

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**IRRIGATION D'UN PERIMETRE DU SAHEL ALGEROIS
OUEST SECTEUR III NADOR-SIDI MOUSSA
W.TIPAZA**

PRESENTE PAR :

BOUCHERIT Ahmed Imad Eddine

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r RASSOUL Abdelaziz	M.C.B	Président
M ^{me} AZIEZ Wahiba	M.A.A	Examinatrice
M ^r YAHIAOUI Samir	M.A.B	Examineur
M ^r KERID Rachid	M.A.A	Examineur
M ^{me} MEDJDOUB Sonia	M.A.A	Promotrice

Septembre- 2014

Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

Surtout surtout pour mes chers parents Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Je le dédie également à

Mes frères et mes sœurs ; HADJOU et ZINOU , HANAN, SALSABIL, YASMINA et j'oublie pas ma sœur RADJA Allah yerhemha .

*Les petits :RIAD,RIMA ,AYOUB et AMANI.
nayla rayane ,*

Les grands:KIKOU ,TENDO et HASSA.

Mesamis :abdslaml,hamid,,ilyes,amine,abdo,khaled, bigsidali,Belkacem,amine,Marouane,ROUDJI TAXIEUR.

En un mot, à toute ma famille, mes amis, ma futur femme S et la famille Hadj Youcef et ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

Imad sep 2014
Imad sep 2014

Remerciements

- *Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à ma promoteur **M^{me} MEDJDOUB.S** pour le soutien, l'aide et les conseils qu'elle m'a dispensé pour l'élaboration de ce mémoire.*
- *Je remercie le président et les membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.*
- *Je voudrais aussi remercier l'ensemble des enseignants et la direction de l'école pour avoir veillé à notre formation.*
- *Je remercie Mr Boutayane abd el salam, ingénieur d'état en hydraulique (Bet médea) qui m'a accueilli dans son bureau, malgré ses nombreuses occupations.*
- *Un grand merci pour toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin pour la réalisation de ce travail sans oublier toute la promotion 2012/2013.*

من خلال الدراسة التي قدمناها قمنا بعملية استغلال مياه الحاجز المائي المسمى المتواجد ببلدية سيدي عمار ولاية ي من اجل سقي المساحة الزراعية المجاورة له و تحديد وهذا يكون إلا باتباع أنظمة سقي حديثة و التي فعليتها، نذكر على سبيل المثال السقي بالتنقيط، الذي راينا انه مفيد للزراعة و اقتصاد المياه.

Résumé :

A travers notre étude, nous avons procédé à l'exploitation des eaux du barrage «BOUKARDANE» de la commune de SIDI-AMAR pour l'irrigation du périmètre voisinant, et aussi le dimensionnement du réseau d'irrigation. Cela par adoption d'un système d'irrigation moderne qui a imposé sa fiabilité, à savoir la méthode « goutte à goutte ».

Abstract:

Through this study we will examin the exploitation of water of the stopping “BOUKARDANE” of the commune of SIDI-AMAR for the irrigation of the neighbor perimeter and the dimensioning of the network of common irrigation. It is done by adoption of modern irrigation system which imposed its reliability, i.e: the method of drop by drop.

Sommaire

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude et analyse des ressources naturelles

Introduction.....	2
I-1. Présentation de la zone d'étude.....	2
I-2..Données climatiques	3
I-2-1.Pluviométrie	4
I-2-2.Les températures	4
I-2-3.Humidité relative	5
I-2-4.Ensoleillement	6
I-2-5.Grêle	7
I-2-6.Gelée	7
I-2-7.Les vents.....	7
I-2-8.Evaporation.....	7
I-3.Les indices climatiques.....	8
I-3-1.L'indice d'aridité de MARTONE.....	8
I-3-2.Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	9
I-4.Diagramme Ombrothermique de Gaussen	11
Conclusion.....	12

CHAPITRE II : Source d'eau et agronomie

Introduction.....	13
II-1. LES RESSOURCES EN EAUX.....	13
II- 1-1.RESSOURCE MOBILISEE.....	13
II-1-2. Les eaux souterraines.....	15
II-1-3.Choix de la ressource.....	15
II-1-4.Qualité de l'eau d'irrigation.....	16
II-1-5.Classification des eaux pour l'irrigation	17
1. Classification mondiale (F.A.O).....	17
2. Classification américaine.....	17

➤ Pour la conductivité électrique C.E.....	17
➤ Pour coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	17
➤ Interprétation des résultats des analyse.....	18
➤ Travail à faire.....	19
II. Agronomie.....	20
II-1. Choix des cultures	20
➤ Climat.....	20
➤ Sol.....	20
➤ Qualité des eaux d'irrigation	20
II-1. Aptitude culturale	20
II-3. Découpage de la parcelle	22
II-4-1. Assolement et rotation choisis	22
1.Définitions.....	22
a) Assolement.....	22
b) Rotation.....	22
II-4-2. Structure de l'assolement	23
Conclusion.....	23

CHAPITRE III : Etude hydrologique

Introduction.....	24
III-1. Choix de la station représentative de la Zone d'étude	25
III-2 . Vérification de l'homogénéité de la série	26
III-3. Etude de l'échantillon et choix du type de loi	28
a .Traitement des données.....	28
b .Ajustement de la série pluviométrique.....	28
b.1 .Ajustement à la loi Normale (GAUSS)	28
b.2 .Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON).....	30
c .Test de validité d'un ajustement	31
c.1.Test de validité de l'ajustement à la loi Normale	31

c.2. Test de validité de l'ajustement à la loi Log-Normale.....	32
c.3.Pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%.....	32
Conclusion.....	33

CHAPITRE IV : Besoin en eau

Introduction.....	34
IV-1. Types d'exploitations moyennes du périmètre par classes de superficie et les principaux types d'assolement en situation projetée	34
IV-2.L'occupation des sols	35
IV-3. Besoin en eau du périmètre	35
IV-3-1.L'évapotranspiration de référence (ET _o).....	36
IV-3-3 Calcul de l'Évapotranspiration réelle.....	37
✓ L'évapotranspiration réelle	37
IV-4 : Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique).....	42
Conclusion.....	43

CHAPITRE V : Dimensionnement de station pompage & conduite gravitaire

Introduction.....	44
V-1 Calcul de diamètre avantage de la conduite gravitaire (réservoir R4.1–station surpression SSP3).....	44
V-2. Dimensionnement de la station pompage	46
V-2-1. Définition	46
V-2-1. Couplage des pompes.....	46
V-2-3. Choix du type de pompe	46
V-2-4. Choix du nombre de pompes.....	46
V-3.Dimensionnement du réservoir d'aspiration	47
V-3-1.volume de réservoir	47
V-3-2.surface de réservoir	47
V-3- 3.Longueur et largeur de réservoir.....	47

V-4-1.Refolement Tronçon : SSP3 – périmètre	48
V-4-2.choix du nombre de pompes de secours.....	49
V-4-3.Courbes caractéristiques des pompes	50
V-3. Choix du moteur électrique.....	53
V-3.1 .Critères de choix du moteur électrique.....	53
V-3-2.Caractéristiques du moteur.....	53
Conclusion.....	53

CHAPITRE VI : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction.....	54
VI-1. Choix des techniques d'irrigation.....	54
I. Irrigation gravitaire	54
I-1. L'arrosage par ruissellement (par planches ou par calant)	54
I- 2. L'arrosage par infiltration (à la raie).....	55
I-3. L'arrosage par submersion.....	55
Avantages de l'irrigation par gravité.....	55
Inconvénients de l'irrigation par gravité	55
II. Irrigation par aspersion	55
Avantages de l'irrigation par aspersion	56
Inconvénients de l'irrigation par aspersion	56
III. Irrigation par apports localisés	56
Avantages de l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	56
Inconvénients de l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	56
VI-2. Dimensionnement du réseau de distribution.....	56
VI-2-1. Dimensionnement du reseau d'irrigation en goutte a goutte.....	56
VI-2-1-1. Pour les agrumes	56
VI-2-1-2. Pour l'olivier	61
Besoins en eau journaliers max.....	61

VI-2-2. Dimensionnement de la conduite principale	61
VI-2-2-1. Les données	61
VI-2-2-2. Calcul de diamètre de la conduite principale	62
VI-2-2-3.La perte de charge	62
VI-2-2-4.La vitesse	62
VI-2-3. Les caractéristiques de la conduite secondaire	63
VI-2-3-1.Le débit	63
VI-2-3-2.Le diamètre	63
VI-2-3-3.La perte de charge	63
Conclusion.....	63

CHAPITRE VII : Estimation des frais

Introduction.....	64
VII-1. Devis de réseau d'irrigation localisée.....	64
VII-2.Factures pro-forma de station de pompage, conduite principale et réservoir ...	64
VII-2-1.Calcul du volume de terrassement	64
VII-2-1-1. Largeur du fond de la tranchée	64
VII-2-1-2. profondeur de la tranchée	64
VII-2-2. La conduite principale	65
VII-2-2-1.Calcul du volume de déblai	65
VII-2-2-2.Calcul du volume de lit de sable.....	66
VII-2-2-3.Calcul du volume de remblai.....	66
VII-2-3. Devis estimatif pour le terrassement, la station et le réservoir	67
VII-2-4.Devis estimatif total	68
Conclusion.....	68

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I :

Tableau N°1 : caractéristiques de la station pluviométrique BOUKERDANE.....	3
Tableau N°2 :N ^{bre} moyen des jours pluvieux.....	4
Tableau N°3: Précipitations moyennes mensuelles (mm).....	4
Tableau N°4 : Les températures « min, max et moyenne ».....	5
Tableau N°5 : Humidité relative	5
Tableau N°5 : Ensoleillement.....	6
Tableau N°7 :N ^{bre} moyen de jours de gelée.....	7
Tableau N°8 : vitesses mensuelles du vent.....	7
Tableau N°9 : Evaporation.....	7
Tableau N° 10 : Classification du climat selon MARTON	8

CHAPITRE II:

Tableau N°1 : Qualité de l'eau d'irrigation	12
Tableau N°2 : Plantes très tolérantes aux sels.....	21
Tableau N°2 : Représente les structures de l'assolement	23

CHAPITRE III:

Tableau N°1 : La localisation des stations est indiquée et leurs caractéristiques.....	24
Tableau N°2 : précipitations des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	25
Tableau N° 3 : Test d'homogénéité.....	27
Tableau N°4 : Ajustement à la loi de Gauss.....	29
Tableau N°5 : Ajustement à la loi Log-Normal.....	30
Tableau N° 6 : Pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%.....	32

CHAPITRE IV:

Tableau N°1 : Caractéristiques des modèles d'exploitations.....	35
Tableau N°2 : production agricole projeté.....	35
Tableau N°3 : résultats de l'évapotranspiration de référence	37
Tableau N°4 : Calcul des pluies efficaces.....	38
Tableau N°5: calcule le RFU max	39
Tableau N°6 : Le calcul des besoins en eau nets.....	39
Tableau N°7 : Besoins en eau nette des cultures en mm.....	40
Tableau N°8: Calcul des besoins bruts et volume brut	41

CHAPITRE V:

Tableau N°1 : Coefficients K' , m , β pour différents types de tuyau.....	45
Tableau N°2: Dimensions du réservoir d'aspiration.....	48
Tableau N°3: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre	49

CHAPITRE VI:

Tableau N°1: Calcul le $\emptyset(\text{cal})$ de la rampe pour les agrumes	60
Tableau N°2: Calcul le $\emptyset(\text{cal})$ de la porte rampe pour les agrumes.....	61
Tableau N°3 : Calcul des paramètres pour l'olivier.....	61
Tableau N°4 : Calcul le $\emptyset(\text{cal})$ de la rampe pour l'olivier.....	61
Tableau N°5 : Calcul le $\emptyset(\text{cal})$ de la porte rampe pour l'olivier.....	61
Tableau N°6 : Caractéristiques de la conduite principale du réseau.....	62
Tableau N°7 : Les caractéristiques de la conduite secondaire.....	63

CHAPITRE VII:

Tableau N ⁰ 1: Factures pré forma des pièces du réseau d'irrigation localisée.....	64
Tableau N ⁰ 2: calcul du volume de déblai.....	66
Tableau N ⁰ 3: calcul du volume de sable	66
Tableau N ⁰ 4 : Calcul du volume de remblai.....	67
Tableau N ⁰ 5 : Volumes des travaux de terrassement.....	67
Tableau N ⁰ 6: Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir...	67
TableauN⁰7 : devis estimatif total.....	68

LISTE DE FIGURES

CHAPITRE I

Figure N ⁰ 1 : les Cinq secteurs Ech 1/50000.....	2
Figure N ⁰ 2: le périmètre d'irrigation secteur III Nador –Sidi Moussa.....	3
Figure N ⁰ 3 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) au niveau de la station du BOUKERDANE.....	4
Figure N ⁰ 4: Températures moyennes des minimas, des maximas et des moyennes mensuelles.....	5
Figure N ⁰ 5: Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) au niveau du barrage de BOUKERDANE.....	6
Figure N ⁰ 6 : Ensoleillement en heures.....	6
Figure N ⁰ 7 diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	10
Figure N ⁰ 8 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen	11

CHAPITRE III

Figure N ⁰ 1 : Représentation graphique de l'Ajustement à la loi Normal.....	29
Figure N ⁰ 2 : Représentation graphique de l'Ajustement à la loi Log-Normal.....	30

CHAPITRE IV

Figure N ⁰ 1 : Histogramme représente Les besoins nette des différentes cultures.....	41
Figure N ⁰ 2: histogramme représente Les besoins bruts mensuels des différentes cultures.....	42

CHAPITRE V

Figure N ⁰ 1 : Courbes caractéristiques des pompes pour variante N ⁰ 1.....	50
Figure N ⁰ 2 : Courbes caractéristiques des pompes pour variante N ⁰ 2.....	51
Figure N ⁰ 3 : Courbes caractéristiques des pompes pour variante N ⁰ 3.....	52

CHAPITRE VI

Figure N01 : Schéma explicatif du réseau d'irrigation goutte à goutte (l'ilotd'agrumes).....	57
--	----

Liste des planches

1/PLANCHE N° 01 : Plan de situation du périmètre.

2/ PLANCHE N° 02 : Plan d' Occupation des sols.

3/ PLANCHE N° 03 : Plan du réseau d'irrigation du périmètre.

4/ PLANCHE N° 04 : Profil en long de la conduite principale

INTRODUCTION GENERALE

Depuis bien longtemps il existe des recettes universelles pour garantir le développement de l'irrigation grâce essentiellement aux nouvelles techniques d'irrigation mis en place par l'homme au fil du temps. Compte tenu des ressources en eau limitées et du déséquilibre entre l'offre et la demande qu'engendrent souvent les conditions de sécheresse. De multiples options sont possibles et les plus appropriées dépendent des conditions naturelles. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'étude. En effet le périmètre de Sahel Algérois ouest secteur III Nador-Sidi Moussa (W. de TIPAZA) est une riche entité agricole où l'on pratique presque tous les cultures.

La mobilisation de l'eau au niveau du barrage BOUKERDANE peut permettre actuellement la mise en place d'un système d'adduction d'eau pour notre périmètre.

En effet dans ce projet nous allons étudier les conditions naturelles de la région, la source d'eau et sa qualité, nous allons calculer les besoins en eau des cultures

Le projet d'irrigation du périmètre se base sur les facteurs et paramètres qui conditionnent la mise en valeur du projet d'irrigation tels que ; les aptitudes culturales des sols , les conditions naturelles de la région , ainsi que les besoin en eau des culture, sans oublier l'étude économique de ce projet.

CHAPITRE 01

Présentation de la zone d'étude et analyse des ressources naturelles

Introduction :

Ce sous chapitre a pour objet de présenter le périmètre irrigué Sahel Algérois ouest secteur-III. Cependant au moment d'aborder l'étude du périmètre, il convient de connaître le cadre naturel dans lequel s'insère ce périmètre et dont il est inséparable.

I-1. Présentation de la zone d'étude :

Le périmètre à irriguer fait partie, selon la récente décomposition de l'AGID, du grand projet d'aménagement du périmètre sahel algérois ouest à partir du barrage de BOUKARDANE.

L'ensemble du périmètre étant numéroté de I à V en allant de l'ouest en est. Pour notre étude on prend le numéro III et est dénommé : secteur Sidi Moussa- Nador

Le périmètre à irriguer est délimité par :

- Au nord :Sidi Abdelleah et RN11.
- A l'ouest :Sidi Moussa.
- A l'Est :Nador et RN42.
- Au sud : foret de Sidi Slimane.
- Au sud-ouest par Sidi Amar.

