée:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (IV.1)$$

Avec :

- $ET_0$  : évapotranspiration de référence [mm jour<sup>-1</sup>],
- $Rn$  : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>],
- $G$  : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>],
- $T$  : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]
- $u_2$  : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s<sup>-1</sup>],
- $e_s$  : pression de vapeur saturante [kPa],
- $e_a$  : pression de vapeur réelle [kPa],
- $e_s - e_a$  : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],
- $D$  : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C<sup>-1</sup>],
- $g$  : constante psychrométrique [kPa °C<sup>-1</sup>].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de soumaa:

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles (C) ;
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%) ;
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation ;
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en km/jour.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0. Les résultats trouvés pour la station de soumaa sont récapitulés dans le tableau III-1.

Country: Algeria

Station: Soumaa

Altitude: 177 m.

Latitude: 36.00 °N

Longitude: 2.00 °E

**Tableau V.1** Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ET <sub>0</sub>
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/month
January	10.2	17.5	76	3.0	5.1	9.0	53.44
February	9.8	17.2	76	3.1	5.1	11.0	56.08
March	8.6	22.8	72	2.9	6.0	14.7	94.98
April	13.4	21.3	70	3.1	6.4	17.8	106.12
May	15.7	26.7	70	2.8	9.3	23.3	148.27
June	17.1	31.0	66	3.0	10.6	25.7	178.38
July	23.1	32.6	63	3.2	11.6	26.8	206.97
August	25.0	36.3	60	3.1	10.9	24.4	217.91
September	21.5	31.3	68	2.5	9.6	20.1	147.70
October	18.4	28.6	70	2.3	7.4	14.3	107.24
November	15.4	21.0	73	2.5	6.6	10.8	66.90
December	8.4	20.3	79	3.7	5.0	8.3	58.57
Average	15.6	25.6	70	2.9	7.8	17.2	120.21

### V.1.3 Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) :

L'Evapotranspiration maximale c'est la valeur maximale de l'évaporation d'une culture, elle dépend du stade phénologique de la culture (une culture peu couvrante évapore moins qu'une culture pleinement développée) et elle dépend aussi des conditions pédologiques et climatiques.

L'évapotranspiration maximale (ETM) est mesurée comme suit :

$$ETM = K_c * ET_0 \quad (2)$$

#### Les coefficients cultureux (K<sub>c</sub>)

Les valeurs du coefficient cultural (K<sub>c</sub>) (voir annexe 2) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, de la vitesse du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage », F.A.O N°24.

## V.2 Besoins en eau d'irrigation

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les besoins en eau des cultures tels que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations.

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période par période le bilan :

$$B_i = ETM - (P_{eff} + K * RFU_{i-1}) \quad (IV.3)$$

Avec :

ETM : évapotranspiration potentielle de référence (mm/mois) ;

P<sub>eff</sub> : pluie efficace (mm) ;

RFU : Réserve du sol assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période ;

K : est un coefficient généralement égal à 1/2 ou 1/3.

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

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

Avec :

Y : degré de tarissement ;

Da : densité apparente (1.4) ;

Z : profondeur d'enracinement (mm) ;

H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27%) ;

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (13%).

**L'irrigation est faite lorsque Bi (bilan hydrique) > 0**

### V.2.1 Détermination de la pluie efficace

La pluie efficace correspond à la différence entre les précipitations totales et l'évapotranspiration réelle de la culture. L'eau des précipitations efficaces est répartie, au niveau du sol, en deux fractions : l'écoulement superficiel et l'infiltration.

Il existe plusieurs méthodes pour calculer Peff ici on va utiliser celle de pourcentage fixe (80%):

**Tableau V.2** Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm

	Rain (mm)	Eff rain (mm)
January	79.8	63.8
February	62.8	50.2
March	57.5	46.0
April	53.4	42.7
May	41.5	33.2
June	7.2	5.8
July	2.3	1.8
August	5.5	4.4
September	19.7	15.8
October	42.3	33.8
November	65.2	52.2
December	77.9	62.3
Total	515.1	412.1

### V.2.2 Choix des cultures

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivants :

- 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 ;
- La disponibilité des moyens de production ;
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

### V.2.2.1 Culture proposées

Les scénarios d'occupation des sols retenus pour le projet sont donnés par le tableau IV.3:

**Tableau V.3** Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre

Scénario	Céréales %	Fourrages %	Maraichage %	Arboriculture %	Total %
1	5	5	25	65	100
2	7	8	15	70	100
3	7	6	12	75	100
4	5	5	10	80	100

Dans notre mémoire on propose le scénario 3 qui garde toujours la dominance des céréales mais en réduisant son pourcentage pour donner l'espace aussi aux autres cultures qui sont faiblement cultivées dans cette région (maraichage, arboriculture et cultures fourragères). La gamme des cultures proposée relative aux cultures envisageables dans notre scénario est indiquée dans le tableau IV.4 :

**Tableau V.4** La gamme des cultures proposée

Les cultures	Surface (%)	Surface (Ha)
<b>La céréaliculture :</b>	7	112.63
▪ Ble tendre		
<b>Les cultures fourragères :</b>	6	96.54
▪ Orge en vert		

<b>Le maraîchage :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pomme de terre</li> <li>▪ Tomate</li> <li>▪ poivron</li> <li>▪ Betterave</li> <li>▪ Haricot</li> <li>▪ Oignon vert</li> <li>▪ Ail</li> <li>▪ Aubergine</li> <li>▪ Chox</li> <li>▪ caroutte</li> </ul>	12	193.08
<b>L'arboriculture :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ agrumes</li> <li>▪ pecher</li> <li>▪ abricotier</li> </ul>	75	1206.75
<b>Total</b>	100	1609

### V.2.3 Identification des principaux types d'assolement

La pratique des assolements a pour but principal de maximiser les revenus et minimiser les risques de fluctuation de la fertilité de sol, d'une année à l'autre, elle permet l'association et la combinaison des grandes classes de cultures, à savoir : les maraîchages, arboriculture, céréaliculture, fourragères suivant la taille des exploitations, les moyens financiers, les capacités techniques et de la gestion des agriculteurs.

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau IV.5:

**Tableau V.5** Les assolements proposés

Aptitudes	Aptitudes
Blé tendre e	Oignon
Haricots vert	Choux
Poivron	L'artichaut
Ail	Pomme de terre (été)
Aubergine	Betterave sucrière
Tomate	Carotte
Arboriculture : Pêchers Agrumes Abricotiers	Arboriculture : Pêchers Agrumes Abricotiers

**V.2.4 Avantages de la rotation des cultures**

La rotation culturale a un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes.

- Réserves minérales : la rotation permet aux plantes selon leur exigence et la zone de développement des racines d'exploiter au mieux les ressources minérales ;
- Propriétés des sols : certaines plantes tendent à détériorer la structure du sol, d'autre plantes sécrètent des toxines racinaires, mais il existe par contre des cultures améliorantes ;
- La rotation constitue un moyen de lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les parasites.

**V.2.5 Cycle végétatif des cultures**

Tableau V.6 Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés

Cultures	sep	oct	Nov	Dec	Jan	Fev	mars	Avril	mai	juin	juill	aout
Blé tendre			←								→	
Haricots vert			←								→	
Abricotiers	←											→
Aubergine		←				→						
Tomate							←				→	
Caroutte							←				→	
Choux							←				→	
Pomme de terre (été)										←		→
Betterave sucrière			←								→	
haricot	←											→
Oignon		←										→
Poivron									←			→
Ail		←										→
Pêcher	←											→
agrumes	←											→

**V.3 Calcul des besoins en eau des cultures**

Les besoins en eau sont calculés comme suit :

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0	0	0	0	0	0
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0	0	0	0	0	0
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0.30	39,2	0	0,4	26.76	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0.50	65,33	19.6	0,75	43.9275	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0.50	65,33	32.665	0,90	48.096	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0.60	78,4	0	1,00	56.08	5.88
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0.60	78,4	0	1,1	104.478	58.478
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0.60	78,4	0	1,15	116.732	74.032
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0.60	78,4	0	0,85	126.0295	92.83
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0.60	78,4	0	0,8	142.704	136.9
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0	0	0	0	0	0
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0	0	0	0	0	0

Tableau V.7 Calcul des besoins en eau du blé

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0.70	91,469	0	0.8	118.16	102.38
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0	0	45,7345	0,00	0	0
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0	0	0	0,00	0	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0	0	0	0,00	0	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0	0	0	0,00	0	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0	0	0	0,00	0	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0	0	0	0,00	0	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0	0	0	0,00	0	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0	0	0	0,00	0	0
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0.30	39,201	0	0.50	89.19	83.39
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0.50	65,335	0	0.80	165.576	163.776
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0.70	91,469	0	1.0	217.91	213.51

**Tableau V.8** Calcul des besoins en eau du haricot vert

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0,3	39,2	0	0.5	73.85	58.8
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0,4	52,2666667	0	0.7	75.068	41,268
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0,5	65,33333333	17.42	0.95	63.555	5,55
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0,6	78,4	32.665	0.8	46.856	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44			0	0	0	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08			0	0	0	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98			0	0	0	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12			0	0	0	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27			0	0	0	0
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38			0	0	0	0
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97			0	0	0	0
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91			0	0	0	0

**Tableau V.9** Calcul des besoins en eau du chou

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0,6	78,4	0	1.05	155.085	139.285
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0,6	78,4	0	0.75	80.43	46.63
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0	0	39.2	0.00	0	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0	0	0	0.00	0	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0	0	0	0.00	0	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0	0	0	0.00	0	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0	0	0	0.00	0	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0	0	0	0.00	0	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0	0	0	0.00	0	0
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0	0	0	0.00	0	0
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0,4	52,2666667	0	0.5	103.485	101.685
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0,6	78,4	0	0.75	163.433	159.033

**Tableau V.10** Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (été)

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0		65.335	0,00	0	0
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0		0	0,00	0	0
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0		0	0,00	0	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0		0	0,00	0	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0		0	0,00	0	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0		0	0,00	0	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0.30	39,201	0	0.35	33.243	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0.50	65,335	0	0.70	74.284	41.584
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0.60	78,402	0	0.95	140.857	107.657
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	1.00	130,67	0	1	178.38	172.58
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	1.00	130,67	0	0.95	196.622	194,822
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	1.00	130,67	0	0.70	152.537	148,137

**Tableau V.11** Calcul des besoins en eau de la betterave sucrière

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0	0	0	0,00	0	0
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0	0	0	0,00	0	0
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0	0	0	0,00	0	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0	0	0	0,00	0	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0	0	0	0,00	0	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0	0	0	0,00	0	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0,70	91,467	0	0.50	47.49	1.49
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0,90	117,6	0	0.85	90.202	47.502
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	1,20	156,8	0	1.15	170.511	137,311
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	1,20	156,8	0	0.90	160.542	154.742
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0	0	0	0,00	0	0
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0	0	0	0,00	0	0

**Tableau V.12** Calcul des besoins en eau de la tomate

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0	0	0	0	0	0
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0	0	0	0	0	0
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0	0	0	0	0	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0	0	0	0	0	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0	0	0	0	0	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0	0	0	0	0	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0	0	0	0	0	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0	0	0	0	0	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0.4	39.6	0	0.5	74.135	40.935
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0.40	39.6	0	0.7	124.866	119.066
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0.40	39.6	0	1	206.97	205.17
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0.40	39.6	0	1	217.91	213.51

**Tableau V.13** Calcul des besoins en eau d'aubergine

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0	0	0	0	0	0
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0	0	0	0	0	0
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0.30	39,2	0	0,4	26.76	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0.50	65,33	19.6	0,75	43.9275	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0.50	65,33	32.665	0,90	48.096	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0.60	78,4	0	1,00	56.08	5.88
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0.60	78,4	0	1,1	104.478	58.478
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0.60	78,4	0	1,15	116.732	74.032
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0.60	78,4	0	0,85	126.0295	92.83
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0.60	78,4	0	0,8	142.704	136.9
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0	0	0	0	0	0
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0	0	0	0	0	0

**Tableau IV-14 :** Calcul des besoins en eau du l'orge en vert.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0.30	39,201	0	0.70	103.39	87.59
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0.60	78,402	0	0.90	96.516	62.72
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0.90	117,603	0	1.05	70.245	18.05
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0.90	117,603	39.231	1.00	58.57	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0.90	117,603	58.8465	0.95	50.768	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0	0	0	0,00	0	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0	0	0	0,00	0	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0	0	0	0,00	0	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0	0	0	0,00	0	0
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0	0	0	0,00	0	0
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0	0	0	0,00	0	0
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0	0	0	0,00	0	0

**Tableau V.14** Calcul des besoins en eau de la carotte

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0	0	0	0	0	0
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0.5	49.5	0	0.4	42.896	9.096
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0.75	74.25	24,75	0.4	26.76	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0.95	94.05	37.12	0.4	23.428	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0.95	94.05	47.03	0.4	21.376	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0.75	74.25	47,03	0.4	22.432	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0	0	0	0	0	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0	0	0	0	0	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0	0	0	0	0	0
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0	0	0	0	0	0
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0	0	0	0	0	0
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0	0	0	0	0	0

**Tableau V.15** Calcul des besoins en eau de l'oignon vert

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0	0	0	0	0	0
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0.40	39.6	0	1.00	107.24	48.18
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0.40	39.6	19.3	1.00	66.9	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0.40	39.6	19.3	1.05	62,45	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0.40	39.6	19.3	1.05	56.3	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0.40	39.6	19.3	1.05	59.1	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0	0	0	0	0	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0	0	0	0	0	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0	0	0	0	0	0
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0	0	0	0	0	0
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0	0	0	0	0	0
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0	0	0	0	0	0

**Tableau V.16** Calcule des besoins en eau de l'ail

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	0	0	0	0	0	0
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	0	0	0	0	0	0
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	0	0	0	0	0	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	0	0	0	0	0	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	0	0	0	0	0	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	0	0	0	0	0	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	0	0	0	0	0	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	0	0	0	0	0	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	0.4	39.6	0	0.5	74.135	40.935
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	0.40	39.6	0	0.7	124.866	119.066
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	0.40	39.6	0	1	206.97	205.17
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	0.40	39.6	0	1	217.91	213.51