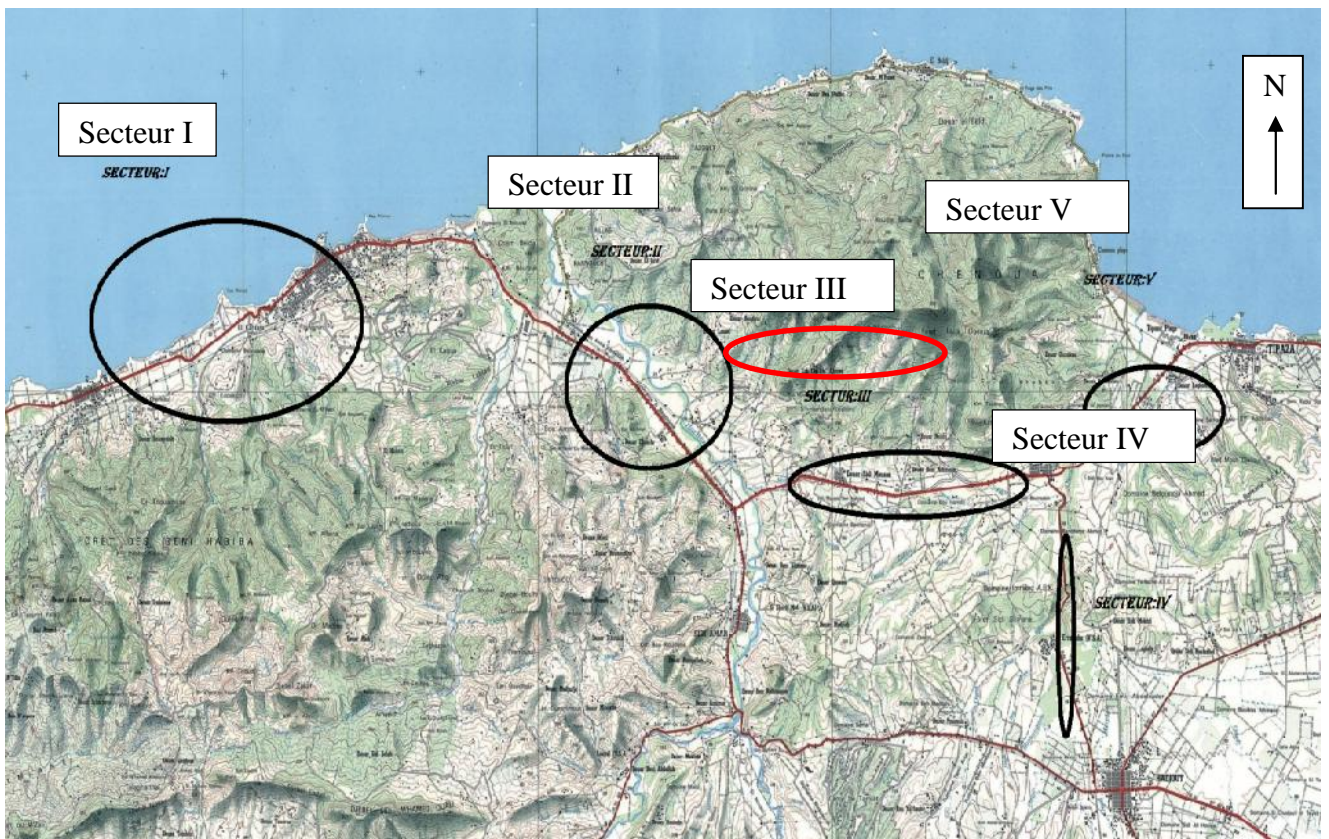


Figure N° 1 : les Cinq secteurs

Ech :1/50000



Ech :1/500000

Figure N° 2: le périmètre d'irrigation secteur III Nador –Sidi Moussa

I-2..Données climatiques :

Les deux régions que couvre le périmètre sont équipées d'une station pluviométrique au NADOR, mais l'on constate un dysfonctionnement. De par cette défaillance, nous utilisons les données d'une autre station qui est celle de BOUKERDANE.

En effet, elle est celle qui a enregistré le plus grand nombre d'années de fonctionnement sans interruptions.

Pour l'étude des précipitations on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations moyennes mensuelle.

Nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station expérimentale de BOUKERDANE dont les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau N°1 : caractéristiques de la station pluviométrique BOUKERDANE

Nom de la station	Code	Coordonnées		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X(m)	Y(m)			
BOUKERDANE	020329	464.3	359.9	110	1983-2013	31

I-2-1.Pluviométrie :

Le nombre moyen des jours pluvieux pour chaque mois sont représentés dans le tableau suivant (Station de BOUKERDANE).

Tableau N°2 : N^{bre} moyen des jours pluvieux

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Jours	10	8	10	7	6	5	1	3	5	9	10	10

Source : ANRH de Blida

L'eau est également un élément essentiel qui contribue aux fonctions vitales des végétaux. La connaissance des quantités de pluie reçues permet de prévoir les périodes d'irrigation afin de diminuer les pertes en eau et d'augmenter le rendement.

Tableau N°3: Précipitations moyennes mensuelles (mm)

Mois	janv	fev	mars	avril	mai	Juin	juil	aout	sept	Oct	nov	dec
Précipitation mm	66.97	70.54	54.90	47.24	42.42	6.00	1.55	4.20	30.67	44.94	92.65	83.86

Source : ANRH de Blida

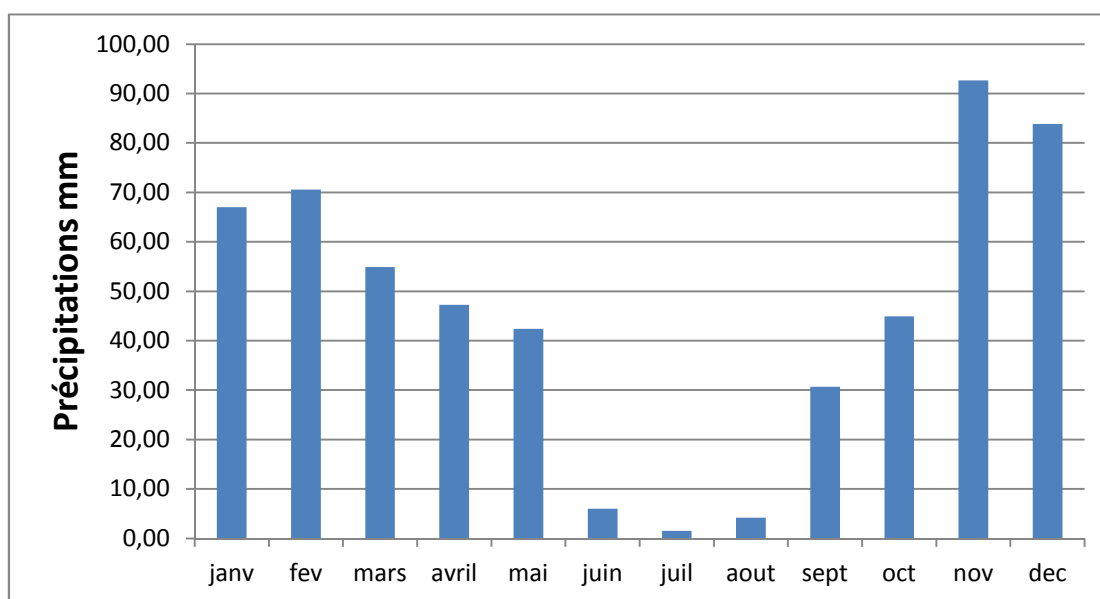


Figure N° 3 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) au niveau de la station du barrage BOUKERDANE

I-2-2.Les températures :

La température est parmi les facteurs climatiques les plus importants qui ont une grande influence sur la croissance des végétaux.

Tableau N°4 : Les températures « min, max et moyenne »

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
T° min	1,8	5,3	5,9	8,2	11,2	15	17,3	18	15,7	12	7,9	5,7
T° max	16,8	17,7	18,7	20,6	23,6	27,9	31,5	31,6	29,3	24,7	21	17,3
T° moy	10,8	11,2	12,3	14,4	17,3	21,4	24,4	24,5	22,5	17,1	14,2	11,5

Source : ANRH de Blida.

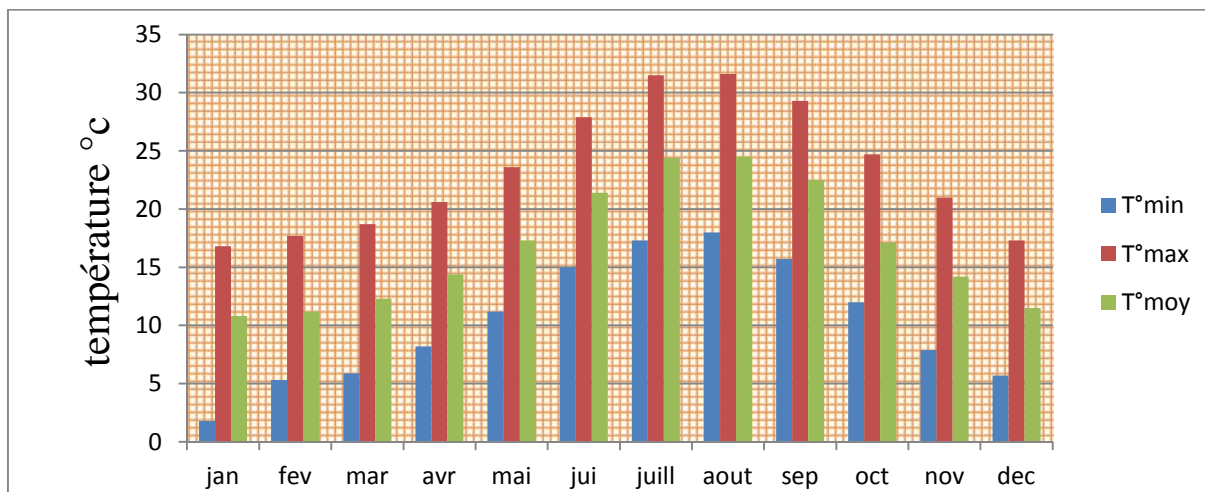


Figure N° 4: Températures moyennes des minimas, des maximas et des moyennes mensuelles.

I-2-3.Humidité relative :

L'humidité relative est fonction des précipitations.

Le tableau suivant nous montre les résultats de l'humidité relative moyenne mensuelle (%) durant la période (1983-2013).

Tableau N°5 : Humidité relative

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Humidité relative	66	66	70	65	69	72	72	66	67	73	65	66

Source : ANRH de Blida.

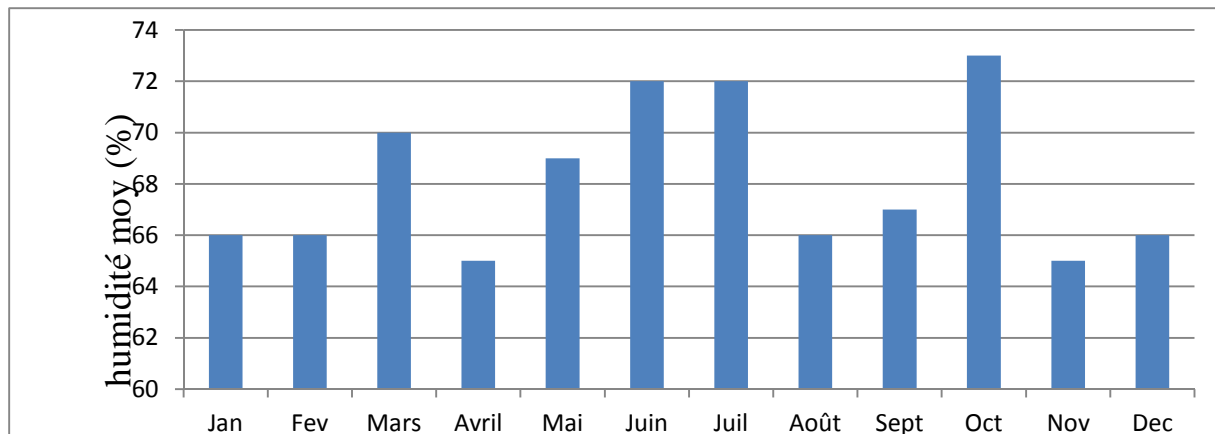


Figure N° 5: Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) au niveau du barrage de **BOUKERDANE**.

Les données du tableau montrent que l'humidité relative la plus basse est notée au mois d'Avril avec 65%, et le maximal est enregistré pendant le mois d'Octobre avec 73%.

I-2-4.Ensoleillement :

Le nombre d'heures d'ensoleillement dans la région est assez élevé.

La moyenne annuel est de 7,7 heures par jour.

L'ensoleillement annuel total est de 2812 heures.

Les valeurs sont enregistrées dans le tableau suivant :

Tableau N°5 : Ensoleillement

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Heurs/jour	5,4	6,2	7,4	8,1	8,6	10	10,6	9,8	8,4	7,2	5,5	5	7,7

Source : ANRH Blida

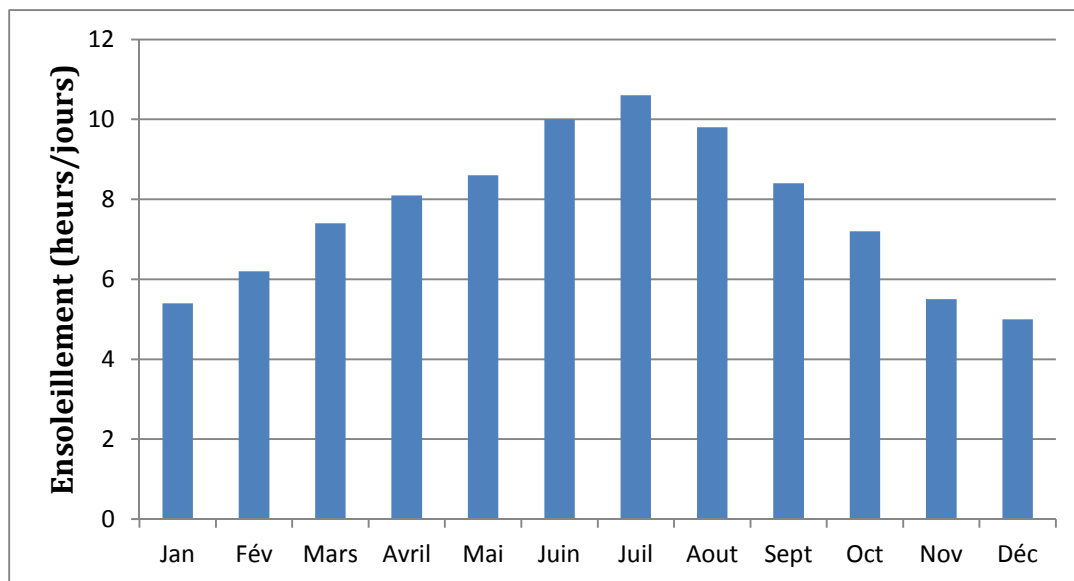


Figure N°6 : Ensoleillement en heures.

I-2-5.Grêle :

Les chutes de grêle ont lieu en hiver (Décembre à Mars). Le nombre moyen de jour de grêle dans les stations de Tipaza et Sidi-Rached est respectivement de 4.3 et 4.7 par jour.

Source : ANRH de Blida.

I-2-6.Gelée :

La gelée blanche est un phénomène qui correspond à un dépôt de cristaux de glace sur une surface refroidie par rayonnement nocturne est rare dans les stations situées en bordure de mer.

Ce phénomène à une fréquence de moins d'un jour en moyenne par an.

Tableau N°7 : N^{bre} moyen de jours de gelée

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
N ^{bre} moyen de jours de gelée	1,8	1,6	0,4	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,4

Source : ANRH de Blida

I-2-7.Les vents :

Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistrée par la station météorologique de **BOUKERDANE** (1983-2013) est indiquée par le tableau suivant :

Tableau N°8 : vitesses mensuelles du vent

Mois	Jan	fev	Mar	Avr	mai	jui	juil	août	sep	oct	nov	dec
V (m/s)	2.0	2.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0

Source : ANRH de Blida

I-2-8.Evaporation :

Pour le littoral l'évaporation annuelle est de 1550,1 mm avec un maximum de 225mm en août et un minimum de 61 mm en janvier.

Tableau N°9 : Evaporation

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Evapo Transpiration	61,7	74,2	103,2	127,8	162,1	192	225	203,7	154,5	110,1	74,7	61,1

Source : ANRH de Blida

Soit un total de = 1 550,1 mm.

L'évapo-transpiration de référence a été estimée à partir de la station climatique. Elle atteint son maximum au mois de juillet avec 225 mm. Le déficit hydrique est très important pendant les mois de pointe à comparer avec les précipitations qui ne dépassent pas en année moyenne les 545mm.

I-3.Les indices climatiques:

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels :

Pluviométrie et température

Les indices les plus connus sont ceux de MARTONE (1926) et EMBERGER (1932)

I-3-1.L'indice d'aridité de MARTONE :

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \quad \text{III-1}$$

Avec : P : précipitation moyenne annuelles en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C)

IA : indice d'aridité

Les limites des climats d'après l'indice climatique de **MARTONNE** sont donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 10 : Classification du climat selon MARTON

Valeur de IA	Type de climat	Irrigation
IA < 5	Désertique	Indispensable
5 < IA < 10	Très sec	Indispensable
10 < IA < 20	Sec	Souvent Indispensable
20 < IA < 30	Relativement humide	Parfois utile
IA > 30	Humide	Inutile

Pour :

$$P = 564.13 \text{ mm} \quad T = 16.8^\circ\text{C}$$

$$I_A = \frac{545.93}{16.8+10} = 20.37$$

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus, que la région est soumise à un régime du climat est Relativement humide et l'irrigation est Parfois utile.