**Tableau V.17** Calcule des besoins en eau de poivron

Mois	P80%	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	1.5	196,005	0	0.95	140.315	124,515
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	1.5	196,005	0	0.95	101.878	68.078
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	1.5	196,005	65,335	0.95	63.555	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	1.5	196,005	65,335	0.90	52.713	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	1.5	196,005	0	0.80	42.752	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	1.5	196,005	0	0.70	39.256	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	1.5	196,005	65,335	0.50	47.49	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	1.5	196,005	0	0.50	53.06	0
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	1.5	196,005	0	0.50	74.135	40.935
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	1.5	196,005	0	0.50	89.19	83.39
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	1.5	196,005	0	0.60	124.182	122.392
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	1.5	196,005	0	0.70	152.537	148.137

**Tableau V.18** Calcul des besoins en eau des pêcher

<b>Mois</b>	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	1.5	196,005	0	0.7	103.39	87.59
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	1.5	196,005	0	0.6	64.344	30.544
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	1.5	196,005	65,335	0.5	33.45	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	1.5	196,005	65,335	0.5	29.285	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	1.5	196,005	98.002	0.5	26.72	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	1.5	196,005	98.002	0.55	30.844	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	1.5	196,005	65,335	0.55	52.239	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	1.5	196,005	0	0.7	74.284	31.584
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	1.5	196,005	0	0.75	111.203	78.003
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	1.5	196,005	0	0.80	142.704	135.9
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	1.5	196,005	0	0.82	169.715	168
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	1.5	196,005	0	0.8	174.328	170

**Tableau V.19** Calcul des besoins en eau des abricotiers

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
<b>Sep</b>	19.72	15.8	147.70	1.5	196,005	0	0.75	110.775	95.121
<b>Oct</b>	42.26	33.8	107.24	1.5	196,005	0	0.65	69.706	36.544
<b>Nov</b>	65.24	52.2	66.90	1.5	196,005	65,335	0.65	43.485	0
<b>Déc</b>	77.9	62.3	58.57	1.5	196,005	65,335	0.65	38.0705	0
<b>Jan</b>	79.84	63.8	53.44	1.5	196,005	98.002	0.5	26.72	0
<b>Fév</b>	62.79	50.2	56.08	1.5	196,005	98.002	0.5	28.04	0
<b>Mars</b>	57.5	46.0	94.98	1.5	196,005	65,335	0.6	56.988	0
<b>Avril</b>	53.38	42.7	106.12	1.5	196,005	0	0.6	63.672	21.01
<b>Mai</b>	41.54	33.2	148.27	1.5	196,005	0	0.65	96.3755	62.12
<b>Juin</b>	7.23	5.8	178.38	1.5	196,005	0	0,7	124.866	119,01
<b>Juill</b>	2.32	1.8	206.97	1.5	196,005	0	0,9	186.273	184.47
<b>Août</b>	5.49	4.4	217.91	1.5	196,005	0	0,8	174.328	170

**Tableau V.20** Calcul des besoins en eau des agrumes

Mois	Blé	Haricots vert	Aubergine	Ail	poivron	tomate	Pecher	abricotier	agrumes	max	total
Sept	0	102.38	0	0	0	0	124,515	87.59	95.121	124.515	409.61
Oct	0	0	0	48.18	0	0	68.078	30.544	36.544	68.078	180.17
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Déc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Fév	5.88	0	0	0	0	0	0	0	0	5.88	5.88
Mar	58.478	0	0	0	0	1.49	0	0	0	58.478	59.97
Avr	74.032	0	0	0	0	47.502	0	31.584	21.01	74.032	174.13
Mai	92.83	0	40.935	0	40.935	137,311	40.935	78.003	62.12	137.311	360.83
Jui	136.9	83.39	119.066	0	119.066	154.742	83.39	135.9	119,01	181,499	923.95
Juill	0	163.776	205.17	0	205.17	0	122.392	168	184.47	215.519	811.98
Août	0	213.51	213.51	0	213.51	0	148.137	170	170	<b>213.51</b>	<b>1198.07</b>

Tableau V.21 Résultat des besoins d'irrigation

### V.3.1 Calcul du débit spécifique

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle.

$$qs = \frac{Bnet * 10 * 1000}{Nj * Ni * 3600 * Ei} \text{ l/s/ha}$$

Avec :

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois ;

Ni : nombre des heures d'irrigation=24h ;

Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours ;

Ei : Efficience d'irrigation=75%.

D'où les besoins de pointe correspondent au mois d'aout

**Bnet =1198.07mm/mois.**

**qs=6.56 l/s/ha > 1.5 l/s/ha**

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5. Il y'a un risque de surdimensionnement Pour y remédier, nous avons trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- Prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes ;

On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.

Pour notre cas on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante (l'ail **224.40mm**).

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

**qs = 1.154 l/s /ha** ; ce débit est largement inférieur à 1.5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

### V.3.2 Evaluation du débit caractéristique

Le calcul du débit caractéristique permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

$$Qcar = qs. S$$

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

**S** : la superficie nette à irriguer = 1609ha

$$\Rightarrow Qcar = qs. S = 1.154 * 1609 = 1856.79 \text{ l/s.}$$

### V.3.3 Estimation des volumes d'eau d'irrigation

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

**Tableau V.22** Estimation de volume total d'irrigation

Type des cultures	Surface (Ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins en eau brut (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins brut totaux (m <sup>3</sup> )
<b>La céréali-culture</b>	<b>112.63Ha</b>				
-Blé	112.63	368.12	3681.2	4908.26	552817.32 38
<b>Les fourra-gères</b>	<b>87.7Ha</b>				
l'orge en vert.	96.54	368.12	3681.1	4908.26	473843.42
<b>Le marai-chage</b>	<b>193.08HA</b>				
Pomme de terre été	25	446.63	4466.3	5955.06	148876.5
Tomate	25	203.78	2037.8	2717.06	67926.5
Poivron	20	578.68	5786.8	7715.73	154314.6
Betterave	20	664.78	6637.8	8850.4	177008
Haricot vert	20	563.06	5630.6	7507.46	150149.2
Oignon vert	15	136.89	1368.9	1823.2	27348
Ail	15	48.18	481.8	642,4	9635.76
Choux	15	259.33	2593.3	3457.73	51865.95
Caroutte	19.04	168.36	1683.6	2244.8	42740.992
Aubergine	19.04	578.68	5786.8	7715.73	146907.49
<b>les arboricultures</b>				<b>1206.75 Ha</b>	
Pêcher	306.25	587.45	5874.5	7832.66	2398752.1 25
Agrumes	700	569.27	5692.7	7590.26	5313182
Abricotier	200.5	701.62	7016.2	9354.93	1875663.4 6
<b>Besoins total</b>					<b>11685591. 39m<sup>3</sup></b>

On remarque que le volume nécessaire pour les besoins des cultures sur notre périmètre durant toute leur période végétative est de l'ordre de 11.7 Hm<sup>3</sup>. Et comme le barrage d'alimentation est de capacité de 102 Hm<sup>3</sup> ce qui explique qu'on peut extraire ce volume à partir du barrage Douira.

**Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons choisi les cultures qu'on va implanter dans notre périmètre et nous avons déterminé leurs besoins en eau, ce qui nous a permis d'estimer le débit spécifique de notre périmètre en tenant compte de la culture la plus exigeante à cause des contraintes agricoles et agronomiques. En deuxième lieu, nous avons calculé les besoins en eau totaux du périmètre et déduit que la capacité de la retenue (Barrage Douira) suffit largement pour irriguer le périmètre de 111

## **VI. Chapitre V : Etude du système d'adduction et distribution**

### **Introduction**

Le but de ce chapitre est d'expliquer le fonctionnement des systèmes d'adduction mis en place et l'élaboration d'un tracé qui répondra aux recommandations de poses usuelles et permettra la plus adéquate exploitation.

### **VI.1 Type d'adduction**

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- Adduction gravitaire ;
- Adduction par refoulement ;
- Adduction mixte.

#### **VI.1.1 Adduction gravitaire**

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

#### **VI.1.2 Adduction par refoulement**

C'est une adduction où l'écoulement se fait sous pression à l'aide des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

#### **VI.1.3 Adduction par mixte**

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

### **VI.2 Mode de fonctionnement du transfert**

Compte tenu de son double rôle de transfert/adduction, la conduite Harrach-Douera doit répondre à quatre cas de fonctionnement possible :

- Remplissage de Douera à partir du Harrach, sans irrigation simultanée (cas général de période pluvieuse).
- Remplissage de Douera avec irrigation simultanée (cas par exemple, de période sèches pendant l'hiver).
- Irrigation à partir du Harrach avec complément à partir de Douera (cas par exemple, du printemps, lorsque les besoins en eau d'irrigation dépassent le débit dérivé).
- Irrigation uniquement à partir de Douera (cas où le débit du Harrach est nul ou la dérivation du Harrach est arrêtée).

En fait, le dernier cas sera assez rare. D'une part, même à la fin de la saison sèche, il y a généralement un certain écoulement dans l'oued Harrach d'autre part, les périodes où la prise est fermée (à cause d'une concentration en sédiments trop élevée ou lorsque la dérivation est arrêtée pour permettre la purge du dessableur) coïnciderait en général avec des périodes pluvieuses ou les demandes d'irrigation pourront aussi être nulles

### VI.3 Ilots et bornes d'irrigation :

Le terme « Ilot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimenté par une borne d'irrigation. L'organisation d'un périmètre en ilots résulte d'un compromis de plusieurs facteurs topographiques, technico-économique, taille et nombre de parcelles...etc.

On admet généralement que l'implantation des bornes pour les zones de petites et moyennes exploitations doivent répondre aux critères suivants :

- Une prise par ilot d'exploitations ;
- Quatre (04) prises maximum sur une même borne ;
- Bornes implantées en limites d'ilots ou au centre pour les grands ilots.

#### VI.3.1 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

Chaque ilot sera équipé d'un ouvrage de desserte appelé borne d'irrigation, qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément.

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

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au débit de l'ilot ;
- Régler la pression ;
- Encaisser les suppressions accidentelles ;
- Compter les volumes distribués par la prise.

#### VI.3.2 Calcul hydraulique aux bornes :

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est calculé comme suit :

$$Q_b = q_s * S_i ;$$

Avec :

$Q_b$  : Débit de chaque ilot (l/s) ;

$q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha) ;

$S_i$  : Superficie de l'ilot (ha).

#### VI.3.3 Choix du diamètre et du type des bornes :

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'ilot et du nombre de parcelles. Généralement on admet :

- Pour les ilots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4) ;
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2) ;
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B) ;
- Pour les grands ilots ( $S > 50$  ha) on prévoit des bornes de type C.

**Tableau VI.1** Type de bornes en fonction de superficies des ilots

<b>Débit fourni</b>	<b>Diamètre de la borne</b>
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11 l/s)	D= 65mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	D= 100mm
$80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s) $< Q < 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 150mm
$Q > 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 200 mm

<b>N° de l'ilot</b>	<b>Nombre de parcelles</b>	<b>Surface planimétrique (ha)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Débit spécifique (l/s/ha)</b>	<b>Débit brut (l/s)</b>	<b>Débit de la borne (l/s)</b>	<b>Diamètre de la borne (mm)</b>
I0	1	10.8	10.8	1.15	12.42	12.42	B100
I1	1	12.1	12.1	1.15	13.915	13.92	B100
I2	1	4.2	7.9	1.15	4.83	9.09	A4
	2	1.5		1.15	1.725		
	3	1.4		1.15	1.61		
	4	0.8		1.15	0.92		
I3	1	4.2	9.9	1.15	4.83	11.39	B100
	2	2.4		1.15	2.76		
	3	2		1.15	2.3		
	4	1.3		1.15	1.495		
I4	1	5.5	9.9	1.15	6.325	11.39	B100
	2	3.2		1.15	3.68		
	3	1.1		1.15	1.265		
I5	1	23.3	23.3	1.15	26.795	26.80	B150

I6	1	20.1	20.1	1.15	23.115	23.12	B150
I7	1	31.6	31.6	1.15	36.34	36.34	B200
I8	1	12.4	17.6	1.15	14.26	20.24	B150
	2	5.2		1.15	5.98		
I9	1	2.9	7.2	1.15	3.335	8.28	A4
	2	2.8		1.15	3.22		
	3	0.9		1.15	1.035		
	4	0.6		1.15	0.69		
I10	1	14.3	15.3	1.15	16.445	17.60	B100
	2	1		1.15	1.15		
I11	1	18.2	24.1	1.15	20.93	27.72	B150
	2	3.9		1.15	4.485		
	3	1.2		1.15	1.38		
	4	0.8		1.15	0.92		
I12	1	20.3	21.3	1.15	23.345	24.50	B150
	2	0.9		1.15	1.035		
I13	1	8.8	10.2	1.15	10.12	11.73	A2
	2	1.3		1.15	1.495		
I14	1	14.5	14.5	1.15	16.675	16.68	B100
I15	1	17.3	17.3	1.15	19.895	19.90	B100
I16	1	20.9	20.9	1.15	24.035	24.04	B150

I17	1	10.9	18.1	1.15	12.535	20.82	B100
	2	7.2		1.15	8.28		
I18	1	15.8	15.8	1.15	18.17	18.17	B100
I19	1	31.2	33	1.15	35.88	37.95	B200
	2	1.8		1.15	2.07		
I20	1	5	8.8	1.15	5.75	10.12	A2
	2	3.8		1.15	4.37		
I21	1	6	10.2	1.15	6.9	11.73	A2
	2	4,2		1.15	4.83		
I22	1	7.1	15.6	1.15	8.165	17.94	B100
	2	4.6		1.15	5.29		
	3	2		1.15	2.3		
	4	1.9		1.15	2.185		
I23	1	20.1	20.1	1.15	23.115	23.115	B150
I24	1	29.3	29.3	1.15	33.695	33.695	B200
I25	1	34.7	34.7	1.15	39.905	39.905	B200
I26	1	20.4	23	1.15	23.46	26.31	B200
	2	2.5		1.15	2.875		
I27	1	6	10.1	1.15	6.9	11.73	B200

	2	4.2		1.15	4.83		
I28	1	15.9	15.9	1.15	18.285	18.285	B100
I29	1	27.3	27.3	1.15	31.395	31.395	B200
I30	1	2.4	2.4	1.15	2.76	2.76	A1
I31	1	13.9	13.9	1.15	15.985	15.985	B100
I32	1	17.4	20.3	1.15	20.01	23.34	B150
	2	2.9		1.15	3.335		
I33	1	34.6	34.6	1.15	39.79	39.8	B200
I34	1	23.5	26.5	1.15	27.025	30.45	B200
	2	1.7		1.15	1.955		
	3	1.3		1.15	1.495		
I35	1	18.6	18.6	1.15	21.39	21.39	B100
I36	1	13	13	1.15	14.95	14.95	B100
I37	1	19.4	19.4	1.15	22.31	22.31	B150
I38	1	30.6	30.6	1.15	35.19	35.19	B200
I39	1	13.4	13.4	1.15	15.41	15.41	B100
I40	1	19.6	19.6	1.15	22.54	22.54	B150
I41	1	21.6	21.6	1.15	24.84	24.84	B150
I42	1	25.5	25.5	1.15	29.325	29.325	B150

I43	1	28.9	28.9	1.15	33.235	33.235	B150
I44	1	13.2	13.2	1.15	15.18	15.18	B100
I45	1	28.8	28.8	1.15	33.12	33.12	B150
I46	1	17.9	17.9	1.15	20.585	20.585	B100
I47	1	18.5	30.6	1.15	21.275	35.19	B200
	2	12.1		1.15	13.915		
I48	1	25.6	25.6	1.15	29.44	29.44	B150
I49	1	10.6	18.3	1.15	12.19	21.45	B100
	2	7.7		1.15	8.855		
I52	1	32.8	32.8	1.15	37.72	37.72	B200
I53	1	5.4	6.7	1.15	6.21	7.75	A2
	2	1.3		1.15	1.495		
I54	1	20.5	20.5	1.15	23.575	23.575	B150
I55	1	10.5	10.5	1.15	12.075	12.075	B100
I56	1	5.8	9.6	1.15	6.67	11.4	B100
	2	3.8		1.15	4.37		
I57	1	12	12	1.15	13.8	13.8	B100
I58	1	8.9	17.5	1.15	10.235	20.1	B100
	2	8.6		1.15	9.89		
I63	1	18	33.1	1.15	20.7	38.06	B200
	2	15.1		1.15	17.365		
I64	1	14.1	22.4	1.15	16.215	25.76	B150

	2	8.3		1.15	9.545		
I65	1	19.4	19.4	1.15	22.31	22.31	B150
I66	1	17.8	17.8	1.15	20.47	20.47	B100
I67	1	22.8	22.8	1.15	26.22	26.22	B150
I68	1	16.6	16.6	1.15	19.09	19.09	B100
I69	1	7	13.8	1.15	8.05	15.8	B100
	2	6.8		1.15	7.82		
I70	1	11.9	11.9	1.15	13.685	13.69	B100
I71	1	8.1	14.4	1.15	9.315	16.56	B100
	2	6.3		1.15	7.245		
I72	1	13.8	13.8	1.15	15.87	15.87	B100
I75	1	8.3	16	1.15	9.545	18.4	B100
	2	7.7		1.15	8.855		
I73	1	17.5	17.5	1.15	20.125	20.125	B100
I74	1	20.9	20.9	1.15	24.035	24.035	B150
I76	1	16.7	16.7	1.15	19.205	19.205	B100
I77	1	14.2	21.5	1.15	16.33	24.84	B150
	2	7.4		1.15	8.51		
I78	1	9.5	18.4	1.15	10.925	21.16	B150
	2	8.9		1.15	10.235		
I91	1	25.9	29.3	1.15	29.785	33.69	B200
	2	3.4		1.15	3.91		

I92	1	21.2	29.1	1.15	24.38	33.17	B200
	2	7.9		1.15	9.085		
I93	1	10.2	24.5	1.15	11.73	28.17	B150
	2	8.2		1.15	9.43		
	3	6.1		1.15	7.015		
I94	1	28.4	28.4	1.15	32.66	32.66	B150

**Tableau VI.2** Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes

## **VI.4 Station de pompage**

### **VI.4.1 La station de pompage DRI**

L'emplacement de la station de pompage DR1 est alimentée par un piquage branché sur la conduite de transfert Harrach-Douera au Pk 5.1 juste au nord de la route nationale RN29.

Ces conditions hydrauliques :

- Côte d'aspiration : 124,3 NGA
- Côte de refoulement : 153,3 NGA
- Hauteur géométrique : 29 m

Le but est de choisir la pompe idéale adaptée à l'usage de notre projet.

### **VI.4.2 Fonctionnement de la pompe**

La pompe est destinée à transformer l'énergie donnée par le moteur d'entraînement en énergie hydraulique en projetant de l'eau en périphérie et par la suite un écoulement continu de la veine liquide.

### **VI.4.3 Choix du type de pompe**

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé  $Q_{app}$  et la hauteur HMT ;
- Meilleur rendement ;
- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids les plus faibles ;
- Vitesse de rotation la plus élevée ;
- Puissance absorbée minimale ;
- Placée en série ;

Dans notre projet on opte pour les pompes Italiennes (pompes à hautes pressions ) de marque CAPRARI qui sont fabriquées en série. En plus de ses avantages techniques et mécaniques, ce type de pompe nous assure le débit et la hauteur manométrique totale appelée avec une vitesse de rotation élevée.

### **VI.4.4 Choix du nombre de pompes**

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes minimal ;
- Meilleur rendement ;
- Charge nette d'aspiration requise (NPSH)<sub>r</sub> minimale ;
- Nombre d'étage minimal ;
- Puissance absorbée minimale.

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau suivant :

**Tableau VI.3** Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre

Nombre	Qpom (l/s)	HMT-pom (m)	Type de pompe	$\eta$ (%)	Vitesse de rotation (tr/min)	Pabs (Kwh)	NPSHr (m)
5	106.4	32.2	MEC-AZ 1/125A	68.4	2950	51.2	5.49
6	88.3	32	MEC-AZ 1/125A	70.8	2950	39.5	4

A partir du tableau, on déduit que la variante de six (06) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée, vitesse de rotation et (NPSH<sub>r</sub>).

#### VI.4.5 Choix du nombre de pompes de secours

D'après le choix du nombre de pompes, on détermine le nombre de pompes de secours. Les intervalles de nombre de pompes sont comme suit :

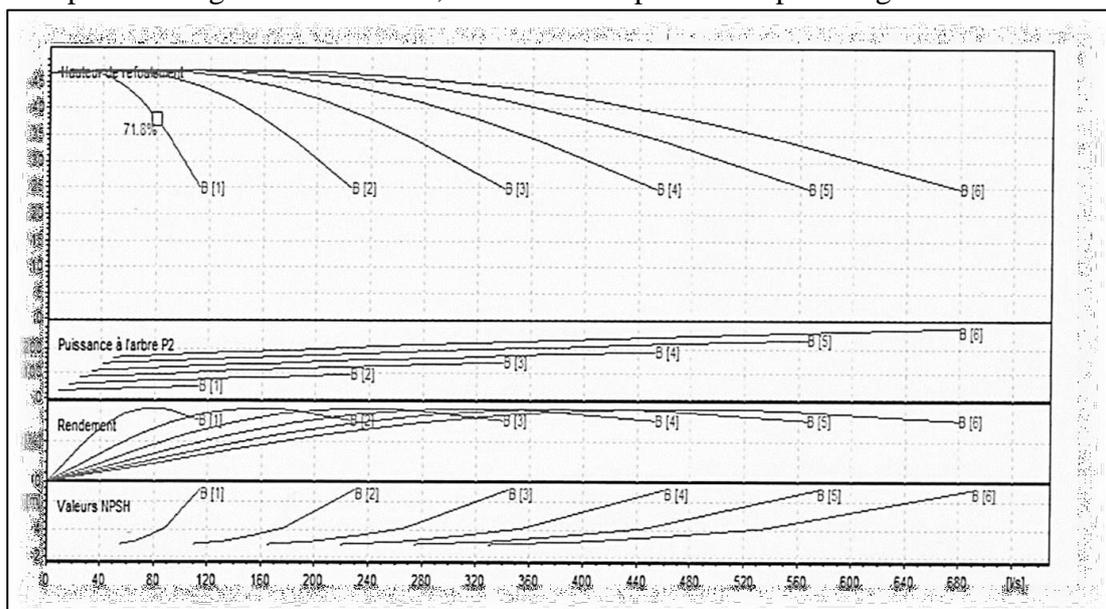
- Nombre de pompes  $n \leq 4$  une seule pompe de secours.
- Nombre de pompes  $4 < n \leq 6$  deux pompes de secours.
- Nombre de pompes  $n > 6$  trois pompes de secours.

#### Remarque :

On opte pour chaque ligne de pompage un nombre de six (06) en plus de deux pompes de secours. Ces huit (08) pompes sont identiques de type : MEC-AZ 1/125A.CAPRARI.

#### VI.4.6 Courbe caractéristiques de la pompe

Les pompes caractéristiques de la pompe [H-Q], [Pabs-Q], [ $\eta$ -Q], [(NPSH<sub>r</sub>-Q)], sont retirées à partir de logiciel CAPRARI ; ces courbes représentées par la figure suivante :

**Figure VI.1** Courbes caractéristiques de la pompe

### VI.4.7 Description de la pompe

- **Caractéristiques générales de la pompe (MEC-AZ 1/125A)**
  - Pompe centrifuge monocanal à axe horizontal.
  - Palier de base à roulement à bain d'huile.
  - Corps extérieur : en fonte.
  - Roue : en fonte.
  - Arbre : en acier au carbone protégé, au niveau de la garniture, par une bague d'usure interchangeable.
  - Garniture : à tresse, réglable à faible coefficient de frottement.
  - Poids de la pompe : 589 Kg.
- **Dimensions de la pompe :**  
Les dimensions de la pompe sont tirées directement du logiciel Caprari pump tutor. (**Voir Annexe 3 et 4**).
- **Caractéristiques du moteur**
  - Fréquence : 50HZ
  - Tension nominale : 400V
  - Vitesse nominale : 2950 tr/min
  - Nombre de pôles : 2
  - Puissance nominale P2 : 55 Kw
  - Classe d'isolement : F
  - Degré de protection : IP 55.

### VI.5 Dimensionnement du réseau de distribution

Après avoir calculé les débits des ilots, nous procédons au dimensionnement des conduites et qui doit répondre aux normes hydrauliques suivantes :

- **La vitesse admissible :**  
La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s et 2.5 m/s. Dans notre étude, on prend la vitesse admissible dans la conduite égale à 2 m/s.
- **Le calcul du diamètre :**  
Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de « LABYE » nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} * 100 \quad (V.3)$$

Avec :

- Q : Débit, exprimé en m<sup>3</sup>/s ;
- D : Diamètre exprimé en mm ;
- V : Vitesse économique de l'ordre de 2 m/s.

- **Calcul des pertes de charges :**  
Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, elle est donnée par l'expression suivante :

$$h_{pu} = \frac{L * Q^M}{D^N} * C \quad (V.4)$$

Avec :

$h_{pu}$  : perte de charge unitaire en m/ml ;

Q : débit en m<sup>3</sup>/s ;

D : diamètre de la conduite considérée ;

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations ;

C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière:

$$J = L * Q^M / D^N \quad (V.5)$$

**Tableau VI.4** Les paramètres de perte de charge

<b>K (mm)</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>
0.1	1.2	1.89	5.01
0.5	1.4	1.96	5.19
1	1.6	1.975	5.25

### VI.5.1 Choix du matériau des conduites

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

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

### VI.5.2 Caractéristiques des canalisations

#### VI.5.2.1 Conduites en fonte

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient sont :

- Coût relativement important.

#### VI.5.2.2 Conduites en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

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

Leur inconvénient est :

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

### **VI.5.3 Choix du matériau**

Dans le cas de notre étude, on choisira un matériau selon le diamètre de la conduite :

- Fonte pour les conduites de 400 à 1800 mm ;
- PEHD pour les conduites de diamètre inférieurs à 400 mm.