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

Cet indice à pour but la détermination de l'étage bioclimatique :

$$Q = \frac{1000P}{\frac{M+m}{2}(M-m)} \quad \text{III-2}$$

Où Q : coefficient pluviométrique **d'EMBERGER**

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K)

m : moyenne des minima du mois le plus froid (en °K)

Pour:

$$P=545.93\text{mm} ; \quad M = 31.6 \text{ }^\circ\text{C} ; \quad m = 1.8^\circ\text{C}$$

D'où $Q = 63.24$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, (fig.I.5), et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : sub humide
- Sous étage : Hiver frais.

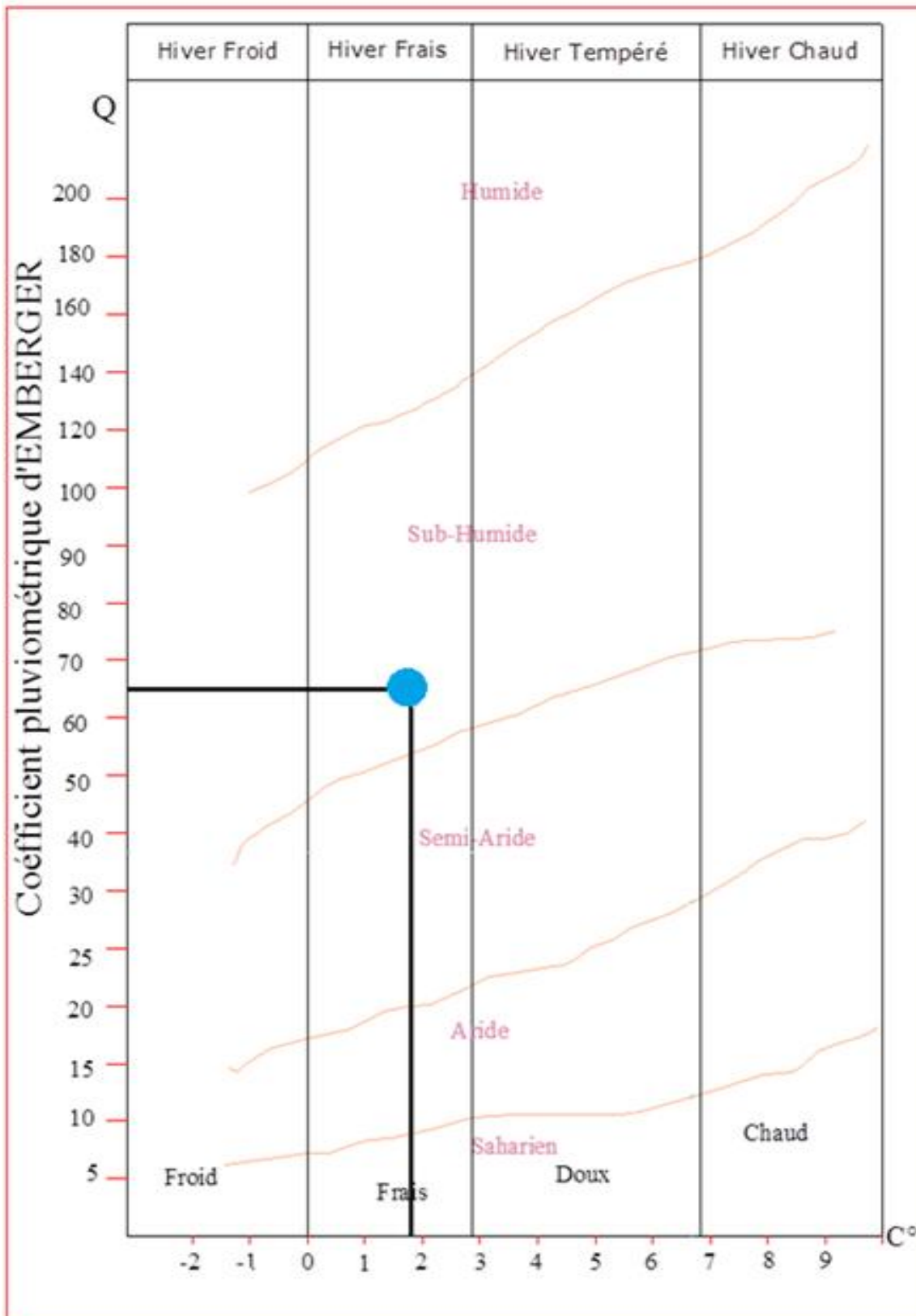


Figure N°7 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

I-4. Diagramme Ombrothermique de Gaussen :

Ce diagramme permet de définir les mois secs. Un mois sec est celui dont les précipitations totales exprimées en mm sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degré centigrade ($p < \text{ou} = 2T$). Le diagramme Ombrothermique a été réalisé avec les données climatiques relevées de la station météorologique du barrage de *Boukourdene*.

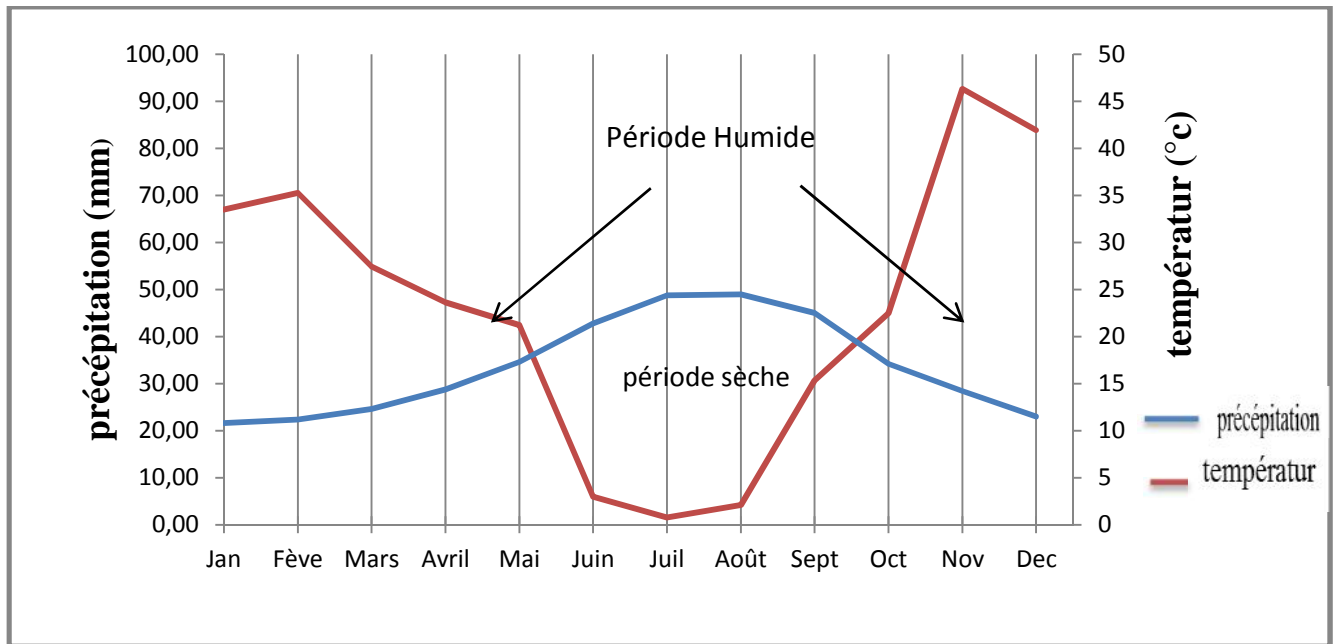


Figure N°8 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme Ombrothermique fait ressortir une période sèche qui s'étale sur environ 5 mois, allant du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre.

Avec ce régime pluviométrique les cultures printanières dépendent dans une large mesure de l'irrigation, et ne peuvent subsister que les plantes résistantes au stress hydriques et à forte densité racinaire et dont la période végétative est assez courte

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons dégagé les principales caractéristiques climatiques de notre région d'étude.

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat sub-humide avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par des hivers pluvieux, des printemps généralement humides et des étés secs.

Cette répartition saisonnière des précipitations favorise quant aux cultures printanières dépend dans une large mesure de l'irrigation.

L'examen des températures moyennes permet de conclure que le climat de la région a un caractère de continentalité avec un écart de température de 10 à 24°C entre l'hiver (Janvier) et l'été (Août).

CHAPITRE 02
SOURCE D'EAU ET
AGRONOMIE

Introduction

Avant d'entamer une étude du dimensionnement réseau d'irrigation, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

II-1. LES RESSOURCES EN EAUX :

II- 1-1.RESSOURCE MOBILISEE :

Le réseau hydrologique de la zone est marqué par un nombre important de petits oueds. Les quantités d'eau qu'ils véhiculent sont de loin insuffisantes aux quantités nécessaires pour l'irrigation des terres, mais néanmoins sont bien marqués et encaissés au sein de ces terres agricoles.

Situé en plein centre du périmètre sur l'Oued- El - Hachem à l'embouchure des oueds Boukadir et Fedjana le barrage de BOUKOURDANE achevé en 1993 à une capacité de régulation estimée à 49 M m³, cette retenue constituera la ressource principale du périmètre. Les caractéristiques de cette retenue sont les suivantes :

- Niveau de la retenue normale 119,50 m NGA.
- Niveau des plus hautes eaux 123,00 m NGA.
- Niveau minimum avec la garde d'envasement 86,80 m NGA.
- Surface du plan d'eau normal 550,00 Ha.
- Capacité totale de la retenue 97,00 Hm³.
- Réserve d'envasement 0,80 Hm³

Ces caractéristiques sont définies par rapport au module spécifique à l'étude de la retenue de BOUKOURDANE, ainsi les données suivantes permettent de situer les capacités du barrage.

Hauteur H(m, NGA)	70	93	100	105	110	115	120	125	130
Volume V(Hm3)	0,0	14,8	29,0	41,5	58,0	79,0	102,0	133,0	172,0
Surface S (Ha)	0,0	160	245	315	390	480	565	670	785

La réalisation du barrage de BOUKOURDANE a été inscrite dans le schéma directeur de l'algérois qui prévoit la programmation de la mobilisation des ressources en eaux pour satisfaire l'ensemble des demandes urbaines, industrielles et agricoles.

Dans la partie ouest de l'Algérois, donc principalement la wilaya de Tipaza, la barrage de BOUKOURDANE doit satisfaire les besoins suivant :

- L'AEP : les besoins sont estimés à 9 hm³ en complément à la nappe qui continuera à fournir l'essentiel des besoins.
- L'irrigation du secteur C de la Mitidja Ouest tranche 2 (secteur de Hadjout) déjà opérationnel. Ce secteur d'une superficie de 3000 ha reçoit un volume de 14 Hm³/an
- Le périmètre du Sahel Algérois Ouest s'est vu affecté les volumes restant après satisfaction de l'AEP (prioritaire) et du secteur C, ainsi le volume restant sera prédominant quant à l'orientation et la surface à irriguer.

➤ La répartition des eaux mobilisées (barrage de Boukourdane plus Transfert Nador) est comme suit :

A.E.P..... 9 M. m³ / an

A. E. I.....40 M. m³ / an

Ainsi compte tenu des différentes simulations entre Nador et Boukourdane il ressort :

- Débit d'équipement en pompes : 4,0 m³/s
- Prélèvement au fil d'eau
- Cote de retenue normale Boukourdane : 119,5

II-1-2. Les eaux souterraines :

Les nappes aquifères du sahel Algérois Ouest sont constatées dans les formations plio-mio-quadernaire qui se développent dans les vallées des oueds Nador et El Hachem.

En moyenne, la nappe aquifère du Nador, a une épaisseur de 35m, les débits exploitables varient suivant les auteurs entre 5.5 et 8 Mm³/an, actuellement 130 l/s (4Mm³/an) de ces eaux sont utilisées pour l'AEP, l'excédent est attribué pour l'irrigation. Cette nappe est caractérisée, dans son ensemble, par des transmissives allant de (2.6 10⁻⁴ à 2 10⁻² m/s) et des perméabilités entre (2 10⁻⁴ et 7 10⁻⁴ m/s) celles qui sont relativement bonnes. Les eaux de cette nappe sont chlorurés sodiques à calciques de ce fait sont réputées médiocres à mauvaises pour l'irrigation.

La nappe de l'oued El Hachem présente une litho structure couvrant une surface de 6.4 Km², l'épaisseur moyenne de cette formation aquifère constituée de galets et graviers est de 20m, ça réserve totale serait de 12.8Mm³. Actuellement l'on extrait environ 10Mm³/an l'équivalent de 320l/s et par conséquent, dans cette hypothèse, la réserve permanente de la nappe serait de 2.8Mm³/an. Ces volumes d'eau pompés sont destinés aux besoins d'AEP et d'irrigation et sont d'une transmissivité allant de 10⁻² à 10⁻³ m²/s.

II-1-3.Choix de la ressource :

Les eaux des petits oueds qui traversent la plaine côtière sont, a priori, quantitativement très insuffisantes surtout pour l'alimentation d'un réseau sous pression collectif. Et par voie de conséquence cette ressource est à éliminer.

En ce qui concerne les deux nappes aquifères Nador et Oued el Hachem sont aujourd'hui à la limite de leur surexploitation qui s'est manifesté principalement par :

- Une augmentation de la salinité des forages d'AEP en l'occurrence ceux de Tipaza due probablement à une intrusion marine.
- Des baisses considérables des niveaux qui génèrent des difficultés majeures d'exploitation en continuant des puits et des forages. surtout ceux, qui sollicitent la nappe de Oued El Hachem.

En plus de ces inconvénients, la construction de la retenue de Boukourdane limitera considérablement l'alimentation de la nappe de Oued El Hachem du fait que 2/3 des eaux régularisées

par cette dernière proviennent du bassin versant du haut et moyen El Hachem qui sera contrôlé par ladite retenue.

Ajoutant à cela l'insuffisance de connaissances sur ces nappes et les intrusions salées récentes. Les spécialistes sont amenés dorénavant et déjà à recommander de réduire leur exploitation, des l'arrivée des adductions d'AEP venant du barrage, jusqu'à 3Mm³ pour la nappe de Oued El Hachem et 0.5Mm³ pour la nappe de Nador afin de leur permettre de se reconstituer. Donc l'utilisation de ces nappes pour l'alimentation sous pression du périmètre s'avère irrationnelle.

L'unique ressource qui peut subvenir aux besoins quantitatifs du périmètre est la retenue Boukourdane qui, suite aux contraintes topographiques et son éloignement, doit nécessairement alimenter le périmètre par un réseau sous pression qui nous permettra la réduction des pertes lors de l'alimentation.

II-1-4. Qualité de l'eau d'irrigation :

L'analyse chimique de l'eau d'irrigation a été faite au niveau de l'A.N.R.H .les résultats obtenus sont :

Tableau N°1 : Qualité de l'eau d'irrigation

Eau de :	Dates de prélèvement	Teneur (mg / l)								RAS	PH	CE ds/m 25°C
		Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	CO ₃ H	NO ₃			
Barrage	19/09/2007	105	65	85	6	153	235	315	4	1,64	7,0	1,5
Oued El Hachem	25/02/1989	75	45	70	5	105	203	222	5	1,57	8,2	1,1
	28/01/1990	108	60	55	6	85	225	329	5	1,05	8,3	1,2
Oued Nador	25/02/1989	158	47	173	1	380	160	390	15	3,09	8,1	2,0
	28/01/1990	175	74	163	14	330	203	567	1	2,59	7,6	2,4
Mélange : De deux oueds	25/02/1989	118	42	95	1	185	148	331	13	1,91	8,1	1,3
	28/01/1990	113	68	108	10	230	188	400	3	1,98	8,1	1,8

NB: RAS : rapport d'adsorption du sodium

II-1-5. Classification des eaux pour l'irrigation :**1. Classification mondiale (F.A.O) :**

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

- 1 g/l bonne irrigation
- 1 – 3 g/l faiblement salée
- 3 – 5 g/l moyennement salée
- 5 – 10 g/l fortement salée
- > 10 g/l extrêmement salée

2. Classification américaine :

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

➤ Pour la conductivité électrique C.E :

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

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

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

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

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ en meq / l

❖ S1 : S.A.R < 10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

❖ S2 : 10 < S.A.R < 18

Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol .ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

❖ S3 : $18 < \text{S.A.R} < 26$

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques .S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

❖ S4 : $\text{S.A.R} > 26$

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

Détermination du S.A.R

$$\text{S.A.R} = \frac{3,7}{\sqrt{\frac{5,42 + 5,25}{2}}} = 1,6$$

➤ **. Interprétation des résultats des analyses**

D'après les résultats qu'on a, on peut dire que :

1. Notre eau qui a une C.E = 1,5 mmhos / cm fait partie de la classe C3, elle ne convient qu'a des sols bien drainés.
2. Notre eau a un S.A.R = 1,6; c'est-à-dire appartient a la classe S1.ce sont des eaux faiblement alcalines et peuvent être utilisées du point de vue alcalin pour tous les sols avec peu de danger de donner un taux de Na échangeable qui est nocif pour les sols et pour les plantes.
3. Pour la toxicité le problème peut être posé dans le futur par l'accumulation des éléments toxiques.