### **VI.5.4 Points spéciaux d'une conduite**

Les points spéciaux d'une conduite sont :

- Les points hauts, où seront installées des ventouses trifonctionnelles d'entrée et de purge d'air
- Les points bas, où dans quelques-uns, seront installés des dérivations pour le vidage exceptionnel de la conduite
- Les dérivations vers les branches
- Les sectionnements intermédiaires

## tribution

N° du tronçon		Longueur du tronçon L(m)	Surface	Débit spécifique Qsp (l/s)	Débit Q (l/s)	Débit Q (m³/s)	Diamètre calculé (mm)	Diam. norm (mm)	Vitesse réelle (m /s)	Perte de charge ΔH (m)	Perte charge total ΔHt (m)	Cote terrain aval Z (m)	Cote piezo (m)	Pression P (m)
Borne initiale	Borne finale													
BAR-RAGE	Réservoir	18162	5300	1.15	6095	6.1	1970.6	2000	1.9416	5.2240	5.7464	76.3	155.	78.7
Réservoir	N1	405	1460.3	1.15	1679.345	1.679345	1034.23716	1100	1.76711	0.6693	0.7362	78	154.2638	76.2638
N1	I4	54	10.9	1.15	12.535	0.012535	89.3536593	100	1.59600	1.4056	1.5461	78.2	152.1777	73.9777
N1	N2	325	1440	1.15	1656	1.656	1027.0234	1100	1.74254	0.5230	0.5753	79	153.6885	74.6885
N2	I3	44	11	1.15	12.65	0.01265	89.7626027	100	1.61064	1.1652	1.2817	79.3	152.4068	73.1068
N2	I2	180	8.8	1.15	10.12	0.01012	80.2861126	100	1.28851	3.1265	3.4392	81	150.2493	69.2493
N2	N3	823	1415	1.15	1627.25	1.62725	1018.06924	1100	1.71229	1.2814	1.4095	84.5	152.259	67.759
N3	I0	180	11.7	1.15	13.455	0.013455	92.5746385	100	1.71314	5.3563	5.8919	85	146.3671	61.3671
IO	I1	350	13.2	1.15	15.18	0.01518	98.3300046	100	1.93277	13.0819	14.3901	85.5	137.8689	52.3689
Réservoir	I15	190	78.4	1.15	90.16	0.09016	239.638794	250	1.83672	2.0895	2.2985	75	152.7	77.7
I15	N5	90	58.6	1.15	67.39	0.06739	207.180035	225	1.69488	0.9680	1.0647	74.1	151.6353	77.5353
N5	I16	480	22.7	1.15	26.105	0.026105	128.947232	150	1.47724	6.5559	7.2115	71.8	144.42	72.62
N5	N6	110	37.5	1.15	43.125	0.043125	165.735189	200	1.37271	0.9181	1.0099	73	150.63	77.63
N6	I17	205	19.7	1.15	22.655	0.022655	120.12467	125	1.84609	5.3394	5.8734	74.2	144.76	70.56
N6	I18	350	17.2	1.15	19.78	0.01978	112.244047	125	1.61181	7.0537	7.7591	72.1	142.87	70.77
Réservoir	I5	550	<b>168.3</b>	1.15	193.545	0.193545	351.108345	400	1.54018	2.4325	2.6758	<b>82.8</b>	152.32	69.52
I5	N7	250	168.3	1.15	193.545	0.193545	351.108345	400	1.54018	1.1057	1.2163	84	151.1	67.1
N7	I6	380	74	1.15	85.1	0.0851	232.817142	250	1.73364	3.7469	4.1216	90.5	146.98	56.48
I6	I7	390	34.4	1.15	39.56	0.03956	158.737054	200	1.25923	2.7652	3.0417	85.7	143.94	58.24

## tribution

N7	N8	250	83	1.15	95.45	0.09545	246.568811	250	1.94449	3.0622	3.3684	84.8	147.73	62.93
N8	I8	250	19.8	1.15	22.77	0.02277	120.429169	125	1.85546	6.5741	7.2315	88	140.49	52.49
N8	N9	250	84.4	1.15	97.06	0.09706	248.639611	250	1.97729	3.1606	3.4766	85	144.25	59.25
N9	I9	120	8.1	1.15	9.315	0.009315	77.0267552	100	1.18602	1.7821	1.9603	86.6	142.29	55.69
N9	N10	250	20	1.15	23	0.023	121.035869	150	1.30153	2.6877	2.9565	84.2	141.29	57.09
N10	I10	100	10	1.15	11.5	0.0115	85.5852836	100	1.46422	2.2117	2.4328	86.5	138.86	52.36
N10	I11	455	26.4	1.15	30.36	0.03036	139.059626	150	1.71802	8.2669	9.0936	84.5	132.2	47.7
N10	N11	245	68.3	1.15	78.545	0.078545	223.67088	250	1.60010	2.0762	2.2838	81	139.01	58.01
N11	I12	210	21.1	1.15	24.265	0.024265	124.319805	125	1.97729	6.2275	6.8502	80.5	132.16	51.66
N11	I13	28	26.9	1.15	30.935	0.030935	140.370302	150	1.75056	0.5271	0.5798	81.2	138.43	57.23
I13	I14	100	13.5	1.15	15.525	0.015525	99.4411134	100	1.97670	3.8999	4.2899	81.8	134.14	52.34
Réservoir	N12	1100	1115	1.15	1282.25	1.28225	903.725481	900	2.01556	2.9834	3.2817	73	151.72	78.72
N12	I19	130	21	1.15	24.15	0.02415	124.024859	150	1.36661	1.5326	1.6859	71.9	150.03	78.13
N12	N13	220	1100	1.15	1265	1.265	897.626027	900	1.9884	0.5816	0.6398	74	150.78	76.78
N13	I91	120	28.4	1.15	32.66	0.03266	144.230884	150	1.84817	2.5030	2.7533	73.6	148.03	74.43
N13	I20	150	9.8	1.15	11.27	0.01127	84.7251081	100	1.4349	3.1932	3.5125	77	147.27	70.27
N13	N14	220	900	1.15	1035	1.035	811.933291	800	2.05906	0.7181	0.7899	75	150	75
N14	I21	130	28.8	1.15	33.12	0.03312	145.243043	150	1.8742	2.7842	3.0626	76.2	146.94	70.74
I21	I22	400	17.5	1.15	20.125	0.020125	113.218688	125	1.6399	8.3292	9.1621	81	137.78	56.78
N14	N15	220	841	1.15	967.15	0.96715	784.868848	800	1.9240	0.6317	0.6949	73.3	149.31	76.01
N15	I92	12	26	1.15	29.9	0.0299	138.002123	150	1.6919	0.2118	0.2330	72	149.08	77.08
N15	I23	890	53.7	1.15	61.755	0.061755	198.329007	200	1.9657	14.6420	16.1062	82	133.2	51.2
I23	I24	400	62.3	1.15	71.645	0.071645	213.620593	250	1.45953	2.8489	3.1338	88	130.07	42.07
I24	I25	200	24.8	1.15	28.52	0.02852	134.779839	150	1.6139	3.2288	3.5517	86.7	126.52	39.82

## tribution

N15	N16	1080	833.3	1.15	958.295	0.958295	781.267548	800	1.90646	3.0477	3.3525	71	145.96	74.96
N16	I93	12	26.6	1.15	30.59	0.03059	139.585373	150	1.73103	0.2212	0.2433	70.8	145.72	74.92
N16	N17	380	53.2	1.15	61.18	0.06118	197.403528	200	1.94741	6.1421	6.7563	75.8	139.2	63.4
N17	I26	20	24.9	1.15	28.635	0.028635	135.0513	150	1.62040	0.3253	0.3579	75	138.83	63.83
N17	I27	200	11	1.15	12.65	0.01265	89.7626027	100	1.61064	5.2964	5.8260	75.3	133.37	58.07
N17	I28	480	17.3	1.15	19.895	0.019895	112.569865	125	1.62119	9.7802	10.7582	79.5	128.44	48.94
N16	N18	550	700.8	1.15	805.92	0.80592	716.466915	700	2.09414	2.1843	2.4027	71	143.56	72.56
N18	I29	20	47.5	1.15	54.625	0.054625	186.528801	200	1.73876	0.2609	0.2870	73	143.27	70.27
N18	N19	140	47.5	1.15	54.625	0.054625	186.528801	200	1.73876	1.8266	2.0092	72	141.56	69.56
N19	I30	350	2.7	1.15	3.105	0.003105	44.4714179	100	0.39534	0.6517	0.7169	70	140.84	70.84
N19	I31	340	11.1	1.15	12.765	0.012765	90.1696914	100	1.62529	9.1592	10.0751	75.7	131.48	55.78
N19	N20	550	673.3	1.15	774.295	0.774295	702.268844	700	2.01196	2.0251	2.2277	69.2	139.33	70.13
N20	I94	270	30	1.15	34.5	0.0345	148.23806	150	1.9523	6.2463	6.8710	65	132.46	67.46
N20	N21	500	668.2	1.15	768.43	0.76843	699.604074	700	1.99672	1.8148	1.9962	73.7	137.33	63.63
N21	N22	215	83.2	1.15	95.68	0.09568	246.865703	250	1.94917	2.6455	2.9101	74	134.42	60.42
N22	I32	170	21.1	1.15	24.265	0.024265	124.319805	125	1.9772	5.0413	5.5454	75	128.87	53.87
N22	N23	750	80.2	1.15	92.23	0.09223	242.374138	250	1.878	8.6097	9.4707	79	124.95	45.95
N23	I33	390	37.6	1.15	43.24	0.04324	165.956022	200	1.37637	3.2714	3.5985	82.7	121.35	38.65
N23	I34	360	28.9	1.15	33.235	0.033235	145.494982	150	1.88071	7.7607	8.5368	77.2	116.42	39.22
N21	N24	450	630	1.15	724.5	0.7245	679.312129	700	1.88257	1.4613	1.6074	77	135.73	58.73
N24	I35	15	20.2	1.15	23.23	0.02323	121.639543	125	1.89295	0.4096	0.4506	77.1	135.28	58.18
N24	N25	20	630	1.15	724.5	0.7245	679.312129	700	1.88257	0.0649	0.0714	77.2	135.72	58.52
N25	N26	980	83.6	1.15	96.14	0.09614	247.458418	250	1.95854	12.1685	13.3853	82	122.35	40.35
N26	I36	15	13.1	1.15	15.065	0.015065	97.9568344	100	1.91813	0.5527	0.6079	81.7	121.75	40.05

tribution

N26	I37	160	21.1	1.15	24.265	0.024265	124.319805	125	1.97729	4.7448	5.2192	85.2	117.15	31.95
N26	N27	150	78.2	1.15	89.93	0.08993	239.332937	250	1.83203	1.6417	1.8059	89.7	120.55	30.85
N27	I38	15	30.3	1.15	34.845	0.034845	148.977406	150	1.97182	0.3536	0.3890	89.5	120.2	30.7
N28	I39	150	15.2	1.15	17.48	0.01748	105.516624	150	0.9891	0.9600	1.0560	91	127	36
N25	N29	200	600	1.15	690	0.69	662.940756	700	1.79292	0.5923	0.6515	77	135.07	58.07
N29	I40	20	21.3	1.15	24.495	0.024495	124.907609	125	1.99603	0.6038	0.6641	77	134.41	57.41
N29	N30	850	582	1.15	669.3	0.6693	652.920924	700	1.73914	2.3763	2.6139	79	132.46	53.46
N30	I41	20	51.2	1.15	58.88	0.05888	193.65739	200	1.87420	0.3007	0.3308	78.5	132.13	53.63
N30	I42	500	27.7	1.15	31.855	0.031855	142.4423	150	1.80262	9.9485	10.9434	72	121.52	49.52
N30	N31	275	541	1.15	622.15	0.62215	629.502887	700	1.61662	0.6697	0.7366	79.2	131.72	52.52
N31	I46	29	19.5	1.15	22.425	0.022425	119.513344	150	1.26899	0.2972	0.3269	79	131.39	52.39
N31	N32	525	77.3	1.15	88.895	0.088895	237.951716	250	1.81095	5.6216	6.1837	87.2	125.54	38.34
N32	I43	20	31.4	1.15	36.11	0.03611	151.657509	150	2.0434	0.5043	0.5548	87.3	125	37.7
N32	I44	285	14.3	1.15	16.445	0.016445	102.345114	150	0.93059	1.6253	1.7878	92	128.76	36.76
N32	I45	300	31.3	1.15	35.995	0.035995	151.415823	200	1.14575	1.7793	1.9573	91.4	128.23	36.83
N31	N33	250	521	1.15	599.15	0.59915	617.757399	700	1.55686	0.5669	0.6236	80.5	131.1	50.6
N33	I47	20	30.2	1.15	34.73	0.03473	148.731366	150	1.9653	0.4685	0.5154	80.2	130.52	50.32
N33	N34	450	501.3	1.15	576.495	0.576495	605.965566	700	1.49799	0.9488	1.0437	72.3	130	57.7
N34	I48	425	48.7	1.15	56.005	0.056005	188.870258	200	1.7826	5.8127	6.3940	72	123.6	51.6
I48	I49	450	19.9	1.15	22.885	0.022885	120.7329	125	1.8648	11.9466	13.1413	70.8	116.66	45.86
N34	N35	335	495.2	1.15	569.48	0.56948	602.267478	600	2.0141	1.4940	1.6434	80	122	42
N35	N36	310	84	1.15	96.6	0.0966	248.049718	250	1.9679	3.8841	4.2725	84.1	120.3	36.2
N36	I52	100	43.2	1.15	49.68	0.04968	177.885671	200	1.5813	1.0905	1.1995	85	119.4	34.4
I52	I53	460	7.6	1.15	8.74	0.00874	74.6115204	100	1.1128	6.0564	6.6620	85.5	122.3	36.8

## tribution

N36	I54	100	22.3	1.15	25.645	0.025645	127.806083	125	2.089	3.2923	3.6215	84	121.3	37.3
N36	N37	210	42	1.15	48.3	0.0483	175.397637	200	1.5374	2.1713	2.3884	89	132.12	43.12
N37	I55	20	11.4	1.15	13.11	0.01311	91.380077	100	1.6692	0.5666	0.6233	89.9	131.52	41.62
N37	I56	150	10.6	1.15	12.19	0.01219	88.1154425	100	1.55207	3.7037	4.0741	89.7	128.05	38.35
N35	N38	350	345	1.15	396.75	0.39675	502.699718	500	2.0206	1.9653	2.1618	80	126.01	46.01
N38	I57	300	28.1	1.15	32.315	0.032315	143.467078	150	1.82865	6.1331	6.7464	72	120	48
I57	I58	400	19.1	1.15	21.965	0.021965	118.281215	125	1.7898	9.8268	10.8095	68.9	109.12	40.22
N38	N39	750	331	1.15	380.65	0.38065	492.394384	500	1.9386	3.8942	4.2836	81	122.12	41.12
N39	N40	170	78.62	1.15	90.413	0.090413	239.974786	250	1.8418	1.8795	2.0675	79	120.98	41.98
N40	I63	20	36	1.15	41.4	0.0414	162.386658	200	1.3178	0.1545	0.1700	79.1	120.5	41.4
N40	I64	20	24.3	1.15	27.945	0.027945	133.414254	150	1.58136	0.3107	0.3418	78.5	119.89	41.39
N40	N41	400	42.7	1.15	49.105	0.049105	176.853244	200	1.5630	4.2670	4.6938	73.2	116.28	43.08
N41	I65	20	21.1	1.15	24.265	0.024265	124.319805	150	1.37311	0.2379	0.2617	73	116.1	43.1
N41	I66	100	19.3	1.15	22.195	0.022195	118.898876	150	1.2559	1.0051	1.1056	74	115.2	41.2
N39	N42	650	320	1.15	368	0.368	484.143475	500	1.8742	3.1661	3.4827	84.2	121.14	36.94
N42	I67	50	24.8	1.15	28.52	0.02852	134.779839	150	1.61390	0.8072	0.8879	84	120.87	36.87
N42	N43	400	215	1.15	247.25	0.24725	396.842634	400	1.9675	2.8104	3.0914	84.1	120.2	36.1
N43	I68	170	79.3	1.15	91.195	0.091195	241.010347	250	1.85780	1.9104	2.1014	81.7	118,7	37
I68	I69	300	55	1.15	63.25	0.06325	200.715281	200	2.013310	5.1638	5.6801	79	113.4	34.4
I69	N44	400	51.6	1.15	59.34	0.05934	194.412392	200	1.888850	6.1028	6.7130	72.3	112.98	40.68
N44	I70	190	12.9	1.15	14.835	0.014835	97.2061962	100	1.88885	6.7997	7.4796	73	107.15	34.15
N44	I71	220	15.7	1.15	18.055	0.018055	107.238053	150	1.0217	1.4968	1.6465	73.6	105.24	31.64
N44	I72	440	15	1.15	17.25	0.01725	104.820137	125	1.40565	6.8464	7.5311	67.7	103.12	35.42
N43	I73	285	72.3	1.15	83.145	0.083145	230.127353	250	1.6938	2.6894	2.9583	87	124.3	37.3