➤ **Travail à faire**

Pour le problème de la salinité il faut :

- 1) Choisir des cultures tolérantes à une salinité existante ou éventuelle.
- 2) Prévision et surveillance de la dynamique des sels et de l'évolution des sols sous l'effet de l'irrigation avec une telle eau.
- 3) Irriguer plus fréquemment pour améliorer l'approvisionnement en eau de la culture.
- 4) Appliquer régulièrement un supplément d'eau pour satisfaire le besoin de lessivage.
- 5) Changer de méthode d'irrigation, en adopter une qui permette de mieux lutter contre la salinité.
- 6) Modifier les pratiques culturales.

Pour le problème de la toxicité il faut :

- 1) Arroser plus fréquemment.
- 2) Prévoir un supplément d'eau pour le lessivage.
- 3) En cas de toxicité par le sodium, utiliser des amendements tels que le gypse et le soufre.
- 4) Faire des cultures moins sensibles.

II. Agronomie :

II-1. Choix des cultures :

Dans cette étude qui nous amène au choix des cultures, on se basera sur plusieurs facteurs, qui sont

➤ **Climat :**

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

➤ **Sol :**

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

➤ **Qualité des eaux d'irrigation :**

L'irrigation par des eaux fortement minéralisée à une action directe sur le rendement des cultures pour cela il faut choisir des cultures tolérantes à une salinité existante ou éventuelle.

II-1. Aptitude culturale :

Le climat de la région est un climat sub humide à hiver frais. L'humidité relative de l'air est de 65 à 73 %. La température moyenne est de 10,8 à 24,5°C .La pluviométrie moyenne est de 545.mm / an.

L'analyse pédologique de la parcelle a montré que le sol a une conductivité électrique très faible, car les valeurs varient dans l'intervalle de 0,5 à 0,76 mmhos / cm, le PH est légèrement basique, il est de 7,4 à 7,74 .le taux de matière organique est faible 1,7 à 2 %.

Donc ce sol peut convenir pour toutes sortes de cultures après un apport d'engrais.

L'analyse de l'eau d'irrigation nous montre qu'on a une eau de salinité élevée, faiblement alcaline et la toxicité peut se poser dans le futur.

Tableau N°2 : Plantes très tolérantes aux sels

Texture	Culture	Limite supérieure de C.E de l'eau d'irrigation ($\mu\text{mhos} / \text{cm}$ à 25 °c)
Sable	Maraîchère	8000
	Fourragère	12000
	Grande culture	10000
Limon sableux	Maraîchère	4500
	Fourragère	7000
	Grande culture	6000
Limon	Maraîchère	3500
	Fourragère	5000
	Grande culture	4500
Limon argileux	Maraîchère	2400
	Fourragère	3500
	Grande culture	3000
Argile	Maraîchère	1200
	Fourragère	1800
	Grande culture	1600

A partir des conditions déjà citées, on peut choisir les cultures qu'on peut planter dans notre parcelle

- Cultures maraîchères: pomme de terre, haricot, courgette...
- Cultures Céréales : betterave, tournesol, tabac, tomate industrielle ...
- Cultures fourragères : blé, orge, maïs, luzernes, bersim...
- Arboricultures : olivier, figuier et les agrumes
- Vignoble.

II-3. Découpage de la parcelle :

L'A.G.I.D propose de partager la parcelle en quatre parties.

(Voir planche : 2)

II-4-1. Assolement et rotation choisis :**1. Définitions :****a) Assolement :**

L'assolement est défini comme étant la répartition des cultures dans la parcelle, il a également pour effet, d'assurer une utilisation rationnelle des éléments nutritifs en fonction des préférences marquées des plantes pour ces derniers et leur mode d'alimentation suivant le système racinaire des cultures.

On peut citer encore les objectifs de l'agriculture, qui visent principalement la satisfaction des besoins de consommation de la population locale. En fin on souligne que l'assolement est fait en fonction :

- ✓ Des facteurs écologiques (climat, sol ...).
- ✓ Des facteurs humains (mains d'oeuvre et sa qualification).
- ✓ Des facteurs techniques (organisation du travail, matériel).
- ✓ Des facteurs économiques (prix de produits, débouchés ...).

b) Rotation :

La rotation est l'ordre de succession des cultures sur une même parcelle. Elle correspond à une répartition des cultures dans le temps. Elle permet aux plantes :

- ✓ Réserves minérales : la rotation permet aux plantes selon leurs exigences 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'autres 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

II-4-2. Structure de l'assolement :

Tableau N°2 : Représente les structures de l'assolement

Culture \ Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Mais												
Pomme de terre												
Tomates												
Blé												
Agrumes												
Olivier												

Conclusion

Suivant l'étude qu'on a faite sur la région, nous avons arrêté les cultures répondant à l'aptitude culturale du sol, climat, et qualité d'eau d'irrigation. Ces cultures ont été insérées dans un système d'assolement rotation adéquat.

CHAPITRE 03

Etude hydrologique

Introduction

Le but principal de l'étude hydrologique c'est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduits à calculer les besoins en eau des cultures implantées.

Le périmètre est situé dans une zone assez bien pourvue en stations pluviométriques qui fonctionnaient pendant de longues périodes ; cependant l'étude hydrologique ne concerne que les trois stations les plus proches du périmètre : La station de BOUKERDANE, de HADJOUT et celle de BELLAH.

La localisation des stations est indiquée et leurs caractéristiques dans le tableau suivant :

Tableau N^o1 : La localisation des stations est indiquée et leurs caractéristiques

Nom de la station	Code	Coordonnées		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X(m)	Y(m)			
BOUKERDANE	020329	464.3	359.9	110	1983-2013	31
HADJOUT	020325	475.85	358.85	59	1979-2006	27
BELLAH	020319	458.8	367.55	20	1986-2010	24

III-1. Choix de la station représentative de la Zone d'étude :

Compte tenu de la position géographique de notre périmètre, ces caractéristiques sont les suivantes :

- Localisation géographique, presque au périmètre
- Les relevés de la station sont récents et s'étalent sur une période d'observation acceptable (trente et un ans d'observations).

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique BOUKERDANE est donnée dans le tableau ci-après

Tableau N°2 : précipitations des pluies moyennes mensuelles et annuelles

Année	sept	oct	nov	dec	janv	Fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1983	0	8.2	40.6	79.6	92.7	85.3	70.4	45.5	69.4	14.3	0	0	506
1984	12.4	148.8	66.4	110.7	96.8	33.6	148.9	22.5	96.2	0.7	0	0	737
1985	0.4	28.9	26.3	48.8	55.9	64.7	74.5	28.9	0	11.7	2.9	0	343
1986	41.3	89.7	156.7	148.4	71.1	124.2	22.9	0.9	9.3	3.9	3	1	672.4
1987	119.4	4.2	72	59.9	43.8	16.6	32.5	34.8	52.6	12.9	0	0	448.7
1988	57.7	11.8	88.2	106.2	48.1	31.4	70.3	61.9	12.8	7.9	0.6	7	503.9
1989	33.6	9.5	69	18.9	85.5	21.1	60	42.5	40.5	0	9.9	9.2	399.7
1990	0	14.5	62.6	98.3	85.1	64.8	86.5	18.1	39.8	5.6	0.9	4.6	480.8
1991	10.2	130.2	37.4	7.9	146	35.1	58.3	48.4	51.2	28.7	5	0	558.4
1992	0.2	43.5	77.1	73.8	1	77.8	30.3	56.9	8.5	1.8	0	2.6	373.5
1993	21.8	18.7	59.4	16.9	89	41.5	2.1	35.7	6	0	0	2.4	293.5
1994	127.3	91.2	52.5	46.9	88.2	82.1	107.8	16	0	16.2	0	14.2	642.4
1995	54.6	13.6	68.2	40.6	41.5	110.5	50.7	168.9	5	14.4	4.5	16.7	589.2
1996	38	48.9	9.9	44.4	38.7	38.6	2.3	46.7	16.1	0	0.5	4.6	288.7
1997	15	30.7	108.6	43.7	12.3	28.7	43.9	42.4	148.4	1.7	0	4.3	479.7
1998	18.4	25.8	119.2	50.5	86.5	132	65.9	11	4.3	1	0	2.3	516.9
1999	14.3	15.3	174.5	283.1	15.6	3.9	23.1	15.2	44.8	0	0	0	589.8
2000	5.5	84.8	81.2	62.2	77	63.1	0.3	74.4	18	0.1	0.1	0	466.7
2001	23.1	2.3	112.6	61	30.6	16.7	73.3	36.6	24.8	1	4.8	11.2	398
2002	15.7	20.6	56.7	47.2	147.3	89.8	13.4	38.6	17.2	0	1.1	1.4	449
2003	9	47.4	101.3	56.9	77.1	48.5	40	79.7	102	2.3	1.3	10.2	575.7
2004	22.7	27.9	89.5	128.4	69.4	147.2	95.8	16.4	1.1	0	0	2.7	601.1
2005	14.6	33.6	100.8	140.4	90.6	64.3	12.6	13.2	143.8	1.9	0.5	0.6	616.9
2006	67.4	0.7	51.6	294.8	14	63.4	80.5	76.8	15	0	0	3	667.2
2007	54.9	144.9	249.8	114.8	14	18.4	50.1	14.2	44.7	30.3	11.7	0	747.8
2008	39.1	53.3	95.4	104.3	131	13.8	61.2	62.8	14.9	0	0	2.9	578.7
2009	86	2.4	77.6	86.5	79.6	91.6	105.8	39.5	10.9	14.3	0.7	23.2	618.1
2010	15.4	144.3	135	72.1	82.8	136.8	26.6	56.8	89.6	14.4	0	2.7	776.5
2011	9	51	156.4	58.3	29.5	245.3	51.9	110.2	14.5	0	0.2	3.3	729.6
2012	0.9	37	98.1	25.9	88.1	93.9	66.7	91.7	181.6	0	0.4	0	684.3
2013	22.8	9.3	177.7	68.2	47.3	101.9	73.4	57.3	31.9	0.8	0	0	590.6

Source : ANRH de Blida

D’après les résultats du tableau pendant la période 1983 –2013, On a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

L’étude statistique de la série s’effectue par le logiciel HYFRAN.

Donnant son diagramme de dispersion et son traitement. Le même logiciel fait son ajustement aux lois théoriques (GUMBEL, Normale, Log-normale et Pearson III).

III-2 . Vérification de l’homogénéité de la série :

Pour vérifier l’homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon : La vérification de l’homogénéité d’une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N_1 et N_2

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

- On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d’origine par ordre croissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

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

Avec :

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

$$W_x = |Rang|_x$$

W_x : Somme des rangs des sous séries

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right] \dots \dots \dots \text{III-1}$$

$$W_{\max} = \left[(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right] \dots \dots \dots \text{III-2}$$

Tableau N° 3 : Test d'homogénéité

Rang	Série d'origine P (mm)	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI (mm)	x union y
1	506	506	516.9	288.7	x
2	737	737	589.8	293.5	x
3	343	343	466.7	343	x
4	672.4	672.4	398	373.5	x
5	448.7	448.7	449	398	y
6	503.9	503.9	575.7	399.7	x
7	399.7	399.7	601.1	448.7	x
8	480.8	480.8	616.9	449	y
9	558.4	558.4	667.2	466.7	y
10	373.5	373.5	747.8	479.7	x
11	293.5	293.5	578.7	480.8	x
12	642.4	642.4	618.1	503.9	x
13	589.2	589.2	776.5	506	x
14	288.7	288.7	729.6	516.9	y
15	479.7	479.7	684.3	558.4	x
16	516.9		590.6	575.7	y
17	589.8			578.7	y
18	466.7			589.2	x
19	398			589.8	y
20	449			590.6	y
21	575.7			601.1	y
22	601.1			616.9	y
23	616.9			618.1	y
24	667.2			667.2	y
25	747.8			672.4	x
26	578.7			684.3	y
27	618.1			729.6	y
28	776.5			737	x
29	729.6			747.8	y
30	684.3			776.5	y
31	590.6			886.9	x

$$W_x = 186$$

$$W_{\min} = 175$$

$$W_{\max} = 305$$

$$175 < W_x < 305$$

La condition de M^f Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de BOUKERDANE est homogène.

III-3. Etude de l'échantillon et choix du type de loi :

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

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

a .Traitement des données

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

Station BOUKERDANE

Statistiques de base

Nombre d'observations	31
Minimum	289
Maximum	777
Moyenne	546
Ecart-type	132
Médiane	576

b) .Ajustement de la série pluviométrique :

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

b.1) .Ajustement à la loi Normale (GAUSS) :

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

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2f}} \int_{-\infty}^{\tilde{x}} \text{Exp}\left(\frac{-1}{2x^2}\right) du \dots\dots\dots \text{III-3}$$

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

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

Tableau N°4 : Ajustement à la loi de Gauss

T	q	xt	Ecart type	Intervalle de confiance
20.0	0.9500	764	36.9	692 - 836
10.0	0.9000	716	32.4	652 - 779
5.0	0.8000	657	27.8	603 - 712
3.0	0.6667	603	24.9	554 - 652
2.0	0.5000	546	23.8	499 - 593
1.4286	0.3000	477	25.4	427 - 526
1.2500	0.2000	434	27.8	380 - 489
1.1111	0.1000	376	32.4	313 - 440
1.0526	0.0500	328	36.9	256 - 400

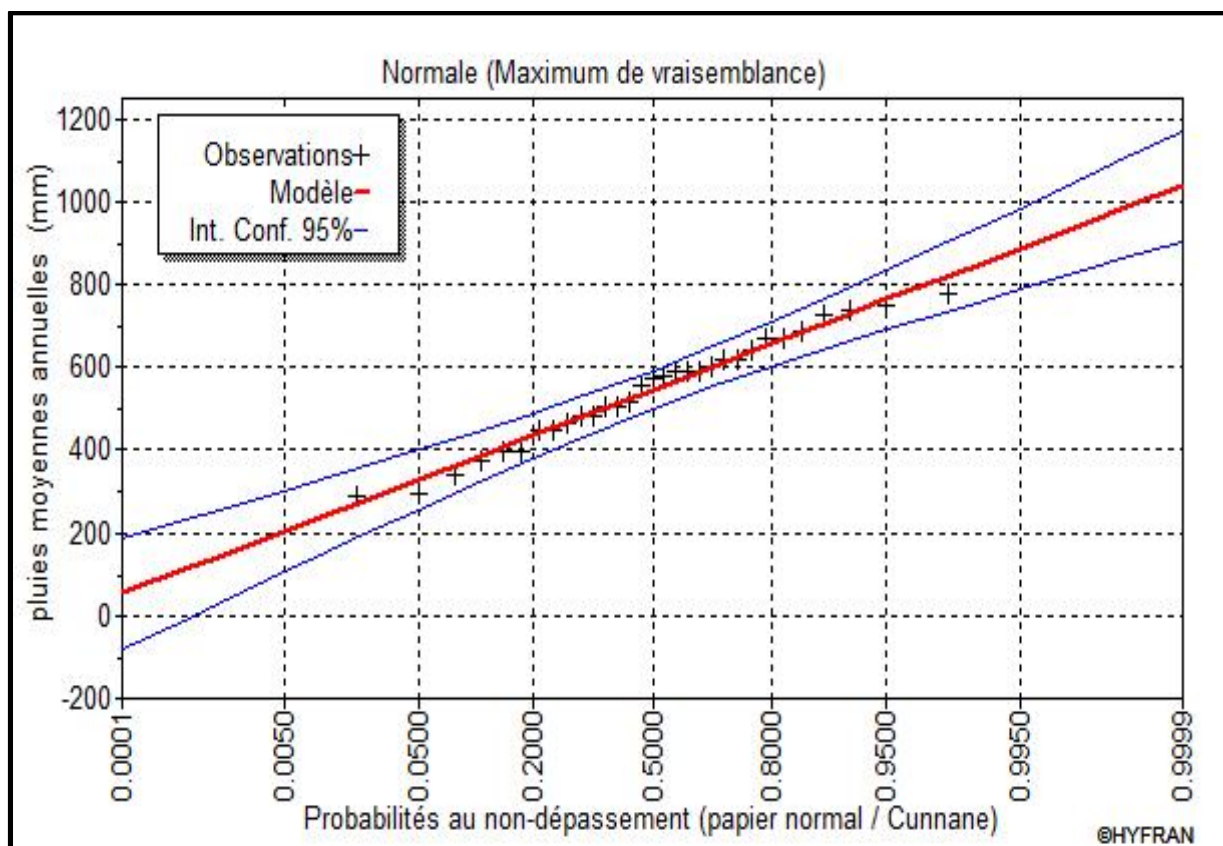


Figure N°1 : Représentation graphique de l'Ajustement à la loi Normal

b.2) .Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON)

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

Tableau N°5 : Ajustement à la loi Log-Normal

T	q	xt	Ecart type	Intervalle de confiance
20.0	0.9500	816	59.9	699 - 934
10.0	0.9000	742	47.8	648 - 835
5.0	0.8000	660	36.6	589 - 732
3.0	0.6667	593	29.4	535 - 650
2.0	0.5000	529	25.1	480 - 578
1.4286	0.3000	461	23.3	415 - 506
1.2500	0.2000	424	23.5	378 - 470
1.1111	0.1000	377	24.3	329 - 425
1.0526	0.0500	343	25.2	293 - 392

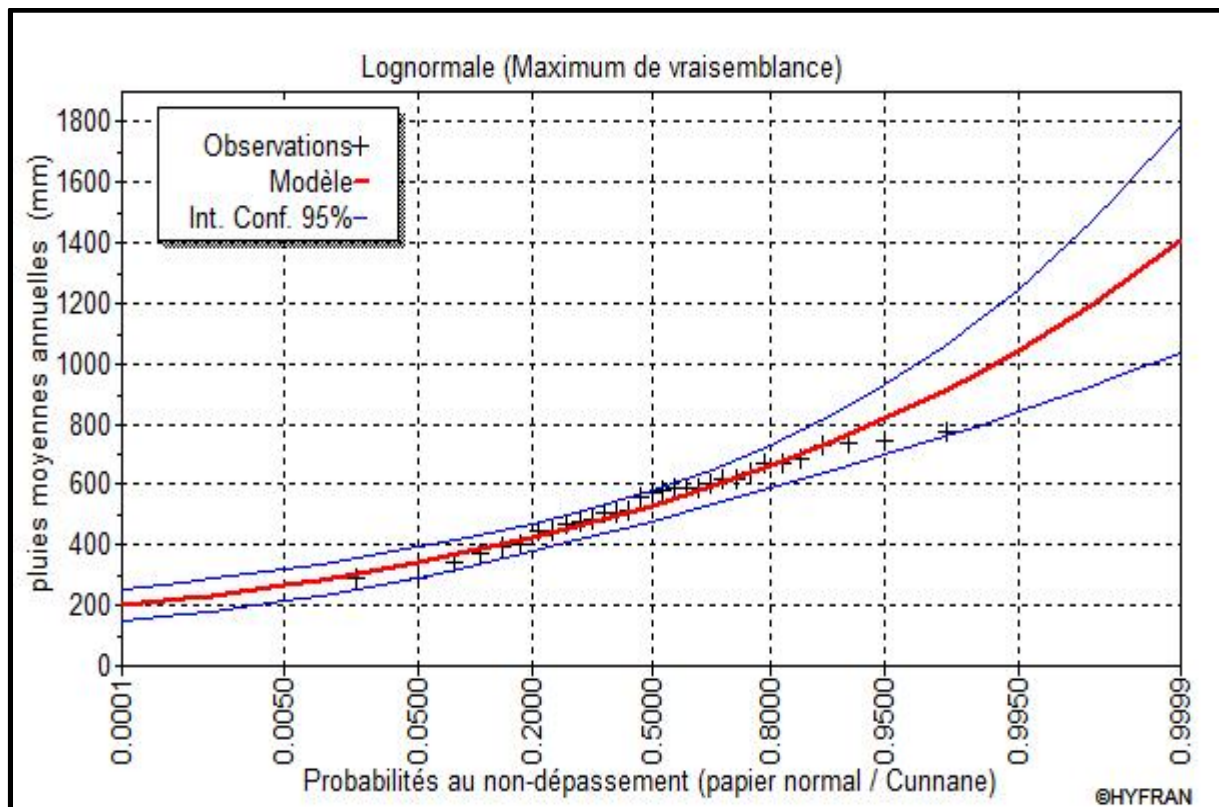


Figure N°2 : Représentation graphique de l'Ajustement à la loi Log-Normal

c. Test de validité d'un ajustement :

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

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

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

$$\epsilon_i = N \int_{x_{i-1}}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i-1})] \quad \text{III-4}$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire t^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$t^2 = \sum \frac{(n_i - \epsilon_i)^2}{\epsilon_i} \quad \text{III-5}$$

$$\} = K - 1 - P \quad \text{III-6}$$

Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition

Donc :

P=2 : pour la loi normal (Gauss)

P=3 : pour la loi de log normal (Galton)

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par }

Si cette probabilité est **supérieure à 0,05**, l'ajustement est satisfaisant

c.1) Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel Hyfran.

Test d'adéquation : Loi Normale

Résultats

$X^2 = 6.71$

Probabilité p (χ^2) = 0.1520

Degrés de liberté : 4

Nombre des classes 7

c.2) Test de validité de l'ajustement à la loi Log-Normale :

Test d'adéquation : Loi log-Normale

Résultats

$X^2 = 4.00$

Probabilité p (χ^2) = 0.4060

Degrés de liberté : 4

Nombre des classes 7

Conclusion :

Le test de Khi carré et les Figure N01 ; Figure N⁰2 montrent que la loi de GAUSS présente une adéquation meilleure que la loi Log Normale.

Pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%

$P_{i80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times P_{20\%}/P_{50\%} \dots \dots \dots \text{III-7}$

i: mois

On déduire les résultats suivants :

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{théoann } 20\%} = 434 \text{ mm.} \\ P_{\text{théoann } 50\%} = 546 \text{ mm.} \end{array} \right\} \longrightarrow P_{20\%}/P_{50\%} = 434/546 = 0,8 < 1$$

Donc les valeurs de $P_{\text{isec } 80\%}$ deviennent comme suit :

Tableau N° 6 : Pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%

mois	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août
$P_{20\%}/P_{50\%}$	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
P_{moy}	30.67	44.94	92.65	83.86	66.97	70.54	54.9	47.24	42.42	6	1.55	4.2
$P_{i80\%}$	24.54	35.95	74.12	67.09	53.58	56.43	43.92	37.79	33.94	4.80	1.24	3.36

Conclusion

Dans cette partie, nous avons dégagé les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

Quant à l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles, on a utilisé le test de la loi Log-normale qui a montré un ajustement à considérer. Concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles la loi de Gauss a été adoptée.

Les calculs manuels des expressions statistiques vont prendre plus temps, mais avec l'utilisation de l'outil informatique, on aboutit facilement aux résultats escomptés, à l'aide des logiciels tel quel L'HYFRAN, nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

CHAPITRE 04

Besoin en eau

Introduction

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, systèmes agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols.

IV-1. Types d'exploitations moyennes du périmètre par classes de superficie et les principaux types d'assolement en situation projetée :

En tenant compte des types d'exploitation et les principales cultures occupant la superficie du périmètre dans la situation de référence nous avons proposé les assolements à retenir par exploitation moyenne. Les exploitations types du périmètre sont représentées ci-dessous :

1) Classe de 0 à 3 ha : Cette classe est composée de 7 exploitations dont l'exploitation type est de 1.87 ha. Le taux d'intensification est de 1.43.

2) Classe de 3 à 5 ha : Cette classe est composée de 9 exploitations avec une exploitation modèle de 3.72 ha. Le taux d'intensification est de 1,43.

3) Classe de 5 à 10 ha : Cette classe est composée de 21 exploitations avec comme modèle une exploitation de taille de 7.79 ha. Le taux d'intensification est de 1,43.

4) Classe de 10 à 20 ha : Cette classe est composée de 7 exploitations avec comme modèle une exploitation de taille moyenne de 13.68 ha. Le taux d'intensification est de 1.43.

1.5) Classe de 20 ha et plus : Cette classe est composée de 8 exploitations avec comme modèle une exploitation moyenne de 43.71 ha. Le taux d'intensification est de 1.43.

- les caractéristiques des modèles d'exploitation du périmètre sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau N°1 : Caractéristiques des modèles d'exploitations

<i>Classe</i>	<i>Superficie de modèle (ha)</i>	<i>Superficie développée (ha)</i>	<i>Taux d'intensification</i>	<i>Nombre de modèle</i>
<i>0 ÷ 3 ha</i>	<i>1.87</i>	<i>2.67</i>	<i>1.43</i>	<i>7</i>
<i>3 ÷ 5 ha</i>	<i>3.72</i>	<i>5.32</i>	<i>1.43</i>	<i>9</i>
<i>5 ÷ 10 ha</i>	<i>7.79</i>	<i>11.14</i>	<i>1.43</i>	<i>21</i>
<i>10 ÷ 20 ha</i>	<i>13.68</i>	<i>19.56</i>	<i>1.43</i>	<i>7</i>
<i>20 et plus</i>	<i>43.71</i>	<i>62.51</i>	<i>1.43</i>	<i>8</i>

IV-2.L'occupation des sols :

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

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

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

Tableau N°2 : production agricole projeté

modelés	Secteur III
	SIDI MOUSSA -NADOR
Maraichage	70.90
Fourragères et Céréales	480.45
Arboriculture (agrumes)	203.61
Olivier	26.71
Total (ha)	781.67

La surface irriguée est 781.67 ha

IV-3. Besoin en eau du périmètre :

Le besoin en eau d'irrigation ou la consommation en eau de la culture définie comme la hauteur d'eau (mm) consommé par l'évapotranspiration de la culture.

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de

référence, de telle sorte que le taux d'évapotranspiration (mm/j) représente les conditions climatiques locales.

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique, pour ce la il faut déterminer : L'évapotranspiration de référence (ET₀)

IV-3-1.L'évapotranspiration de référence (ET₀) :

ET₀ est le taux d'évapotranspiration déterminé à partir d'une surface étendue de gazon vert, d'une hauteur de 8 à 15 cm, poussant activement, couvrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau. Plusieurs méthodes ont été établies pour le calcul de ET₀ que se soit expérimentales, en utilisant un bac d'évapotranspiration, ou bien théoriques basées sur des données climatiques mesurées dans des stations climatologiques, les plus répandues sont la méthode de Blaney-driddle, de Turc et de Penman.

Dans notre cas, on va utiliser le logiciel CROPWAT établi par la FAO à base de la méthode Penman modifiée par Monteith en 1965. Ce modèle, qui forme l'approche la plus complète puisqu'il a l'avantage d'inclure la physiologie de la plante par l'intermédiaire de la résistance stomatique, a été largement étudié ou utilisé et est jugé le modèle le plus appropriée pour le calcul de ET₀ lorsqu'on dispose des données climatiques relative à la température, l'humidité, l'insolation et la vitesse du vent. La formule, telle que recommandée par FAO (Allen et al. 1998), présente l'effet de la végétation sur la transpiration par une résistance minimale de 70 s/m. Le gazon de référence pris a les propriétés suivantes : gazon de hauteur 0.12 m et d'albédo 0.23.

La formule de Penman Monteith telle que recommandée par la FAO s'écrit :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \alpha \frac{900}{T + 273} \rho_a (e_s - e_a)}{\Delta + \alpha (1 + 0.34 \rho_a)} \quad (IV.1)$$

Avec

ET₀ : Evapotranspiration de référence (mm/j)

R_n : est le rayonnement net en surface [MJ/j.m²] ; le calcul de R_n suppose un albédo α= 0.23 et une émissivité de la surface ε = 1. Les rayonnements solaire et thermique incidents sont disponibles directement (en particulier, le rayonnement thermique incident n'est pas approximé), et le rayonnement thermique depuis la surface est estimée en fonction de la température de l'air, prise comme Proxy pour la température de surface.

G : est le flux de chaleur dans le sol [(MJ/j.m²), négligé ici au pas de temps journalier,

T : est la moyenne de la température de l'air à 2 m de hauteur [C],

U₂ est la vitesse du vent à 2 m [m/ s) extrapolée de la vitesse à 10 m (Allen et al.1998)

e_s : est la pression de vapeur d'eau à saturation [kPa], donnée à partir de la température par la relation de Clausius Clapeyron,

e_a : est la pression de vapeur d'eau à 2 m [kPa],

Δ est la pente de la relation de Clausius Clapeyron [kPa C], approximée en fonction de la température (Allen et al. 1998),

γ est la constante psychrométrique [kPa C], estimée en fonction de la pression atmosphérique (Allen et al., 1998).

Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau N°3 : résultats de l'évapotranspiration de référence

Mois	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidité %	vent km/jour	insolation Heures	Radiation MJ/m ² /jour	ETo mm/jour	ETo mm/mois
Janvier	1.8	16.8	66	173	5.4	16.6	1,61	48.36
Février	5.3	17.7	66	216	6.2	18.6	1,86	55.72
Mars	5.9	18.7	70	216	7.4	21	2,93	88.04
Avril	8.2	20.6	65	173	8.1	21.8	3,76	112.8
Mai	11.2	23.6	69	130	8.6	21.7	4,48	134.54
Juin	15	27.9	72	130	10	22.9	6,56	196.8
Juillet	17.3	31.5	72	130	10.6	24	7,17	215.21
Août	18	31.6	66	130	9.8	23.8	6,93	208.01
Septem	15.7	29.3	67	130	8.4	22.4	5,10	153
Octobre	12	24.7	73	130	7.2	20.2	3,09	92.69
Novembre	7.9	21	65	173	5.5	16.9	1,79	53.7
Décembre	5.7	17.3	66	173	5	15.7	1,63	48.98
Moyenne	10.3	23.4	68	159	7.7	20.5	3,97	119.24

IV-3-2.La pluie efficace:

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur etc...

Avec :

$$P_{\text{eff}} = P_{P\%} \times 0.8 \quad (\text{IV-2})$$

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

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

Le résultat de ce calcul des valeurs mensuelles $P_{p\%}$ et P_{eff} par cette méthode est donné dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°4 : Calcul des pluies efficaces.

Fich. Climat. :	Station climatique : BOUKERDANE	
	Précipitation (mm/mois)	Pluie efficace (mm/mois)
Janvier	53.6	49
Février	56.4	51.3
Mars	43.9	40.8
Avril	37.8	35.5
Mai	33.9	32.1
Juin	4.8	4.8
Juillet	1.2	1.2
Août	3.4	3.3
Septembre	24.5	23.6
Octobre	36	33.9
Novembre	74.1	65.3
Décembre	67.1	59.9
Total de l'année	436.8	400.8

IV-3-3 Calcul de l'Évapotranspiration réelle:

- ✓ **L'évapotranspiration réelle** : s'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural.

Les données climatiques (moyennes mensuelles) à fournir pour déterminer

L'Évapotranspiration sont reprises ci-dessous:

$$ETM = ET_0 * K_c \quad (IV-3)$$

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU) \dots\dots\dots (IV-4)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z \dots\dots\dots (IV-5)$$

Y : degré de tarissement

Da : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

Hcc : humidité à la capacité au champ

Hpf : humidité au point de flétrissement

Peff : pluie efficace

Nous opterons pour la formule la plus utilisée qui

L'irrigation est fait lorsque $B > 0$ (bilan hydrique) d'après la formule (A)

- La texture du sol étant medium
- la valeur de la réserve utile étant variable selon la profondeur d'enracinement de la plante.
Il est opté par l'abaque (annexe)

➤ **Tableau N°5: calcule le RFU max**

Colonne1	(Hcc-Hpf)	2/3 xda	Z (mm)	RFU max (mm)
maréchale	14	0,9333	800	104,53
céréale	14	0,9333	500	65,33
agrumes	14	0,9333	1200	156,79
olivier	14	0,9333	1000	130.7

Le calcul des besoins en eau nets par culture est donné dans les tableaux suivants :

Tableau N°6 : Le calcul des besoins en eau nets

Pomme de terre												
Mais	Sepr	Oct	Nov	Dec	Jan	Fevr	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug
Peffe (mm)	23.6	33.9	65,3	59,9	49	51,3	40,8	35.5	32.1	4.8	1.2	3,3
ETP(mm)	153	92.7	53.7	49	48.36	55.7	88	112.8	134.5	196.8	215.2	208.1
Kc						0,4	0,7	0,9	1,05	0,9		
ETM						22.3	61.6	95.9	141.3	177.1		
RFU	0	0	11.6	22.52	23.2	18.74	0	0	0	0	0	0
B(mm)						47.75	-20.83	-60.38	-109.2	-172.3		
Tomate												
ETP(mm)	153	92.7	53.7	49	48.36	55.7	88	112.8	134.5	196.8	215.2	208.1
Kc							0,5	0,8	0,95	0,9	0,65	
ETM							44.02	90.24	127.8	177.1	139.8	
									1	2	9	
RFU	0	0	11.6	22.52	23.2	18.74	0	0	0	0	0	0
B(mm)							-3.22	-54.74	-95.71	-172.3	-138.7	
Mais												
ETP(mm)	153	92.7	53.7	49	48.36	55.7	88	112.8	134.5	196.8	215.2	208.1
Kc								0,7	1,15	1,15	0,7	0,7
ETM								78,9	154,7	226,3	150,6	145,7
RFU	0	0	11,6	22,52	23,16	18,74	0	0	0	0	0	0
B(mm)								-43,5	-122,6	-221,5	-149,4	-142,4
Blé(dur)												
ETP(mm)	153	92.7	53.7	49	48.36	55.7	88	112.8	134.5	196.8	215.2	208.1
Kc			0,5	0,6	0,7	0,8	1,05	1,2	1,15	0,75		
ETM			26.7	29.4	33.9	44.6	92.4	135.4	154.7	147.6		
RFU	0	0	11.6	22.5	23.2	18.7	0	0	0	0	0	0
B(mm)	23.6	33.9	50.1	53.03	38.3	25.5	-51.6	-99.9	-122.6	-142.8	1.2	3.3
Agrumes												
ETP(mm)	153	92.7	53.7	49	48.36	55.7	88	112.8	134.5	196.8	215.2	208.1
Kc	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7
ETM	99,12	80	72,03	60,69	62,37	91,26	98,01	105	105,3	120	105,2	108,6