## tribution

I73	I74	385	22.7	1.15	26.105	0.026105	128.947232	150	1.47724	5.2584	5.7842	94.2	131.21	37.01
N43	N45	435	123.43	1.15	141.9445	0.1419445	300.683404	300	2.0081	4.5250	4.9775	85.5	122.12	36.62
N45	I75	310	17.4	1.15	20.01	0.02001	112.894743	150	1.1323	2.5615	2.8177	82.1	120.1	38
N45	I76	180	67.3	1.15	77.395	0.077395	222.027427	250	1.5766	1.4834	1.6317	90.1	130.32	40.22
I76	N46	250	51.13	1.15	58.7995	0.0587995	193.524962	200	1.8716	3.7488	4.1237	88.7	129.34	40.64
N46	I77	300	23.4	1.15	26.91	0.02691	130.920309	150	1.5227	4.3395	4.7735	93.5	129.8	36.3
N46	I78	50	20	1.15	23	0.023	121.035869	150	1.3015	0.5375	0.5913	89	125.11	36.11

**Tableau VI.5** Dimensionnement du réseau de distribution

## VI.6 Pièces spéciales

### VI.6.1 Vannes de sectionnement

Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation. Il est prévu d'installer des vannes de sectionnement au départ de toutes les branches et des sous branches importantes (**Voir annexe 5**).

### VI.6.2 Ventouses

Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et sont placées aux points hauts des aductions et systématiquement entre deux vannes. Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite. (**Voir annexe 6**).

Elle est portée sur le profil en long et désignée par le diamètre de l'orifice assurant l'évacuation de l'air. La mise en place de ventouses à chaque point haut, espacées de 500 mètres au maximum, est également indispensable.

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

**Tableau VI.6** Choix de la ventouse

DIAMETRE DE LA CONDUITE	TYPE DE VENTOUSE
$D < 500$ mm	D 80 mm
$600 < D < 900$ mm	D 100 mm
$900 < D < 1200$ mm	D 150 mm
$D > 1200$ mm	D 200 mm

### VI.6.3 Vidange

Les vidanges sont placées en des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau. Pour les branches extrêmes de petit diamètre la vidange sera faite par pompage vu les faibles volumes à évacuer ou par des bornes placées à des points bas. (**Voir annexe 8**).

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

**Tableau VI.7** Choix de la vidange

Diamètre de la conduite	Type de vidange
$100 < D < 500$ mm	D 100 mm
$600 < D < 800$ mm	D 150 mm

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction ainsi que les calculs hydrauliques des canalisations.

Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 79 îlots d'irrigation alimentés chacun par une borne d'irrigation, avec une superficie totale de 1609 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système de refoulement et d'adduction du périmètre d'étude, ce qui a permis d'estimer les pressions aux bornes.

Ces pressions sont généralement satisfaisantes et dans certains cas supérieures à 2.5 bars, ce qui permet l'introduction de réseaux d'irrigation performants tels que l'aspersion et le goutte à goutte.

## Ⅴ Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation

### Introduction

Le choix du système d'irrigation est le problème le plus délicat pour la bonne répartition des eaux, provenant de différentes sources, sur le sol de façon que les plantes puissent tirer le maximum d'eau.

Dans ce chapitre on va étudier les différentes techniques d'irrigation puis on va choisir la celle qui correspond le mieux avec les caractéristiques de notre périmètre

### VII.1 Choix des techniques d'irrigation :

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et site celle-ci :

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

### VII.2 Les différentes techniques d'arrosages :

Les techniques d'arrosage ont été classées en trois classes.

1. L'irrigation gravitaire ou de surface ;
2. L'irrigation par aspersion ;
3. L'irrigation par micro-irrigation (goutte à goutte). (**Tiercelin,1998**)

#### VII.2.1 Irrigation gravitaire :

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

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion et infiltration.

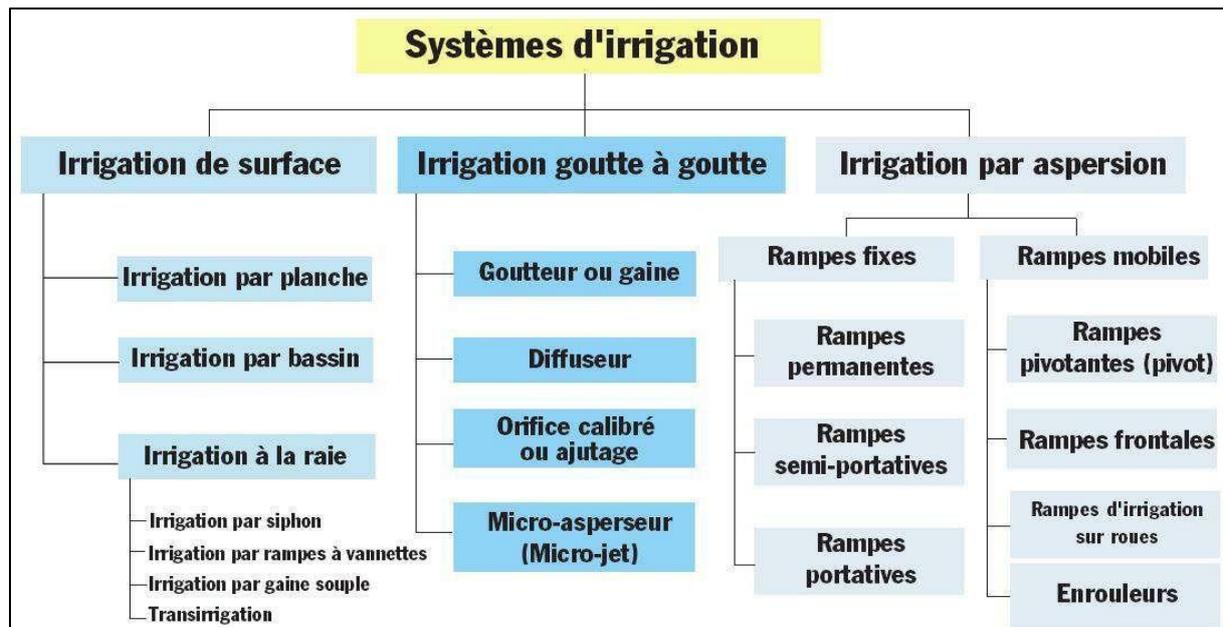


Figure VII.1 Systèmes d'irrigation (AQUAG à Marrakech)

#### VII.2.1.1 L'irrigation par ruissellement :

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

#### VII.2.1.2 L'arrosage par infiltration (à la raie) :

C'est une méthode qui consiste à faire distribuer l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

#### VII.2.1.3 L'arrosage par submersion :

Le principe consiste à donner au sol une couche d'eau plus au moins épaisse, qu'on laisse séjourner pendant le temps nécessaire pour qu'elle pénètre par infiltration à la profondeur utile permettant ainsi au sol de mettre une réserve d'eau indispensable au développement des cultures.

#### VII.2.1.4 Avantages et les inconvénients de l'irrigation gravitaire :

- Avantages :
  - Coût d'investissement relativement faible.
  - Besoins en énergie faibles ou nul.
  - Insensible au vent.
  - Bonne adaptation aux eaux usées.
  - Les végétaux ne sont pas mouillés ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire.
- Inconvénients :
  - Perte importante d'eau.
  - Temps d'irrigation important.
  - Nécessité de nivellement du terrain.

- Main d'œuvre importante.

## **VII.2.2 L'irrigation par aspersion :**

L'irrigation par aspersion projette l'eau et tombe à la surface du sol sous forme de fines gouttelettes.

C'est un réseau de conduites sous pression portant des asperseurs ou de buses, conçu pour projeter des jets ou pulvériser de l'eau sous forme de fines gouttes à la surface du sol.

### **VII.2.2.1 Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :**

- **Avantage :**
  - Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation ;
  - Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie ;
  - Elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation ;
  - Elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée ;
  - Elle met à la distribution des exploitations des conditions d'arrosage très souples ;
  - Possibilité d'automatisation ;
  - Bonne adaptation à tous les types de sol.
- **Inconvénients :**
  - Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication ;
  - Elle favorisait l'évaporation et le développement des mauvaises herbes ;
  - L'eau donnée en pluie passe le sol et provoqué la formation d'une croûte superficielle.

### **VII.2.2.2 Différentes installations à la parcelle :**

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

- L'installation totalement fixe,
- L'installation totalement mobile.

Dans l'installation fixe, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont fixés de façon permanente, ce qui limite une main d'œuvre, mais occasionne des investissements très élevés.

### **VII.2.2.3 Couverture totale et couverture intégrale :**

Dans la couverture totale, qui est le dispositif le plus utilisé, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toute la tuyauterie, celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Dans ce cas, seuls les asperseurs doivent être déplacés.

Dans le cas d'une couverture totale la parcelle à arroser est entièrement couverte par des conduites et des arroseurs à poste fixé, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

### VII.2.3 L'irrigation localisée (Goutte à Goutte) :

La micro irrigation ou « irrigation localisé », appelée aussi goutte à goutte consiste à distribuer par un réseau de canalisations sous faible pression, apportant l'eau à un voisinage immédiat des plantes cultivées.

#### VII.2.3.1 Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :

- Avantages :
  - Rendement des cultures importants ;
  - Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle ;
  - Très faible besoin de main d'œuvre ;
  - Insensibilité au vent ;
  - Economie d'engrais ;
  - Compatible à l'automatisation.
- Inconvénients :
  - Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation ;
  - Coût très élevé du matériel ;
  - Risque d'obstruction des goutteurs ;
  - Nécessité d'une main d'œuvre spécialisée ;
  - Incompatible avec les cultures en plein champ.

### VII.3 Choix de la technique d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage. Une analyse multicritère des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée.

**Tableau VII.1** Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

Contraintes	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
-Evaporation	+	++	+++
-Vent (1.9 m/s)	+++	+	+++
-Texture (argileux-limoneuse)	++	++	+++
-Perméabilité (bonne)	++	+++	+++
-Pente	+	++	+++
-Qualité d'eau (moyenne)	++	++	+
-Cultures :			
• Maraîchage	+++	+++	+++

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Céréales</li> <li>• Arbres</li> </ul> <p>-Contraintes économiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• économie d'eau</li> </ul>	<p>x</p> <p>+++</p> <p>x</p>	<p>+++</p> <p>X</p> <p>++</p>	<p>x</p> <p>+++</p> <p>+++</p>
--	------------------------------	-------------------------------	--------------------------------

**Remarque :**

x : inadéquat ou déconseillé ;

+: Adapté avec réserve;

++ : Adapté ;

+++ : Très Adapté.

**Conclusion :**

En vue des conditions climatiques de la zone d'étude, le type de substrat et des préférences écologiques (intervalles écologiques des cultures disponibles, et les quantités d'eau disponible). Nous pouvons opter pour des techniques d'irrigation par goutte à goutte et par aspersion.

## Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

### Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, pour cela il faut réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Quel que soit l'origine de l'eau (nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), il faut bien la répartir sur le sol de façon a ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant on doit envisager un choix minutieux du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage en compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

L'objectif du présent chapitre, est le calcul des installations d'irrigation à la parcelle, pour l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée dont les calculs vont être portés sur une parcelle type.

### VIII.1 Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion

Le dimensionnement par aspersion, nécessite au préalable la quantification de certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique.

#### VIII.1.1 Données générales

- **Choix de la culture** : étant donné les cultures mises en places sont très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation du blé par aspersion.
- **Choix de la parcelle** : la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est située l'ilot N°4, la parcelle P02 est d'une superficie de 3.2 ha, qui dispose d'une pression aux bornes de 7.4bars.
- **Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.
- **Temps de travail** : 22 heures par jour, et 26 jours par mois
- **Besoins en eau de pointes** : 136.9 mm pour le mois de juin.
- **Perméabilité du sol** : le sol est de type limoneux-argileux avec une perméabilité estimée de :  $K=7\text{mm/h}$ .

**Calcul de la Dose pratique** : La RFU est calculée comme suit

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

Y : degré de tarissement : égal à  $\frac{2}{3}$

Da : densité apparente : égale à 1.4

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

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

Hpf : humidité au point de flétrissement (13%).

$$RFU = \frac{(27-13)}{100} \times 1.4 \times 0.6 \times \frac{2}{3} \times 1000 = \mathbf{78.4\text{ mm}}$$

### VIII.1.2 Dimensionnement théorique

#### Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol  $K = 7 \text{ mm/h}$ .