RFU	0	0	11.6	22.5	23.2	18.7	0	0	0	0	0	0
B(mm)	-83,5	-65.3	39,3	48,1	38,3	19,9	-38,4	-66,1	-88,9	-172,3	-149,4	-142,4
Olivier												
ETP(mm)	153	92.7	53.7	49	48.36	55.7	88	112.8	134.5	196.8	215.2	208.1
Kc	0.62	0.61	0.7	0.9	0.82	0.94	0.8	0.9	0.82	0.76	0.73	0.6
ETM	94.9	56.5	37.6	44.1	39.7	52.4	70.4	101.5	110.3	149.6	157.1	124.8
RFU	0	0	11.6	22.5	23.2	18.7	0	0	0	0	0	0
B(mm)	-71.3	-22.6	39.3	38.3	32.5	17.7	-29.6	-66.02	-78.22	-144.8	-155.9	-121.5

Tableau N°7 : Besoins en eau nette des cultures en mm

Besoins Mensuels													
Cultures	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	Besoins total
Pomme de Terre							20.83	60.38	109.2	172.3			362.71
tomate							3.22	54.74	95.71	172.3	138.7		464.67
mais							43.5	122.6	221.5	149.4	142.4		679.4
Blé dur							51.6	99.9	122.6	142.8			416.9
Agrume	83.5	65.3					38.4	66.10	88.90	172.3	149.4	142.4	806.3
olivier	71.3	22.6					29.6	66.02	78.22	144.8	155.9	121.5	660.34
Besoins	154.8	87.9					143.65	390.64	617.2	1026	593.4	406.3	

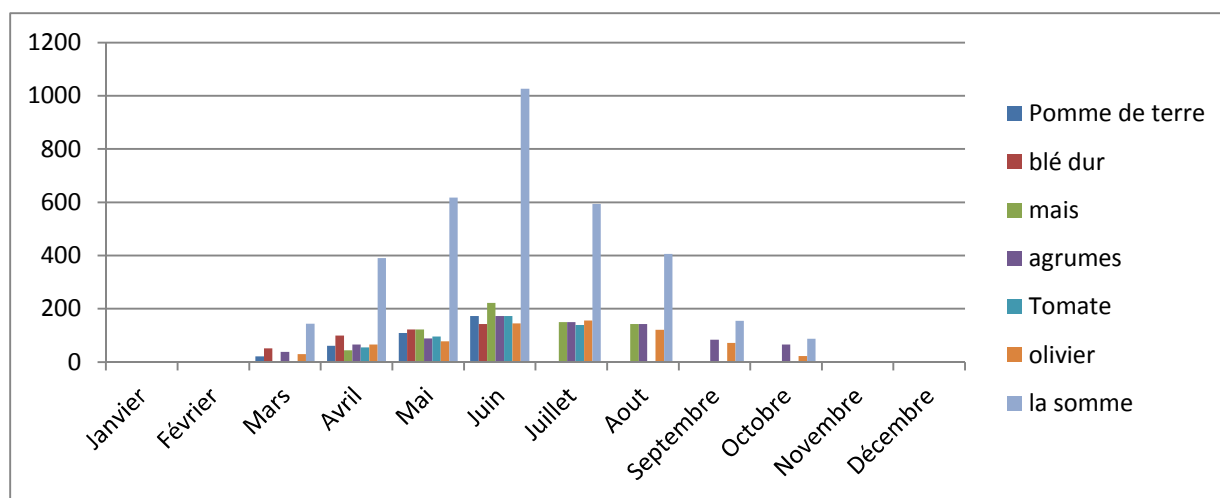


Figure N°1 : Histogramme représente Les besoins nette des différentes cultures

Tableau N°8: Calcul des besoins bruts et volume brut :

$$V_{\text{brut}} = (\text{besoins brut max}) \times \text{surface total} \quad (\text{IV-6})$$

	besoin net (mm)	Eff	besoins brut (mm)	surf total (ha)	Vol brut an (m ³)
Janvier		0,75			
Février		0,75			
Mars	143,65	0,75	191,53		
Avril	390,64	0,75	520,85		
Mai	617,23	0,75	822,97		
Juin	1026,00	0,75	1368,00	781,67	10693245,60
Juillet	593,40	0,75	791,20		
Aout	406,30	0,75	541,73		
Septembre	154,80	0,75	206,40		
Octobre	323,60	0,75	431,47		
Novembre		0,75			
Décembre		0,75			
			4874,16		

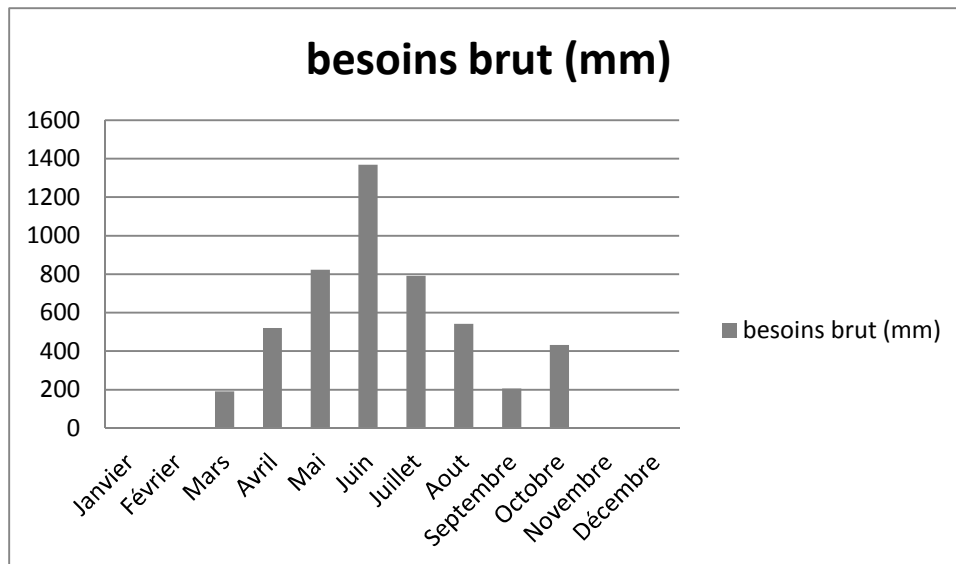


Figure N°2: histogramme représente Les besoins bruts mensuels des différentes cultures

IV-4 : Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique) :

Dans notre cas, le débit maximum journalier est le débit caractéristique. Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{\text{car}} = q_s \times S_T \quad (\text{IV-7})$$

D'où :

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

Le mois de pointe est le mois de juin et les besoins de pointe sont de : **1368 mm**.

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe)

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.

Ce débit est donné par la relation suivante :

$$q_s = \frac{B_{\text{pointe}} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot Nh \cdot nj \cdot 3600} \quad (\text{IV-8})$$

Avec :

- S : la superficie totales à irriguer = 781.67 ha.
- B_{pointe} : Besoins de pointe (mm/mois)..... $B_{\text{pointe}} = 806.3$ mm/mois
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha).
- K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ($k=0,75$).
- Nh : nombre des heures d'irrigation = 20 h.
- nj : nombre de jours par mois = 30 jours.

Le débit spécifique : $q_s = 1,06 \text{ l/s/ha}$

$$Q_{\text{car}} = q_s \times s \quad \Rightarrow \quad Q_{\text{car}} = 1,06 \times 781,67 = 831.37 \text{ l/s}$$

→

$$Q_{\text{car}} = 0.8314 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{car}} = 2992.93 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{car}} = 71830.26 \text{ m}^3/\text{j}$$

Conclusion

Ce présent chapitre a pour objectif l'estimation des besoins en eau des cultures pour l'assolement choisi. Les besoins totaux pour l'année sont de 48741,6 m³/ha et de 13680m³/ha pour le mois de pointe.

CHAPITRE 05

Dimensionnement de station pompage & conduite gravitaire

Introduction :

Ce chapitre a pour but, de dimensionner la conduite gravitaire, l'étude et le choix de la pompe idéale adaptée à l'usage de notre projet et qui nous permet d'assurer le débit appelé et la hauteur manométrique totale au niveau de la station de pompage projetées le long de l'adduction.

V-1 Calcul de diamètre avantage de la conduite gravitaire (réservoir R4.1–station surpression SSP3) :

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

$$\Delta H_t = \frac{K' * L_{eq} * Q^S}{D_{av}^m} \quad (V.1)$$

ΔH_t : Perte de charge totale (m);

K' : Coefficient de perte de charge;

L_{eq} : Longueur équivalente de la conduite (m) ;

$$L_{eq} = L_g + L_{ev} \quad (V.2)$$

L_g : Longueur géométrique de la conduite (m) ;

L_{ev} : Longueur équivalente (m) ;

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

$$\Delta H_t = 1,10 * \Delta H_p^{lin} \Rightarrow L_{eq} = 1,10 * L_g \quad (V.3)$$

ΔH_t : Perte de charge totale (m) ;

ΔH_p^{lin} : Perte de charge linéaire (m).

Q : Débit véhiculé par la conduite (m³/s) ;

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

S : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

m : Exposant tenant compte du type du matériau.

Selon le type de matériau on choisit les coefficients K' , m et S .

Tableau N°1 : Coefficients K', m, s pour différents types du tuyau

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

Dans notre cas, on prend : $K' = 0,001735$; $S = 2$; $m = 5,3$ (matériaux : Acier et fonte).

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_{eq,i} * Q_i^S}{\Delta H_i}} \quad \text{V-4}$$

$$L_{eq} = 1,10 * L_g = 1,1 * 2583 = 2841,3 \text{ m} \Rightarrow L_{eq} = 2841,3 \text{ m}$$

$$H_i = C_R - C_{SSP} = 108 - 41 = 67 \text{ m} \Rightarrow H_i = 67 \text{ m}$$

$$\text{Donc : } D_{av} = \sqrt[5,3]{\frac{0,001735 * 2841,3 * 0,8314^2}{67}} = 0,57 \text{ m} \quad D_{av} = 600 \text{ mm}$$

On détermine la vitesse d'écoulement dans la conduite gravitaire moyennant l'équation de continuité :

Avec :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m^3/s) ;

V : vitesse d'écoulement (m^3/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).

$$V = \frac{4 * Q}{f * D^2} \quad \text{V-5} \quad V = \frac{4 * 0,8314}{f * 0,6^2} = 2,94 \text{ m/s}$$

Donc : la conduite gravitaire est composée d'une conduite de diamètre 600mm et de longueur 2841,3m

V-2. Dimensionnement de la station pompage :**V-2-1. Définition :**

Une pompe est un système d'élévation d'eau, c'est la transformation d'énergie mécanique en énergie hydraulique composée par des organes différents.

La pompe est entraînée par un moteur électrique.

Elle peut être une pompe à axe :

-horizontal

-vertical

-oblique

V-2-1. Couplage des pompes :

On distingue deux types de couplage des pompes :

- Le couplage en série : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation de la hauteur d'élévation des pompes.
- Le couplage en parallèle : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation du débit refoulé par les pompes.

V-2-3. 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.
- Être fabriquée en série.

On opte pour les pompes ITALIE (pompes centrifuge multicellulaire à axe horizontal de marque CAPRARI.)

V-2-4. Choix du nombre de pompes :

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes n minimal.
- Meilleur rendement.
- Charge nette d'aspiration requise (NPSH)_r minimale.
- Nombre d'étage minimal.
- Puissance absorbée minimale.

V-3. Dimensionnement du réservoir d'aspiration :**V-3-1. volume de réservoir :**

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

$$Vt = Q * t \quad \text{V-6}$$

Vt : volume de la bache en (m^3)

Q : débit total qui arrive à la station de pompage

t : temps de stockage des eaux dans la bache pendant l'arrêt des pompes, Pour notre projet on considère que la station de pompage fonctionne pendant 0.5h/jour

On fixe $t = 0.5$ heures

On aura donc :

$$Vt = 2992,93 * 0,5 = 1496,47m^3$$

Le volume total de la bache sera : $V = 1496,47 m^3$

V-3-2. surface de réservoir :

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

S : surface de la bache en (m^2) ; V : volume de la bache en (m^3)

H : la hauteur de la bache en (m), on fixe cette hauteur à $H = 4m$

V-3- 3. Longueur et largeur de réservoir :

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

L : la longueur de la bache en (m)

B : la largeur de la bache

Tableau N⁰ 2: Dimensions de la bache d'aspiration

Dimensions	Réservoir
Volume (m ³)	1496,47
Hauteur (m)	4
Surface (m ²)	347,12
Longueur (m)	24
Largeur (m)	15

V-4-1. Refoulement Tronçon : SSP3 – périmètre :

$$Q_{\text{exp}} = \frac{Q_{\text{max } j}}{t * 3600} \quad \text{V-7}$$

- Q_{exp} : Débit d'exploitation (m³/s) ;
- $Q_{\text{max},j}$: Débit maximum journalier (m³/j) ; $Q_{\text{max},j} = 71830,26 \text{ m}^3/\text{j}$.

- t : Durée de fonctionnement de la station par jour, $t = 20 \text{ h}$.

$$Q_{\text{exp}} = \frac{71830,26}{20 * 3600} = 0,997 \text{ m}^3/\text{s}$$

La HMT est donnée par la formule suivante :

$$\text{HMT} = \text{Hgéo} + \Sigma \text{Pdc} + \text{P}_{\text{exh}} \quad \text{V-8}$$

Où

Hgéo : Hauteur géométrique

ΣPdc : somme des pertes de charge linéaires et singulières.

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

$$= (1,0 \div 1,5) \text{ m} ; \text{ On prend } \text{P}_{\text{exh}} = 1 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{Pdc} = (1,15 \div 1,3) \Sigma h_p(\text{ref})^{\text{lin}} \quad (\text{pour } Q < 3 \text{ m}^3/\text{s})$$

et :

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

Notre conduite de refoulement à une longueur de 6885,6 m.

D'où:

$$h_p(\text{ref})^{\text{lin}} = \frac{6885,7}{1000} * 4 = 24,09 \text{ m}$$

$$\Sigma hp(ref)^{lin} = 24,09m$$

$$\Sigma Pdc = 1,01 * 24,09 = 24.5m$$

La somme des pertes de charge est donc de $\Sigma Pdc = 24,5$ mce.

$$Hg = C_{pd} - C_{ssp3} = 118 - 38,5 = 79,5$$

La Hmt maximale est $HMT = 79,5 + 24,5 + 1 = 105$ mce.

- $L = 6885,66$ m

- $Hmt = 105$ mce (hauteur manométrique)

- $Dc = 800$ mm (diamètre normalise)

D'après le logiciel KSB on trouve Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre

Tableau N°3: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre

n	Q appelé (m ³ /h)	HMT appelée (m)	Type de pompe	Q(m ³ /h)	HMT (m)	(%)	Vitesse (tr/min)	Pabs (Kw)	(NPSH) _r (m)	Ø roue (mm)
1	3592,8	105	RDLO 400-665 A	3592,94	105	87,4	1492	1169,5	8,77	610
3	1197,6	105	Omega 250-600 A	1197,6	105	83,3	1488	407,05	3,8	586,2
5	718,56	105	Omega 250-520 A	718,56	105	83,6	1488	137,38	2,8	530

A partir du tableau (6-1), on déduit que la variante trois (5) pompes est la meilleure du point de vue rendement, (NPSH)_r puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle .

V-4-2.choix du nombre de pompes de secours :

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

Les intervalles des nombres de pompes sont :

Si :

$NP \leq 4$ 1 pompe de secours

$4 < Np \leq 6$ 2 pompes de secours

$Np > 6$ 3 pompes de secours

La variante choisie est 5 pompes à axe horizontal monocellulaires, avec deux pompes de secours.

V-4-3. Courbes caractéristiques des pompes :

Les courbes caractéristiques de la pompe [H-Q], [Pabs - Q], [η -Q], [(NPSH)r - Q]. Pour les pompages représentés par les figures suivantes :

Pour variante N°:1

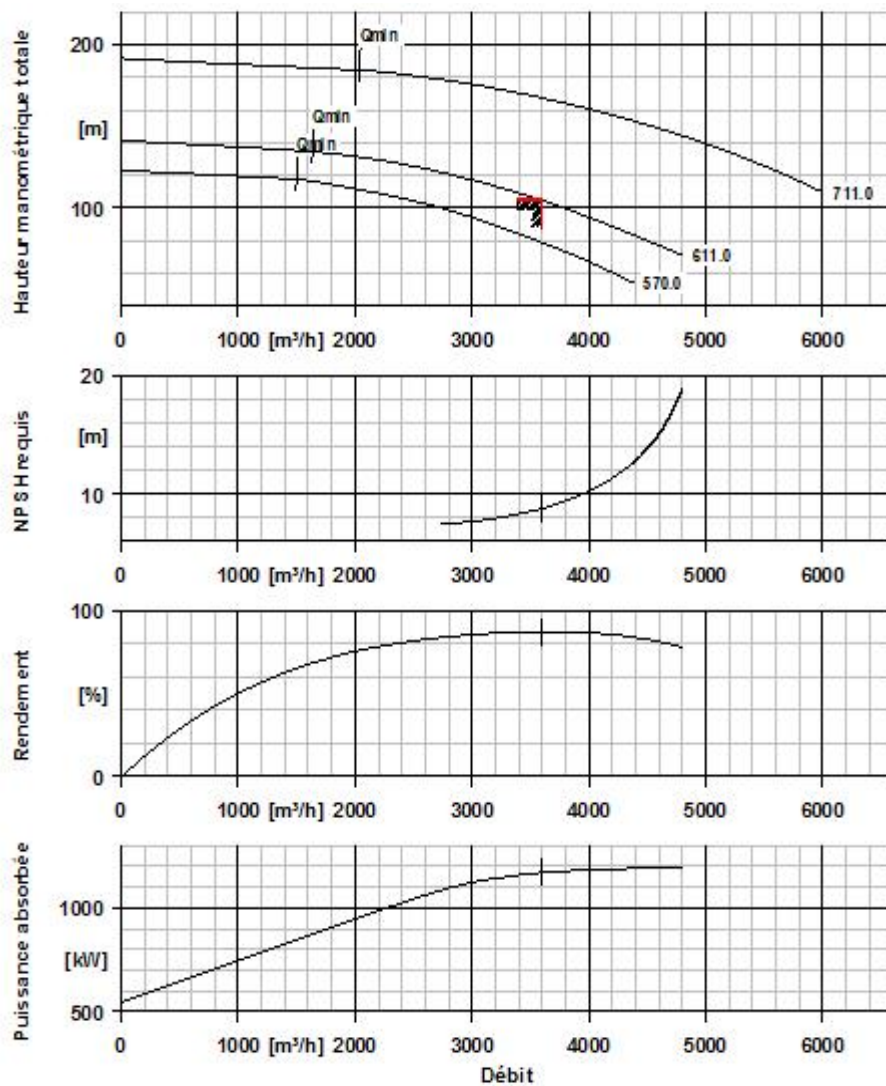


Figure N°1 : Courbes caractéristiques des pompes

Pour variante N°:2

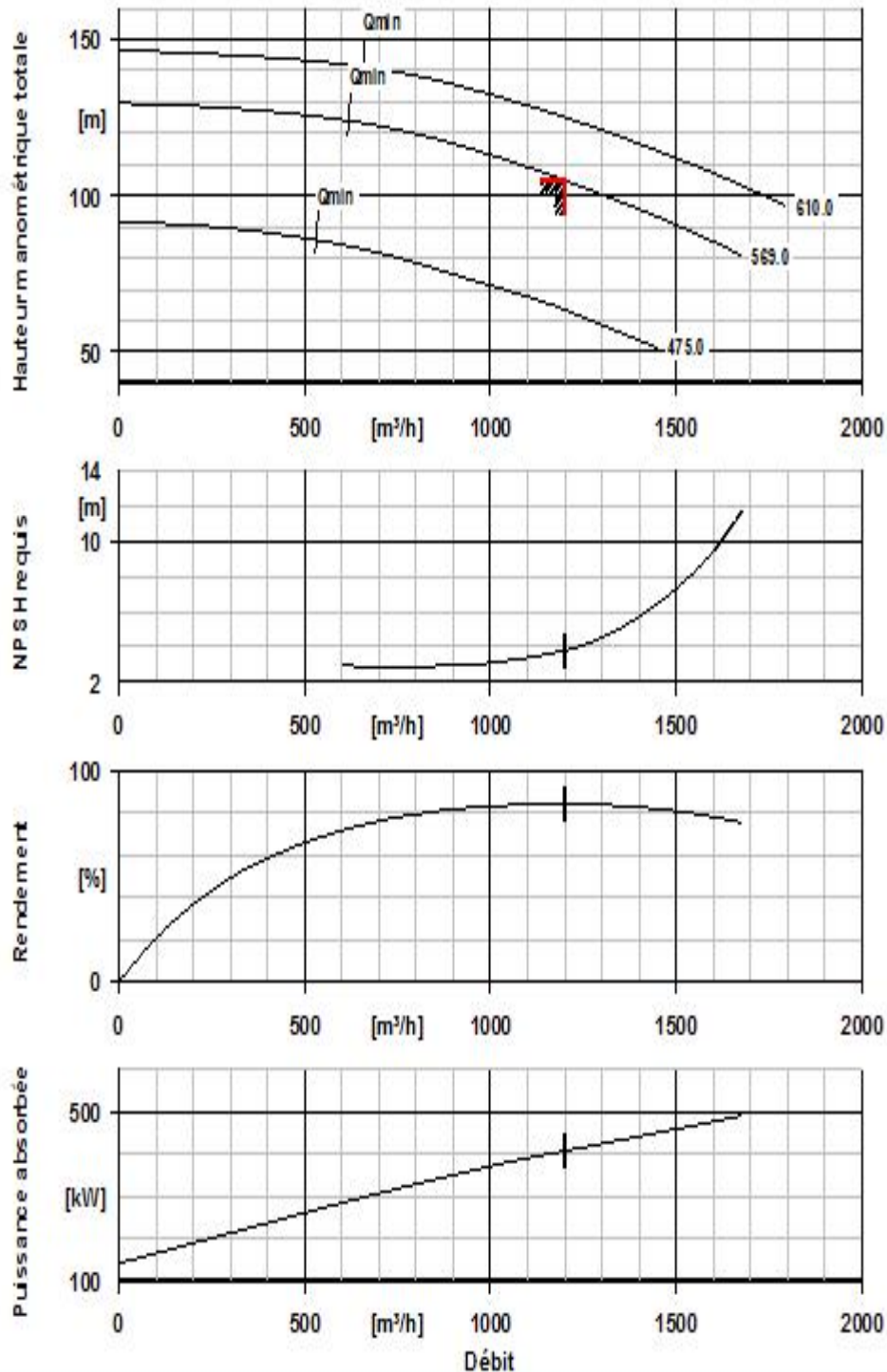


Figure N°2 : Courbes caractéristiques des pompes

Pour variante N°:3

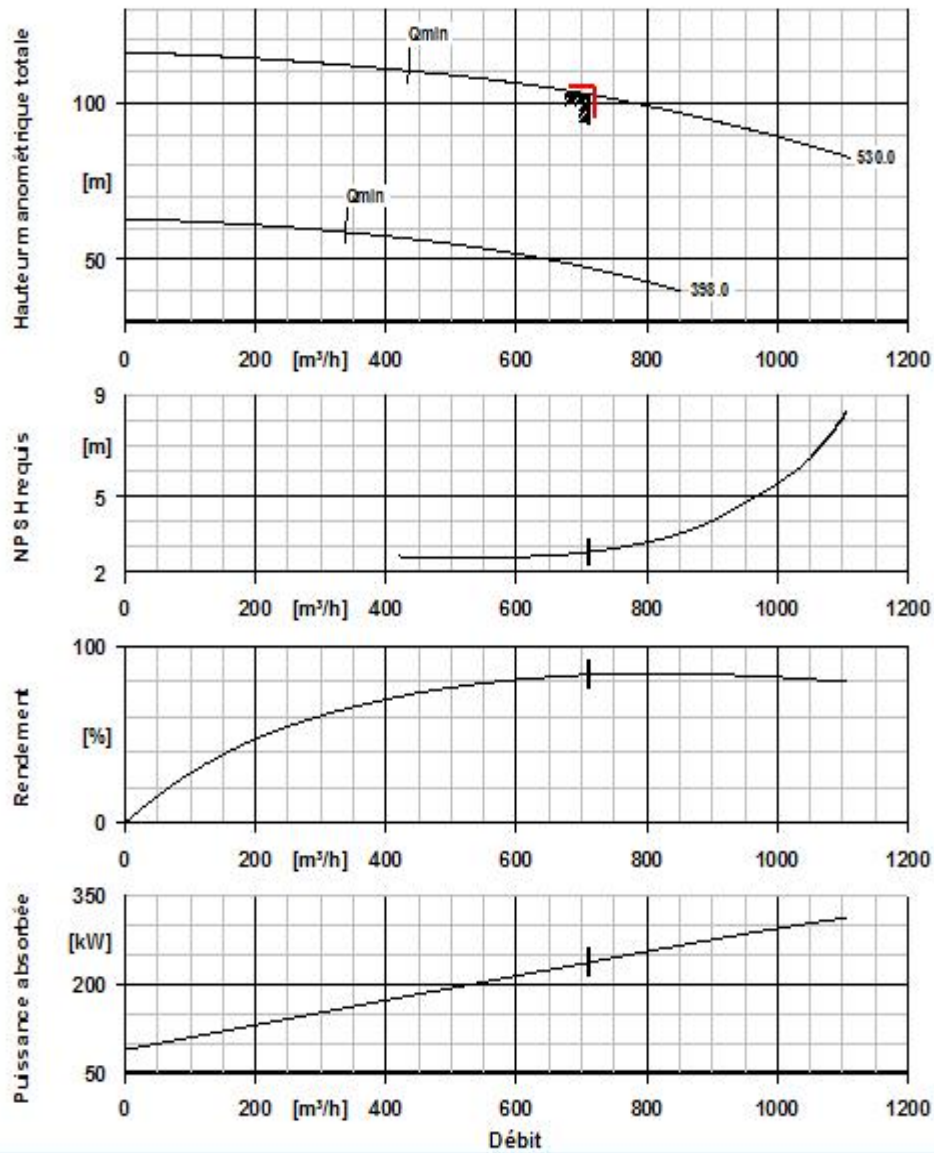


Figure N°3 : Courbes caractéristiques des pompes

V-3. Choix du moteur électrique

V-3.1 .Critères de choix du moteur électrique

Les critères de choix du moteur électrique sont :

- Puissance absorbée minimale ;
- Position de l'arbre de transmission horizontale ou verticale ;
- Tension d'alimentation.

On choisit les moteurs adéquats à partir de logiciel du constructeur (KBS) et cela en fonction de la puissance fournie par ce dernier et le type de la pompe.

V-3-2.Caractéristiques du moteur

- Fréquence : 50Hz
- Tension nominale : 400V
- vitesse nominale : 1480 tr/mim
- Nombre de pôles : 4
- Puissance nominal : P2 132 Kw
- Courant nominal : -A
- Type de moteur : 315 M 4-132

Conclusion

Dans ce chapitre on traite le choix du nombre de pompe et le type de pompe qu'il faut adopter pour un bon fonctionnement et aussi un grand rendement afin d'assurer le débit exploitation, donc on est obligé de choisir un moteur à vitesse variable ; ou bien on devra changer le type de pompe.

CHAPITRE 06

Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction

L'irrigation localisée ou irrigation par le goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation. Dans ce chapitre en va dimensionner une partie de notre zone d'étude par la goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

VI-1. CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION :

Le choix de la technique d'irrigation est basé essentiellement sur l'abondance de la ressource en eau et les conditions naturelles rencontrées à savoir : la nature du relief, la vitesse du vent, la nature du sol et la répartition adéquate de l'eau d'irrigation pour que la plante tire le plus de profit.

Les différentes techniques d'arrosage rencontrées dans le monde peuvent être ramenées à (3) grands types :

- Irrigation gravitaire.
- Irrigation par aspersion.
- Irrigation localisée.

I. Irrigation gravitaire :

Le ruissellement de l'eau créer par la pente du terrain naturel humecte le sol par percolation à travers ses pores. Cependant l'action les deux forces gravitationnelle et capillaire sur l'eau dans le sol la laisse en mouvement ce qui donne sa répartition dans le sol.

Parmi les techniques d'arrosages gravitaires on distingue :

I-1. l'arrosage par ruissellement (par planches ou par calant) :

L'irrigation par planches ou par calant sont des sous classes de l'irrigation par ruissellement. Le principe consiste à faire couler sur le sol une mince lame

d'eau qui s'infiltrera verticalement jusqu'à l'humidification de la tranche voulue du sol.

I- 2. L'arrosage par infiltration (à la raie) :

C'est une méthode qui consiste à faire distribué 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.

I-3. L'arrosage par submersion :

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

Avantages de l'irrigation par gravité :

- Coût moins élevé par rapport aux autres procédés.
- Pas d'équipements de mise en surpression de l'eau.
- Matériel d'irrigation très réduit.

Inconvénients de l'irrigation par gravité :

- Grand volume d'eau par unité de surface.
- Déplacement des engins agricoles est difficiles (à cause des rigoles)
- Nécessité d'une main d'œuvre importante.
- Nécessité de planage des terres.
- Pertes par infiltration considérables.

II. Irrigation par aspersion :

L'eau parvient aux cultures sous forme de pluies artificielles grâce à des appareils alimentés en eau sous pression appelés (asperseurs).

Avantages de l'irrigation par aspersion :

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Permet une économie d'eau importante.
- Met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très simples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation à l'eau.

Inconvénients de l'irrigation par aspersion :

- Coût des investissements très élevé.
- Favorise l'évapotranspiration en période sèche.
- L'uniformité de l'arrosage se dégrade en cas de vents dépassant les 4 à 5 m/s.

III. Irrigation par apports localisés :

L'eau est distribuée à la surface du sol par des goutteurs qui fournissent un débit faible pendant une longue durée.

Avantages de l'irrigation localisée (goutte à goutte)

- ✓ Excellent rendement des cultures ;
- ✓ Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle ;
- ✓ Très faibles besoins de main d'œuvre ;
- ✓ Insensibilité au vent ;
- ✓ Ne mouille pas le feuillage ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire.

Inconvénients de l'irrigation localisée (goutte à goutte).

- ✓ Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à l'éventuelle interruption des arrosages ;
- ✓ Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation ;

- ✓ Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à fort valeur ajoutée.
- ✓ Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.

VI-2. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION :

L'acheminement de l'eau vers les différentes parcelles s'effectué par refoulement (station de pompage SSP3), le périmètre se compose de 52 parcelles avec des surfaces variant, Et pour le schéma explicatif voir la planche N°3.

VI-2-1. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION EN GOUTTE A GOUTTE : [17]

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès. Dans ce chapitre de faire un calcul théorique du réseau de goutte à goutte

VI-2-1-1. Pour les agrumes :

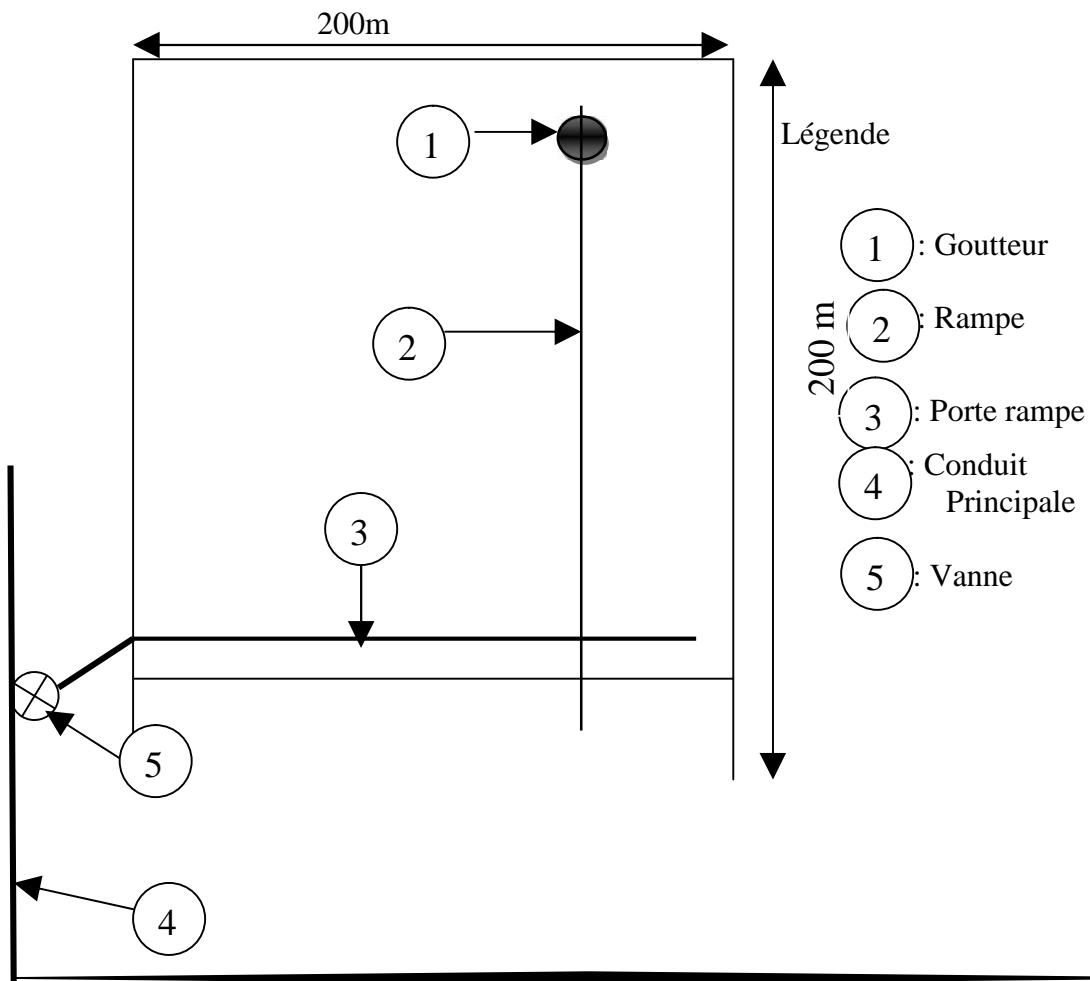


Figure N°1 : Schéma explicatif du réseau d'irrigation goutte à goutte (l'ilot d'agrumes)

Besoins en eau journaliers max : $B_{\max} = ETM_{\text{locale}} = 5,74 \text{ mm/j}$

Donc les Besoins journaliers max correspondent à $B_{\max} = 5,74 \text{ mm/jour}$ pour le mois de juin.