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

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

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots \text{(VII.2)}$$

D'où :  $d = \frac{1.04 \times 7}{1.5} = \mathbf{4.85 \text{ mm}}$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (Annexe 2), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **4.8mm**.

#### Calcul de la portée du jet (L)

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

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

Tel que :

$d$  : diamètre de la buse en (mm)

$h$  : pression de la buse en (m), dans notre cas  $h=3.0 \text{ bars} = 30 \text{ m}$ .

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 30^{0.25} = \mathbf{15.38 \text{ m}}$$

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

D'après le catalogue du fournisseur Perrot (Annexe 2), pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression de service minimale de **3.0 bars** la portée calculée est de **16,0m**.

#### Ecartement entre les rampes et les arroseurs :

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

- L'écartement  $E_l$  entre les lignes d'arrosage est égal a 1,25 L pour un vent faible et à 1,02 L pour un vent fort.
- L'écartement  $E_a$  entre les arroseurs sur la rampe est égal a 0,8 L pour un vent faible et à 0,5 L pour un vent fort.

Notre zone d'étude présente des vitesses de vents oscillant entre 2.0 et 3.1 m/s, qui correspondent à des conditions de vent peu violents, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1.25 \times 16 = \mathbf{20 \text{ m}}$$

$$E_a = 0.8 \times 16 = \mathbf{12.8 \text{ m}}$$

On prend les valeurs normalisées des écartements, d'où :

$$E_l = \mathbf{18 \text{ m}}$$

$$E_a = \mathbf{12 \text{ m}}$$

**Calcul du debit de l'asperseur :**

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

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times \sqrt{2gh}$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8)^2}{4} \times \sqrt{2 \times (9.81) \times 30} = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 1.50$$

**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 :

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

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie  $P \leq K = 7 \text{ mm/h}$ .

**Calcul du tour d'eau :**

$$T_{eau} = \frac{\text{Dose}_{\text{RFU}} \times \text{NJ}}{B_{\text{pointe}}}$$

Avec :

$$\text{Dose}_{\text{RFU}} = 78.4 \text{ mm}$$

$$B_{\text{pointe}} = 136.9 \text{ mm}$$

$$T_{eau} = \frac{78.4 \times 26}{136.9} = 14.89 \text{ jours}$$

Donc le nombre d'irrigation sera égal à 2 irrigations par mois, soit chaque 15 jour.

$$\text{Efficience d'irrigation} = \mathbf{0.75}$$

$$\text{Besoin journalier} = 136.9/30 = \mathbf{4.56 \text{ mm}}$$

$$\text{La nouvelle dose réelle} = 10 \times 4.56 = \mathbf{45.6 \text{ mm}}$$

$$\text{La nouvelle dose brute} = 44.6/0.75 = \mathbf{60.8 \text{ mm}}$$

Le temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration :

$$T_a = \frac{\text{dose brute}}{P}$$

Pour  $P = 7 \text{ mm/h}$  on aura :

$$T_a = 60.8/7 = 8.69 \text{ le temps d'arrosage est de } \mathbf{9 \text{ heures.}}$$

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour chaque asperseur .

**Calcul de l'unité d'arrosage  $S_u$  :**

La surface unitaire arrosée ou unité de surface se calcule comme suit :

$$S_u = \frac{S}{T \times n}$$

$$S_u = \frac{3.2}{15 \times 2} = 0.11 \text{ Ha}$$

Nombre d'asperseurs requis :

$$N_{asp} = \frac{\text{Surface a arroser (m}^2\text{)}}{\text{Implantation}}$$

$$N_{asp} = \frac{0.11 \times 10000}{18 \times 12} = 6 \text{ asperseurs}$$

### Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_i \times E_a$$

$$V = \frac{2 \times 2 \times 78.4 \times 18 \times 12}{1000} = 67.74 \text{ m}^3$$

### VIII.1.3 Dimensionnement hydraulique des rampes

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion, dans notre cas nous avons : la longueur du terrain est de 200m, la largeur du terrain est de 160 m.

La longueur de la rampe :

$$L_r = \frac{\text{Largeur du terrain}}{2} - \frac{E_a}{2}$$

$$L_R = \frac{160}{2} - \frac{12}{2} = 74 \text{ m}$$

$$L_r = 74 \text{ m}$$

#### a) Le nombre d'asperseurs par rampe

$$N_{asp/rampe} = \frac{L_r}{E_a}$$

$$N_{asp/rampe} = \frac{74}{12} = 6 \text{ asperseurs}$$

#### b) Nombre de rampes :

$$N_{rampe} = \frac{N_{asp}}{N_{asp/rampe}} = 1 \text{ rampe}$$

Donc on travaille avec une seule rampe

#### c) Débit des rampes :

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times \text{nbre d'asperseur par rampe}$$

$$Q_{rampe} = 1.50 \times 6 = 9 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### d) Débit de la porte rampe :

$$Q_{porte rampe} = Q_{rampe} \times N_{rampes}$$

$$Q_{porte rampe} = 9 \times 1 = 9 \text{ m}^3$$

**e) Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe :**

Pour l'estimation du diamètre des canalisations on prend une vitesse  $V \leq V_{ADM}$ ,  
 $V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] m/s$

On suppose que  $V = 1.5$  m/s et on calcule le diamètre des canalisations :

$$D_{pr} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 2.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} = 0.046 \text{ m}$$

**f) Calcul des pertes de charge :**

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

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

Avec :

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

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

$C_H$  : coefficient equivaut à 130.

Pour la rampe on a :  $L=74$  m,  $D= 0.046$  m,  $Q= 0.0025$  m<sup>3</sup>/s

Pour le porte rampe on a :  $L= 160$  m,  $D=0.046$  m,  $Q=0.0025$  m<sup>3</sup>/s

L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement ( $P=3$  bars,  $=30$  m) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit  $\Delta H = 6$ m.

Pour une perte de charge totale de 0.128 m, la règle de Christiansen est donc respectée.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau VIII.1** Résultat du calcul pratique d'aspersion

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	160	47
Diamètre (mm)	50	50
Débit (m <sup>3</sup> /h)	9	9
Vitesse (m/s)	1.27	1.27
Perte de charge totale(m)	0.064	0.064

**VIII.1.4 Calcul de la pression en tête du réseau**

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

$H$  : pression à la tête de la parcelle.

$H_1$ : Pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

$H_2$ : Perte de charge totale de la rampe

$H_3$  : La dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=30+0.128+0=30.128 \text{ m}$$

$H = 3.012$  bars, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de plus de 7.0 bars.

## VIII.2 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

Dans cette deuxième partie qui concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte appelé aussi système d'irrigation localisé, nous avons choisis d'étudier la culture du pommier et cela par l'intermédiaire des caractéristiques calculées précédemment.

### VIII.2.1 Données générales :

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail [Ollier et Poirre, 1983]

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°9, la parcelle N°2 dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5.56 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 2.8 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

- La culture : agrumes
- Besoin de pointe : 184.47 mm en juillet
- Caractéristiques de la surface occupées par le pommier :
  - Surface : 2.8 ha
  - Longueur : 200m
  - Largeur : 140 m
- Organisation du réseau : Avec un écartement de 4\*4m, et un espacement des goutteurs 2 m et 2 goutteurs pour chaque arbre.
- Caractéristique du goutteur :
  - Débit nominal : 4l/h
  - Pression nominal : 10 m.c.e
  - Espacement des goutteurs : 2 m
  - Le nombre de goutteurs par arbre : 2

### VIII.2.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

#### VIII.2.2.1 Influence du taux de couverture du sol :

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite :

On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction :  $K_r$ .

$K_r$  dépend du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) par les plantes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983]:

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$Kr = \frac{Cs}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0.1 + Cs$$

On prévoit un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$$K_r = 0.70 \text{ Selon KELLER et KARMELI}$$

$$K_r = 0.80 \text{ Selon Freeman et Garzoli}$$

$$K_r = 0.70 \text{ Selon Decroix (CTGREF)}$$

On prendra un coefficient  $Kr = 0.80$

$$B_{jl} = B_j \times K_r$$

Le besoin maximum = 184.47 mm (mois de pointe juillet)

$$B_{jl} = 6.149 \times 0.8 = 4.92 \text{ mm/j}$$

### Dose nette (Dose pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur  $h$  [Ollier & Poirée, 1981].

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

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

Tel que :

$H_{cc}$  : humidité a la capacité au champ (27%).

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (13%).

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

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

$D_a$  : Densité apparente 1.4.

$P$  : Pourcentage du sol humidifié.

$$P\% = \frac{n \cdot Spd \cdot Sh}{Sa \cdot Sr}$$

Avec :

$P$  : Volume du sol humidifié.

$N$  : Nombre de point de distribution par arbre.

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

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée.

$S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre.

$S_a$  : espacement des arbres sur les rangs.

$$P\% = 25 \%$$

Donc :

$$D_p = (27 - 13) \times \frac{2}{3} \times 1500 \times 1.4 \times 25 \% = 49 \text{ mm}$$

**a. Calcul de la dose brute**

$$D_{brute} = \frac{D_p}{C_u \times E_{ff}}$$

Avec :

$C_u$ : coefficient d'uniformité qui est égal a 90%

$E_{ff}$ : efficacité du réseau d'irrigation qui est égal a 90%

D'où :

$$D_{brute} = \frac{49}{0.9 \times 0.9} = 60.49 \text{ mm/mois}$$

**b. Calcul de la fréquence d'arrosage**

La fréquence d'arrosage est en fonction du besoin journalier qu'il faut satisfaire et de la dose réelle nette, elle est donnée par la formule suivante :

$$F_r = \frac{\text{dose nette}}{B_{jl}}$$

$$F_r = \frac{49}{4.92} = 9.96 \text{ jours}$$

Donc on prend  $F_r = 10 \text{ jours}$ , et on recalcule la nouvelle dose réelle nette tel que:

$$D_r = 10 \times 4.92 = 49.2 \text{ mm}$$

La nouvelle dose brute est alors égale a:

$$D_{brute} = \frac{49.2}{0.9 \times 0.9} = 60.74 \text{ mm/mois}$$

**c. La durée d'arrosage par mois**

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g}$$

Avec :

$S_d$  : Espacement entre les distributeurs.

$S_R$  : Espacement entre les rangs.

$n$  : le nombre des goutteurs.

$Q_g$  : Débit des goutteurs.

$$\theta = \frac{60.74 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = 60.74 \text{ heures/mois}$$

**d. Durée d'arrosage journalier**

$$D_j = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{F_r}$$

$$D_j = \frac{60.74}{9.96} = 6.1 \text{ heures/jours}$$

**e. Nombre de postes**

Le nombre de postes par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{6.1} = 3.6 \text{ postes}$$

On prend **4** postes

**f. La surface du poste**

La surface du poste est définie par la formule suivante :

$$S_p = \frac{\text{La surface totale}}{\text{Le nombre de postes}} = \frac{2.8}{4} = 0.7 \text{ ha}$$

A partir de cette surface, on peut déduire les dimensions nécessaires des rampes et des portes rampes

### VIII.2.3 Calculs hydrauliques

**a) Conditions hydrauliques de base :**

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

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

La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^X$$

Avec :

K : constante dimensionnelle donnée par le fabricant

H : la pression dans la rampe en mètre colonne d'eau

X : exposant caractérisant le goutteur

X= 0.3 a .8 pour les goutteurs non autorégulant, pour les goutteurs autorégulant

X est voisin de 0, dans notre cas on prend X=0.5.

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

Avec :

$q(g)$  : Débit nominal du goutteur

$H(n)$ : Pression nominale

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

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

**b) Le débit :**

$$Q_r = Q_g \times N_g$$

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

Avec :

$Q_r$  : debit de la rampe (l/h)

$Q_{pr}$  : debit du porte rampe (l/h)

$Q_g$ : débit du goutteur (l/h)

$N_r$ : nombre de rampes

$N_g$ : nombre de goutteurs

Le porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle, donc on a :

La longueur de la rampe est de : 100 m

La longueur de la porte rampe est de : 140 m

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

$$N_{arbres/rampe} = \frac{Lr}{E_R} = \frac{100}{4} = 25 \text{ arbres}$$

**d) Le nombre de goutteurs par rampe :**

$$N_{goutteurs/rampe} = N_{arbres} \times n = 25 \times 2 = 50 \text{ goutteurs}$$

**e) Le nombre des rampes :**

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{140}{4} = 35 \text{ rampes}$$

**f) Débit de la rampe :**

Les débits des goutteurs sont de 1 à 8 l/h et ils ont une pression de 1 bar. En pratique, on utilise le plus souvent 2 l/h pour les cultures maraîchères et 4 l/h pour les cultures pérennes.

$$Q_r = Q_g \times N_g$$

$$Q_r = 4 \times 50 = 200 \text{ l/h}$$

**g) Débit de la porte rampe :**

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

$$Q_{pr} = 200 \times 35 = 7000 \text{ l/h}$$

**h) Le nombre de porte rampe :**

$$N_{pr} = 1 \text{ porte rampe}$$

**i) Débit de la conduite tertiaire :**

$$Q_{ct} = Q_{pt} \times N_{pr}$$

$$Q_{ct} = 7000 \times 1 = 7000 \text{ l/h}$$

#### VIII.2.4 Dimensionnement des canalisations du réseau

Les rampes et les portes rampes sont généralement fabriquées en polyéthylène de basse densité ou bien en polyéthylène de haute densité, et qui sont conçues pour résister à des pressions nominales de 4 à 6 bars.

- La conduite tertiaire (conduite d'approche) :

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

- Porte-rampes :

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

- Les rampes :

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

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

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

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

Avec :

Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe

Q(r) : le débit de la rampe en l/h

L(r) : la longueur de la rampe en m

Ør (cal) : le diamètre de rampes

Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe

La répartition de la perte de charge est :

Sur les portes rampes p.d.c (pr) = 0.6 mce

Sur les rampes p.d.c (r) = 1.2 mce

### VIII.2.5 Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm, Perte de charge selon hazen-williams.

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

Avec:

L: longueur de la conduite

Q : débit en (l/h)

D : diamètre intérieur de a canalisation

### VIII.2.6 Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge

#### a) Calcul du diamètre :

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

$$\phi r(cal) = 12.36 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 16 mm.

#### b) Vérification de la perte de charge :

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

$CW=140$  PEBD,  $L= 100$  m,  $D=0.016$  m,  $Q= 200$  l/ h =  $4.67 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s

$\Delta H_{\text{Rampe}} = 0.72$  m

La valeur de la perte de charge est inférieure à 1.2 m.c.e (hr max) et remarque que la perte de charge ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

### VIII.2.7 Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge

#### a) Calcul du diamètre :

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

$$\phi pr(cal) = 56 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 63 mm.

#### b) Vérification de la perte de charge :

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

$CW=140$  PEBD,  $L= 140$  m,  $D=0.063$  m,  $Q= 7000$  l/ h =  $1.77 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/s

$\Delta H_{\text{Porte rampe}} = 0.92$  m

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 1.64 m, sont inférieures à 1.8m. On remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

### VIII.3 Calcul du diamètre de la conduite tertiaire

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

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

Avec :

Q : débit de la conduite considérée (m<sup>3</sup>/s)

V : vitesse d'écoulement (m/s)

**Tableau VIII.2** Calcul du diamètre de la conduite tertiaire

Culture	Surface m <sup>2</sup>	L(m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
<b>Agrumes</b>	20000	213	0.0019	1.05	<b>48,55</b>	63	<b>0.61</b>	0.097

#### VIII.3.1 La pression d'eau a la borne de distribution

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

Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable :

**Tableau VIII.3** Tableau récapitulatif

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	<b>100</b>	<b>140</b>	15
Diamètre(m)	0.016	0.063	0.063
Débit (m <sup>3</sup> /s)	$4.67 \times 10^{-5}$	$1.77 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-3}$
Pertes de charge(m)	<b>0.72</b>	<b>0.92</b>	0.097

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

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

$$P(m) = 10 + 0.72 + 0.92 + 0.097 = \mathbf{11.65 \text{ m}}$$

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

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation a la parcelle, deux systèmes ont été étudiés : l'aspersion et le goutte à goutte.

En ce qui concerne le réseau d'irrigation par aspersion deux paramètres doivent être pris en compte : la perméabilité du sol et la vitesse du vent.

Dans notre cas, nous avons choisi d'irriguer la culture du blé par le système d'aspersion.

Pour l'irrigation localisée, on doit tenir en compte les facteurs agronomiques et hydrauliques afin d'aboutir à un bon dimensionnement.

Pour ce réseau nous avons choisi l'irrigation une parcelle des agrumes.

## Chapitre VIII : Calcul technico-économique

### Introduction

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain, et cela par la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

- Conduite d'adduction.
- Réseau de distribution.
- Réseau d'irrigation.

### IX.1 Les différents travaux à entreprendre

#### IX.1.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseau distribution sont :

- **Exécution des tranchées**

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

- **Pose du lit de sable**

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 12 cm dans notre cas.

- **Pose des conduites**

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour ne pas avoir des difficultés au raccordement des conduites.

- **Epreuve de joint et de la canalisation**

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

- **Remblayage des tranchées**

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

- **Nivellement et compactage**

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

### IX.1.2 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution

#### a) Calcul du volume de terrassement :

- Largeur du fond de la tranchée

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + 0.6 \text{ (m)}$$

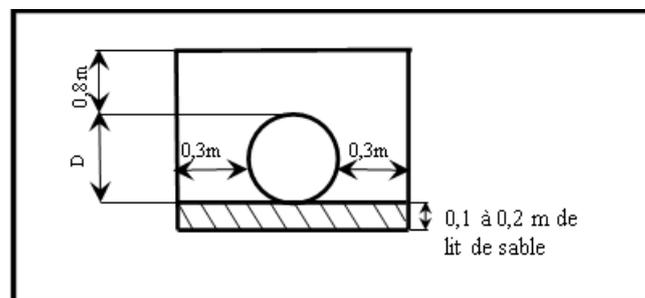
Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

- **Profondeur de la tranchée**

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



**Figure IX.1** Schéma d'une tranchée

$$H_{Tr} = e + d + h \text{ (m)}$$

Avec :

$H_{Tr}$ : Profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur du lit de pose (m)

d : diamètre de la conduite (m)

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

- **Section de la tranchée**

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr}$$

Avec :

$H_{tr}$  : Profondeur total de la tranchée (m)

b : Largeur du fond de la tranchée (m)

- **Volume à excaver**

Le volume d'excavation est :

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L$$

Avec :

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

$S_{tr}$  : La section de la tranchée (m<sup>2</sup>).

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

$H_{tr}$  : La hauteur de la tranchée (m).

## IX.2 Evaluation du cout de projet

### IX.2.1 Dépense des travaux :

Les frais de terrassement sont est égal à :

- **Pour les déblais :**

$$F_{deb} = V_{deb} \times K_{deb}$$

Avec :

$K_{deb}$  : Prix de 1 m<sup>3</sup> de déblai=200 DA

$V_{deb}$  : Volume total de déblai

- **Pour les remblais:**

$$F_{rem} = V_{rem} \times K_{rem}$$

Avec :

$K_{rem}$  : Prix de 1 m<sup>3</sup> de remblai = 100 DA

$V_{rem}$  : Volume total du remblai

- **Calcul du volume de déblai et remblai :**

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

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

Avec :

D : diamètre de la conduite (m)

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

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

$$\text{Déblai} = L \times H \times B$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left( \pi \times \frac{D^2}{4} \right) \times L$$

### IX.3 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de la distribution

#### IX.3.1 Calcul du volume de déblai

$$H_{tr} = e + d + h = 2.92 \text{ m}$$

$$B = d + 0.6 = 2 + 0.6 = 2.6 \text{ m}$$

$$S_{tr} = B \times H_{tr} = 7.592 \text{ m}^2$$

**Tableau IX.1** Calcul du volume du déblai

	Diamètre de la conduite (mm)	Longueur de la conduite (km)	Hauteur de la tranchée (m)	Largeur d'une tranchée b (m)	Le volume de déblai (m <sup>3</sup> )
La conduite gravitaire	2000	18.162	2.92	2.6	137885.9

#### IX.3.2 Calcul du volume du lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond du tranché, c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V = e \times b \times L (m^3)$$

$$V = 0.12 \times 2.6 \times 18162 = 5666.544 (m^3)$$

**Tableau IX.2** Calcul du volume du lit de sable

	Hauteur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
La conduite gravitaire	0.12	18 162	2.6	5666.54

#### IX.3.3 Calcul du volume de remblai

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

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

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

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

$V_s$  : Volume du sable

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

$L$  : Longueur de la conduite

$D$  : Diamètre de la conduite.

$$V_r = 137885.9 - (57057.6 + 5666.54) = 75161.76 \text{ m}^3$$

**Tableau IX.3** Calcul du volume de remblai

	Diamètre (mm)	Déblai (m <sup>3</sup> )	Volume de la Conduite (m <sup>3</sup> )	Volume du sable (m <sup>3</sup> )	Volume du remblai (m <sup>3</sup> )
La conduite gravitaire	2000	137885.9	57057.6	5666.54	75161.76

## IX.4 Estimation du cout du projet

### IX.4.1 Estimation du cout de pose de canalisation

**Tableau IX.4** Estimation du cout de pose de la conduite d'adduction

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	m <sup>3</sup>	137885.9	200.00	27577180
Lit de sable	m <sup>3</sup>	5666.54	800.00	4533232
Remblai	m <sup>3</sup>	75161.76	100.00	7516176
Tube Ø 2000	Ml	13 520	27 000.00	365040000
			<b>Total 1 (HT)</b>	<b>404666588</b>
			<b>TVA 1 (19%)</b>	<b>68793320</b>
			<b>Montant TTC 1</b>	<b>473459908</b>

### IX.4.2 Estimation du cout du réseau de distribution

Le calcul du réseau de distribution est détaillé comme suit :

**Tableau IX.5** Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø1100	m/l	730	44 432.12	32 435 447.6
Tube Ø1000	m/l	823	42 234.34	34 758 861.8
Tube Ø900	m/l	1320	39 613.94	52 290 400.8
Tube Ø800	m/l	1520	33 734.11	51 275 847.2
Tube Ø700	m/l	4095	27 654.12	113 243 621.0
Tube Ø600	m/l	335	22 831.78	7 648 646.3
Tube Ø500	m/l	1750	17 885.15	31 299 012.5

Tube Ø400	m/l	1200	13 431.12	16 117 344.0
Tube Ø300	m/l	450	4 003.95	1 801 777.5
Tube Ø250	m/l	5550	2 510.95	13 935 772.5
Tube Ø225	m/l	230	2 345.55	539 476.5
Tube Ø200	m/l	4255	1 617.42	6 882 122.1
Tube Ø150	m/l	5241	1 000.79	5 245 140.39
Tube Ø125	m/l	3241	868.3	2 814 160.3
Tube Ø100	m/l	2653	530.1	1 406 355.3
<b>Total 1 (HT)</b>				<b>371 693 986</b>
<b>TVA 1 (19%)</b>				<b>63 187 977.7</b>
<b>Montant TTC 2</b>				<b>434 881 964</b>

**Tableau IX.6** Estimation des équipements hydrotechniques

Equipements	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Robineets Vannes				
D125	U	1	6 800	6 800
D150	U	2	7 400	7 400
D200	U	2	8 600	8 600
D300	U	1	10 000	10 000
D400	U	1	15 000	15 000
D600	U	1	25 000	25 000
D700	U	1	30 000	30 000
D800	U	1	35 000	45 000
D900	U	1	40 000	40 000
D1000	U	1	45 000	45 000
Total (DA)				<b>232 800</b>
Ventouses				
D150	U	6	50 000	300 000
Total (DA)				300 000
Clapets				
D150	U	1	41 000	41 000
D200	U	1	55 000	55 000
Total (DA)				96 000
Bornes				

B100	U	37	54 700	2 023 900
B150	U	24	114 700	2 752 800
B200	U	18	153 600	2 764 800
Total (DA)				<b>7 541 500</b>
Vanne de régulation				
D1100	U	1	1 000 000	1 000 000
Total (DA)				1 000 000
Soupape anti-bélier				
D125	U	1	250 000	250 000
D200	U	2	450 000	900 000
Total (DA)				1 150 000
Grillage avertisseur (bleu)	MI	2485 0	35	869 750
			Total 1 (HT)	<b>11 190 050.00</b>
			TVA 1 (19%)	1 902 308.5
			Montant TTC 2	13 092 358.50

**Tableau IX.7** Estimation des raccords

Désignation	Montant (DA)
Coudes	1 407 760
Cônes	456 200
Tés	864 200
Total 1 (HT)	<b>2 728 160</b>
TVA 1 (19%)	518 350.4
Montant TTC 2	3 246 510.4

**IX.4.3 Estimation du cout du réservoir****Tableau IX.8** Estimation du cout du réservoir

Désignation	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Réservoir 10 500m3	U	3 560 000,00	3 560 000 ,00	3 560 000 ,00
<b>Total 1 (HT)</b>				<b>3 560 000 ,00</b>
<b>TVA 1 (19%)</b>				<b>605 200,000</b>
<b>Montant TTC 3</b>				<b>4 165 200,00</b>

**IX.5 Devis estimatif du projet**

- Devis de l'adduction (Montant TTC1 = 473459908 DA).
- Devis du réseau de distribution (Montant TTC3 = 451220832.9DA).
- Devis du réservoir (montant TTC3 = **4 165 200** DA).

**IX.6 Devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisé****Tableau IX.9** Equipements internes des parcelles d'irrigation aspersion

Appareil	unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Asperseur : buse 4.8 mm	U	144	1.166	167.904
Porte rampe en polyéthylène DN 50	m/l	160	363	58 080
Rampe porte asperseurs DN 50	m/l	47	31	1 457
<b>Total</b>				<b>59 704.904</b>

**Tableau IX.10** Equipements internes des parcelles d'irrigation localisé

Appareil	unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Goutteurs pour pommier débit 4 l/h	U	1750	31	54 250
Porte rampe en polyéthylène DN 63	ml	140	363	50 820
Rampe porte goutteurs DN 16	ml	100	31	3 100
Conduite tertiaire DN 63	ml	200	134	26 800
<b>Total</b>				<b>134 970</b>

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons déterminé le devis général de l'adduction et du réseau de distribution, en premier lieu nous avons fait une étude quantitative des volumes des travaux. Comme deuxième étape nous avons estimé le cout du projet qui est de **929040615.8 DA**.

Le cout du projet est relativement élevé, mais on doit noter que ce réseau est rentable à moyen terme.

## Conclusion générales

Au cours de ce travail, nous avons étudié les différentes composantes du projet d'irrigation de la mitidja dr11, et nous avons réalisé l'étude nécessaire du système d'irrigation pour la mise en valeur de 1333 ha de surface dans la partir de l'eau provenant du barrage de Douira.

L'étude réalisée sur ce périmètre, nous a permis de conclure :

- L'étude du climat de notre région, a montré que la région appartient à un climat semi-aride, et que la période sèche s'étend sur plus de 5 mois ce qui confirme le caractère semi-aride de cette zone, d'où l'irrigation est importante pour l'intensification des cultures.
- L'analyse des échantillons du sol a montré l'existence de deux classes, les sols peu évolués et les sols calcimagnésiques, ce qui nous a permis de choisir les cultures, les plus appropriées.
- Dans le cas de l'aspersion, la méthode est déjà bien connue dans la région. L'irrigation est alors synonyme d'assurance sur la qualité des produits, pour en permettre l'utilisation industrielle.
- Dans le cas de l'irrigation localisée, les avantages sont assez significatifs, surtout en termes des économies d'eau possibles.

De façon générale, les considérations techniques et économiques montrent qu'à long terme les méthodes d'irrigation devraient évoluer vers l'adoption de l'aspersion pour les cultures annuelles et l'irrigation localisée pour l'arboriculture.

## Références bibliographiques.

MATARI, I. (2012). Dimensionnement du réseau d'irrigation du secteur DR13 de la Mitidja centre ;

TOUAIBIA, BÉNINA. Manuel d'hydrologie ISBN. BLIDA Algérie. mars 2004, 166p ;

MESSAHEL M. (2013-2014). Syllabus de cours : irrigation et drainage. Document non publié, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida ;

ANRH. Etude agro-pédologique de la Mitidja. 1990.

ONID. Aménagement et équipement du périmètre hydro-agricole de la Mitidja centre secteur DR1 sur 3.332 ha dans la wilaya de Blida.

MAC DONALD. Etude de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de Mitidja.

AVERS, R.S. WESTEOT D.W. Qualité de l'eau d'irrigation, bulletin de la FAO n°29 (Rome Italie). 1983.

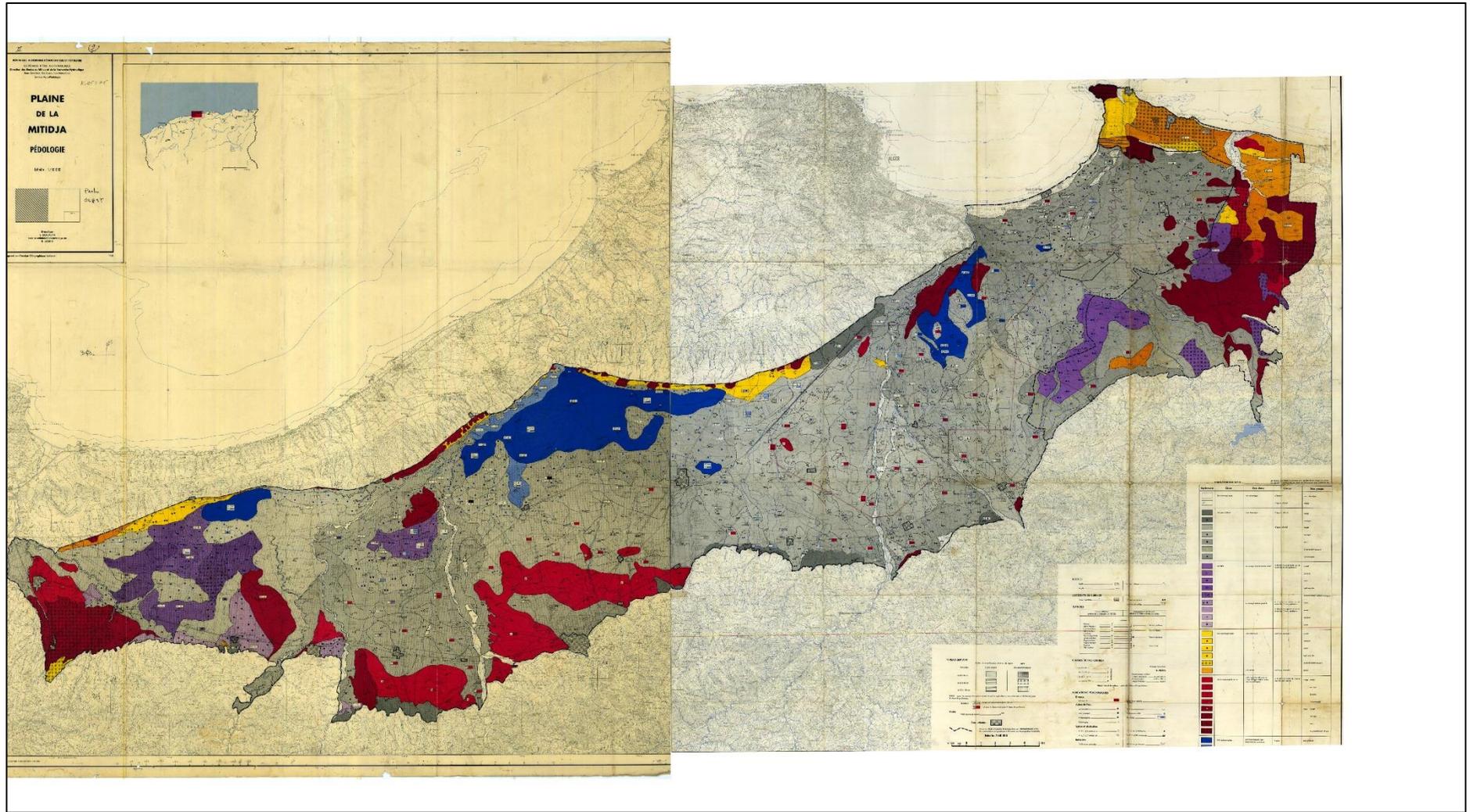
DOORRENBOS, J. PRULTE, W.O. Les besoins en eau des cultures bulletin de la FAO n°24 (Rome Italie). 1981.

FAO. Irrigation and Drainage Paper no., 2007, Manuel des techniques d'irrigation sous pression.

DANIEL VESCHAMBRE et PIERRE VAYSSE. 1980 : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;

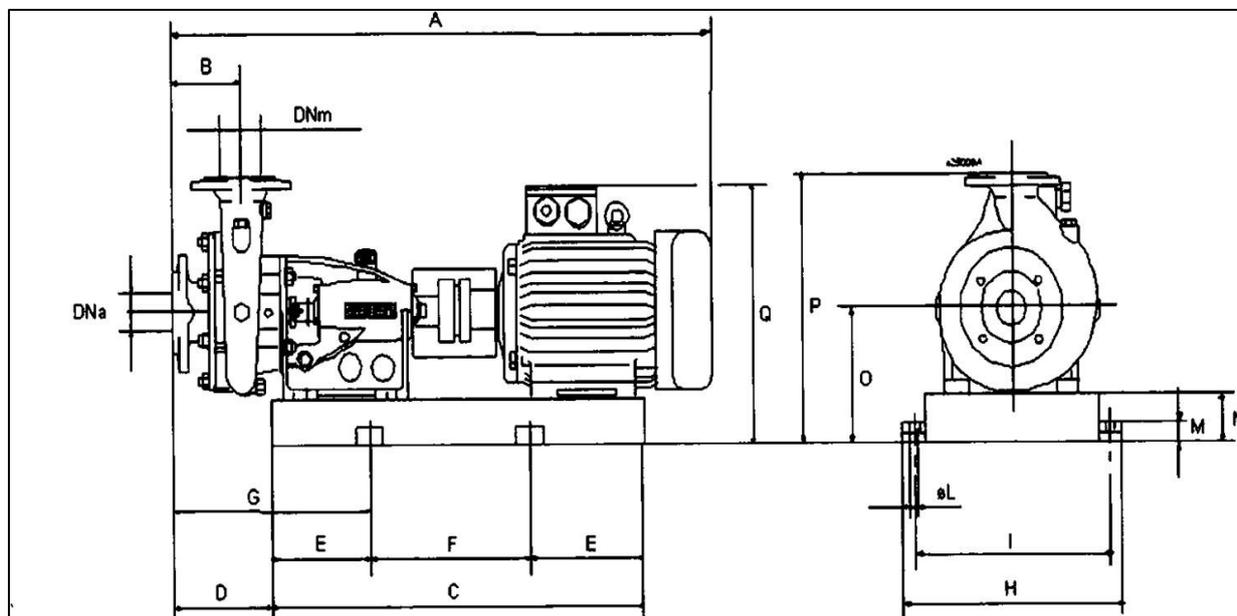
BROUWER, C. et HEIBLOEM, M. Irrigation water management – Training manual no. 3 : Irrigation water needs. FAO : Rome, 1986.

PHOCAIDES, A. Manuel des techniques d'irrigation sous pression. 2 ed. FAO : Rome, 2008.



TYPOLOGIE DES SOLS		Les classes, sous-classes et groupes sont représentés en plages de teintes. Les sous-groupes, familles et séries se distinguent par l'addition de symboles.			
Représentation	Classe	Sous-classe	Groupe	Sous-groupe	
	Sols minéraux bruts	non climatiques	d'érosion	sur roche dure	
			d'apport alluvial	modal	
	Sols peu évolués	non climatiques	d'apport colluvial	modal	
			d'apport alluvial	vertique	
				modal	
				vertique	
				noirci	
				à faciès brun calcaire	
				hydromorphe	
	Vertisols	à drainage externe nul ou réduit	à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs	modal	
				vertique	
				noirci	
				hydromorphe	
				à encroûtement calcaire de nappe	
		à drainage externe possible	à structure arrondie sur au moins les 15 cm supérieurs	noirci	
				à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs	modal
					vertique
					noirci
	Sols calcimagnésiques	sols carbonatés	sols bruns calcaires	modal	
				vertique	
				noirci	
				hydromorphe	
				à encroûtement calcaire	
		sols saturés	sols bruns calciques	modal	
	Sols à sesquioxydes de fer	sols rouges formés sous un climat de type méditerranéen (sols fersiallitiques)	à réserve calcique et, le plus souvent, peu lessivés	rouge modal	
				vertique	
				brunifié	
				hydromorphe	
				brun modal	
				vertique	
				noirci	
				à encroûtement calcaire	
	Sols hydromorphes	sols hydromorphes peu humifères (ou minéraux)	à gley	peu profond	

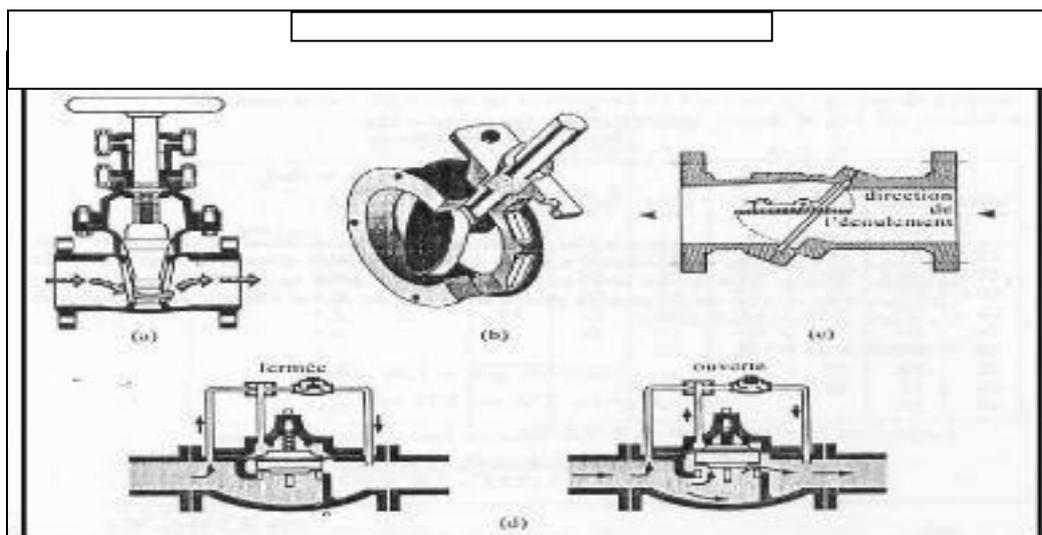
**Annexe 3 Les paramètres géométriques des différents organes de la pompe (MEC-AZ 1/125A).**



*Annexe 4 Dimensions de la pompe.*

<i>Symbole</i>	<i>Dimensions (mm)</i>	<i>Symbole</i>	<i>Dimensions (mm)</i>
<i>A</i>	<i>1593</i>	<i>H</i>	<i>630</i>
<i>B</i>	<i>160</i>	<i>I</i>	<i>580</i>
<i>C</i>	<i>1183</i>	<i>L</i>	<i>20</i>
<i>D</i>	<i>212</i>	<i>M</i>	<i>42</i>
<i>D Na</i>	<i>150</i>	<i>N</i>	<i>120</i>
<i>D Nm</i>	<i>125</i>	<i>O</i>	<i>370</i>
<i>E</i>	<i>200</i>	<i>P</i>	<i>670</i>
<i>F</i>	<i>783</i>	<i>Q</i>	<i>811</i>
<i>G</i>	<i>412</i>		

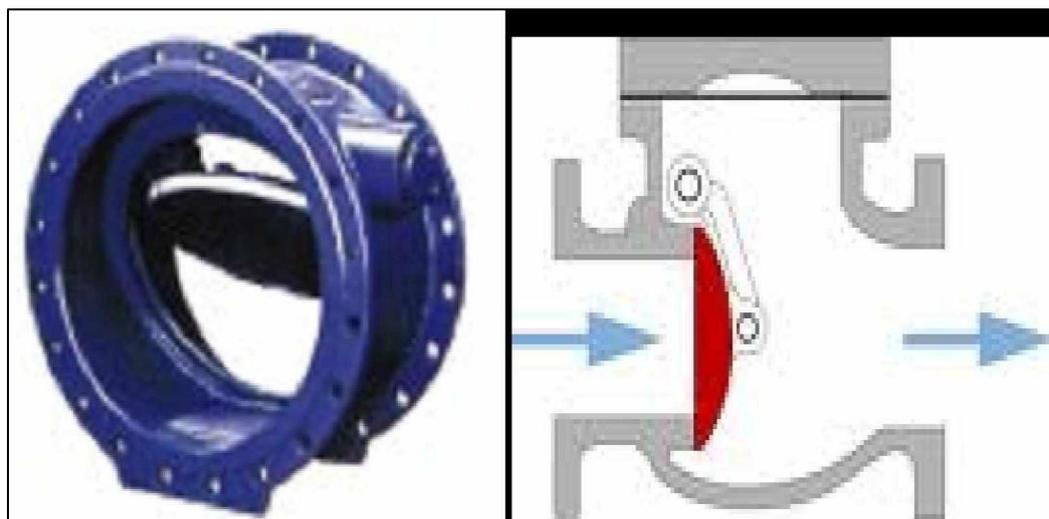
**Annexe 5 Les différents types de vanne**



**Annexe 6 Les différents types de ventouses**



**Annexe 12 Clapet anti retour.**



**Annexe 8 Vanne de vidange DN 100**