Temps maximum de travail :

Temps maximum journaliers de travail 20h/24h.

Détermination des données de bases :

Surface à irriguée : $S(t) = 203,61 \text{ ha}$

*Pour nos cultures en utilise généralement 2 goutteurs de débit $q(g) = 4 \text{ l/h}$.

Les besoins net on irrigation localisée :

$B_{\text{net}} = ETR \cdot K_r \text{ mm/ jour ; } \dots\dots\dots \text{ (VI-1)}$

$K_r =$ coefficients de réductions ;

Selon la formule ferman et garzoli : $K_r = C_s + 0.5 (1 - C_s)$;

$C_s =$ Le taux de couverture selon le type de culture ;

On prend $C_s = 0.7$;

$K_r = 0.85$;

$B_{\text{net}} = 5,74 \times 0,85 = 4,88 \text{ mm /j.}$

Besoins brut :

$B_{\text{brut}} = B_{\text{net}} / R_p ; \dots\dots\dots \text{ (VI-2)}$

$R_p =$ rendements de l'irrigation à la parcelle ;

$R_p = E.C_u / 100 = 1 \times 0,9 = 0.9$;

$B_{\text{brut}} = 4,88 / 0.9 = 5,42 \text{ mm/j.}$

Calcul la dose nette pratique :

$D_{\text{net p}} = RFU \cdot P ; \dots\dots\dots \text{ (VI-3)}$

$P =$ pourcentages de sol humidifié ;

$D_{\text{net p}} = 156,79 \times 0,27 = 42,33 \text{ mm.}$

La dose brute pratique :

$D_{\text{brute p}} = D_{\text{net p}} / R_p = 42,33 / 0.9 = 47,04 \text{ mm.}$

La Fréquence d'arrosage sera :

$F = D_{\text{net}} / ETM = 42,33 / 4,88 = 9 \text{ j. } \dots\dots\dots \text{ (VI-4)}$

Durée de l'arrosage :

$$TF = \frac{E(a) \cdot E(r) \cdot D_b}{q \cdot n} ; \dots\dots\dots \text{ (VI-5)}$$

Avec : D_b : La dose brute pratique (mm) ;

$E(r)$: Ecartement entre rangés, $E(r) = 5 \text{ m}$;

E (a): Ecartement entre arbres, E(a)=5m ;

n : nombre de goutteurs par arbre.

$$TF = \frac{5 * 5 * 47,04}{4 * 2} = 146,99h$$

La Durée d'arrosage journalier(h) :

$$D = TF/F = 146,99 / 9 = 16,95 \text{ h.} \dots\dots\dots(\text{VI-6})$$

Nombre des goutteurs par rampe(m) :

On divis la parcelle par 52 postes (voir planche N).

Le nombre de goutteurs par rampe sera calculé comme suit :

$$Ng = (Lr/Ea) * n ;$$

Tel que **Lr** : Longueur de la rampe, Lr=200 m ;

$$Ng = (200/5) * 2 = 80 \text{ goutteurs.}$$

Nombre de rampes :

$$Npr = Lpr/Er ;$$

Avec **Lpr** : Longueur du port rampe, Lr=200 m ;

$$Npr = 200/5 = 40 = 40 \text{ rampes.}$$

La surface d'un poste :

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)} \dots\dots\dots (\text{VI-7})$$

S (f) : Surface totale en ha ;

N (p) : Nombre de poste ;

$$S(p) = \frac{203,61}{52} = 3,9ha$$

Calcul Hydraulique :

Débit d'une rampe :

$$Qr = Ng * qg_r ; \dots\dots\dots (\text{VI-8})$$

$$Qr = 80 * 4 = 320 \text{ l/h} \quad Qr = 0,089 \text{ l/s}$$

Débit de la porte rampe :

$$Qpr = Qr * Nr ; \dots\dots\dots (\text{VI-9})$$

$$Qpr = 12800,0 \text{ l/h} \quad Qpr = 3,56 \text{ l/s}$$

Conditions hydrauliques :

Variation maximale de débits entre goutteurs

$$\Delta q / q = 10\% ;$$

Variation maximale de la pression

$$q = K * H^x$$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x * \frac{\Delta H}{H_n} \dots\dots\dots (\text{VI-10})$$

Avec q_g : débit d'un goutteur. ;

H_n : Pression nominale ;

$$0.1 = 0.5 * \frac{\Delta H}{10} \quad \Delta H = 2 \text{ mce} ;$$

La valeur de pertes des charges singulière est estimée à 10% de la variation maximale de pression

$$P_{dc}(\text{sing}) = 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ mce}$$

$$P_{dc}(\text{sing}) = 0.2 \text{ mce}$$

$$P_{dc}(\text{linéaire}) = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mce}$$

$$P_{dc}(\text{linéaire}) = 1.8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

$$1/3 \text{ sur la porte rampe} = 0.6 \text{ mce ;}$$

$$2/3 \text{ sur les rampes} = 1.2 \text{ mce.}$$

Calcul du diamètre de la rampe :

Le diamètre est calculé d'après la formule suivant :

$$\varnothing = \left[\frac{p.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \times L(r)} \right]^{-1/4.75} \dots\dots\dots \text{(VI-11)}$$

Avec :

P. d .c (r) : La perte de charge dans la rampe ;

Q(r) : Le débit de la rampe en l/h ;

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

$$\varnothing(\text{cal}) = \left[\frac{1.2 \times 2.75}{0.478 \times 320^{1.75} \times 200} \right]^{-1/4.75} = 17,01 \text{ mm} \quad \varnothing(\text{normalisé}) = 20 \text{ mm}$$

Tableau N° 1: Calcul le $\varnothing(\text{cal})$ de la rampe pour les agrumes

Paramètres calculées	Lr(m)	Qr (l/h)	h1(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)
résultats	200	320	1,20	17,01	20

Calcul le diamètre de la porte rampe :

$$\varnothing = \left[\frac{p.d.c(pr) \times 2.75}{0.478 \times Q(pr)^{1.75} \times L(pr)} \right]^{-1/4.75} \text{(VI-12)}$$

P. d .c (r) : La perte de charge dans la porte rampe ;

Q (pr) : Le débit de la porte rampe en l/h ;

L (pr) : La longueur de la porte rampe en m.

$$\varnothing(\text{cal}) = \left[\frac{0.6 \times 2.75}{0.478 \times 12800^{1.75} \times 200} \right]^{-1/4.75} = 76,62 \text{ mm}$$

$$\varnothing(\text{normalisé}) = 90 \text{ mm}$$

Tableau N° 2: Calcul le Ø(cal) de la porte rampe pour les agrumes

Paramètres calculées	Lr(m)	Qpr (l/h)	h1(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)
Résultats	200	12800,0	0,60	76,62	90

VI-2-1-2.. Pour l'olivier :**Besoins en eau journaliers max :**

$$B_{\max} = \text{ETM}_{\text{locale}} = 5,20 \text{ mm/j}$$

Donc les Besoins journaliers max correspondent à $B_{\max} = 5,20 \text{ mm/jour}$ pour le mois de juillet.

Surface occupé par cette culture est de 26,71 ha.

On divis la parcelle par 7 postes (voir planche N).

Les calculs sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau N° 3 : Calcul des paramètres pour l'olivier :

Paramètres calculées	B_{net} (mm/j)	$D_{\text{net p}}$ (mm/mois)	F (j)	TF (h)	TF Journalier(h)	N(r)	S(p) ha	N(g)
Résultats	5,20	35,29	8	110,43	13,8	43	3,82	72

Tableau N° 4 : Calcul le Ø(cal) de la rampe pour l'olivier

Paramètres calculées	Lr(m)	Qr (l/h)	h1(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)
Résultats	180	288	1,20	16,00	16

Tableau N° 5 : Calcul le Ø(cal) de la porte rampe pour l'olivier

Paramètres calculées	LPr(m)	Qpr (l/h)	h1(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)
Résultats	200	12210,3	0,60	75,30	90

VI-2-2. Dimensionnement de la conduite principale :**VI-2-2-1. Les données :**

Le débit de la conduite principale est en fonction de besoin de pointe des cultures de périmètre qui a une superficie de 781,67 ha.

$$Q_{\text{car}} = 831,37 \text{ l/s} = 0,831 \text{ m}^3/\text{s}.$$

La longueur de la conduite principale $L_{cp} = 6885,66$ m.

VI-2-2-2. Calcul de diamètre de la conduite principale :

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite principale est :

$$D_{cp} = \sqrt[3]{Q} \quad Q ; \text{débit en m}^3/\text{s}$$

$$\emptyset = 756,4 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre commercialisable de **800 mm**.

VI-2-2-3. La perte de charge :

Elle est donnée toujours par la formule suivante :

$$J(\text{lin}) = \frac{0,478}{2,75} * 800^{-4,75} * 831,37^{1,75} * 6885,66 = 0,25 \text{ m.c.e.}$$

Les pertes de charges singulières sont de 10% les pertes de charges linières :

$$J(\text{sin}) = 0,025 \text{ m.c.e}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = **0,253** m.c.e.

VI-2-2-4. La vitesse :

La vitesse dans la canalisation principale est donnée par :

$$Q = V.S \quad (\text{VI-13})$$

$$V = \frac{Q}{S} ; S = \frac{f \cdot d^2}{4} . \quad V = \frac{4 Q}{f d^2}$$

$$V = 1,17 \text{ m/s (0.8 V 1.2). Acceptable.}$$

Tableau N° 6 : Caractéristiques de la conduite principale du réseau

	Longueur (m)	P d c	Vitesse (m/s)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)
Conduite principale	6885,66	0,253	1,17	800	831,4

VI-2-3. Les caractéristiques de la conduite secondaire :**VI-2-3-1. Le débit :**

$$Q_{app} = Q_{pr} \times N_{pr} \quad (\text{VI-14})$$

Avec :

Q_{app} : Débit de la conduite d'approche.

Q_{pr} : Débit de la porte rampe.

N_{pr} Nombre des portes-rampes.

VI-2-3-2. Le diamètre :

$$D_{app} = \sqrt{\frac{4Q_{app}}{\pi V}} \quad (\text{VI-15})$$

D'où :

D : diamètre de la conduite d'approche.

V : vitesse de l'eau dans la conduite d'approche on suppose $V = 1.5$ m/s.

VI-2-3-3. La perte de charge :

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L \quad (\text{VI-16})$$

Avec :

J : la perte de charge.

D : diamètre de la conduite d'approche.

Q : débit d'eau dans la conduite d'approche.

L : la longueur de la conduite d'approche.

Tableau N° 7 : Les caractéristiques de la conduite secondaire

Tronçons	Q_{pr} (l/s)	N_{pr}	Q_{app} (l/s)	V (m/s)	D_{app} (mm)	D_{nor} (mm)	L_{ca} (m)	J (m.c.e)
Olivier	3.39	3	10.17	1.5	92.91	110	200	0.82
Agrumes	3.56	8	28.24	1.5	155.48	160	200	0.97

Conclusion

Dans ce chapitre, alors que le diamètre de la conduite principale est connu, on a dimensionné le réseau de distribution, afin de régulariser les besoins de nos cultures

CHAPITRE 07

Estimation des frais

Introduction :

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

VII-1. Devis de réseau d'irrigation localisée.

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau N°1 : Factures pré forma des pièces du réseau d'irrigation localisée

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	15700	29,61	464877
TubeØ90 PEHD	m/l	815	359,09	292658.35
TubeØ110 PEHD	m/l	400	840.5	336200
TubeØ160 PEHD	m/l	970	1142.25	1107982.5
TubeØ600 FONTE	m/l	2841.3	5237.12	14880229.056
TubeØ800 BETON	m/l	6885.66	15738,79	16242431,3
Vanne Ø90	Un	7	4500	31500
Vanne Ø630	Un	2	7000	14000
Bouchon Ø90	Un	2	300	600
Coude 120° Ø90	Un	1	3243,27	3243,27
TE égal	Un	1	769,28	769,28
Filtre	Un	1	15432,77	15432,77
Goutteur réglable	Un	12922	6,13	79211,86
Total 1				19568398,2

VII-2.Factures pro-forma de station de pompage, conduite principale et réservoir :**VII-2-1.Calcul du volume de terrassement :****VII-2-1-1. Largeur du fond de la tranchée :**

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

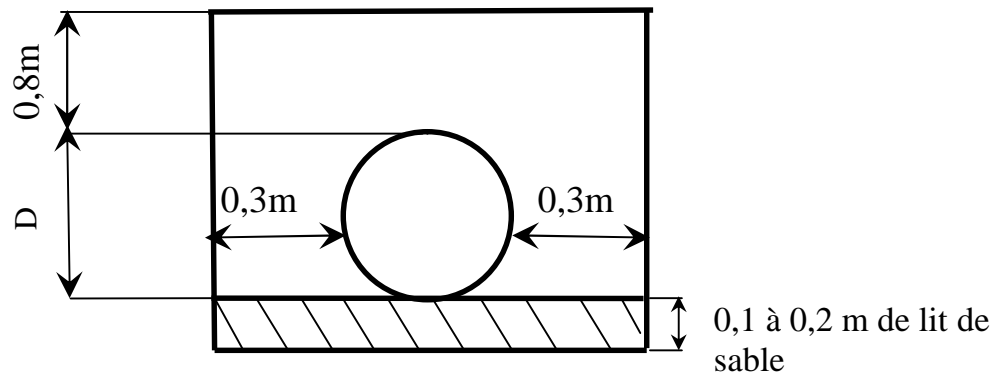
$$B = d + (0.5-1.2) \dots \dots \dots \text{(VII-1)}$$

Avec : B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

VII-2-1-2. profondeur de la tranchée :

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



$$H = e + d + h \quad (\text{m}) \quad (\text{VII-2})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

VII-2-2. la conduite principale :

VII-2-2-1. Calcul du volume de déblai :

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = B * H \quad (\text{VII-3})$$

$$B = d + (0.5-1.2)$$

$$\text{Donc : } B = 1 + \emptyset$$

$$H = 1 + \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau N°2: calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	Largueur d'une tranchée b :(m)	Hauteur de La tranchée(m)	Volume de déblai (m ³)
600	2841.3	1,6	1.6	7273.73
800	6885.66	1.8	1.8	22309.54
160	970	1.16	1.16	1305.23

Donc le volume total de déblai : $V_{\text{deblai}}=30888,5m^3$

VII-2-2-2.Calcul du volume de lit de sable :

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

$$V= e*b*L \quad \text{(VII-4)}$$

Tableau N°3: calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largueur(m)	Volume (m ³)
0,1	2841.3	1,6	454.61
0,1	6885.66	1.8	1239.42
0,1	970	1.16	112.52

Donc le volume total du lit de sable : $V_{\text{sable}}=1806.55m^3$

VII-2-2-3.Calcul du volume de remblai :

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

$$V_r = V_d-(V+V_s) \quad \text{(VII-5)}$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

$$V : \text{Volume occupé par la conduite (m}^3\text{)} ; V = L*\left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \quad \text{(VII-6)}$$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau N°4.

Tableau N°4 : Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Déblai (m ³)	Conduite (m ³)	Sable (m ³)	Remblai (m ³)
600	7273.73	803.61	454.61	6015.51
800	22309.54	3461.11	1239.42	17608.47
160	1305.23	19.5	112.52	1371.21

Donc le volume total du remblai : $V_{\text{remblai}}=24797.19\text{m}^3$

Les volumes de chaque opération sont représentés dans le tableau N°5

Tableau N°5 : Volumes des travaux de terrassement

N°	Désignation de travaux	Unité	Quantité
1	Déblai	m ³	30888,5
2	Lit de sable	m ³	1806.55
3	Remblai	m ³	24797.19

VII-2-3. Devis estimatif pour le terrassement, la station et le réservoir :

Tableau N°6: Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
déblai en terrain	m ³	30888,5	300	9266550
lit de sable	m ³	1806.55	800	1445240
remblaiement de la tranchée	m ³	24797,19	200	4959438
Station de pompage				
Omega 250-520 A	U	5	1450000	7250000
Accessoire		1	250 000	250000
Réservoir	m ³	6688.5	2000	13377000
TOTAL 02				36548228

VII-2-4. Devis estimatif total :**Tableau N°7 : devis estimatif total**

Total 01	19568398,2
Total 02	36548228
Somme	56116626,2

Les prix unitaires sont fournis par la STPM-CHIALI en toute taxe.

Les prix d'équipements déterminés d'après des marchés en Algérie.

Conclusion

D'après ce chapitre, on a pu déterminer le volume des travaux ainsi que leurs coûts.

Le calcul de ces volumes nous permettra de faire une bonne organisation des différentes tâches.

Conclusion générale

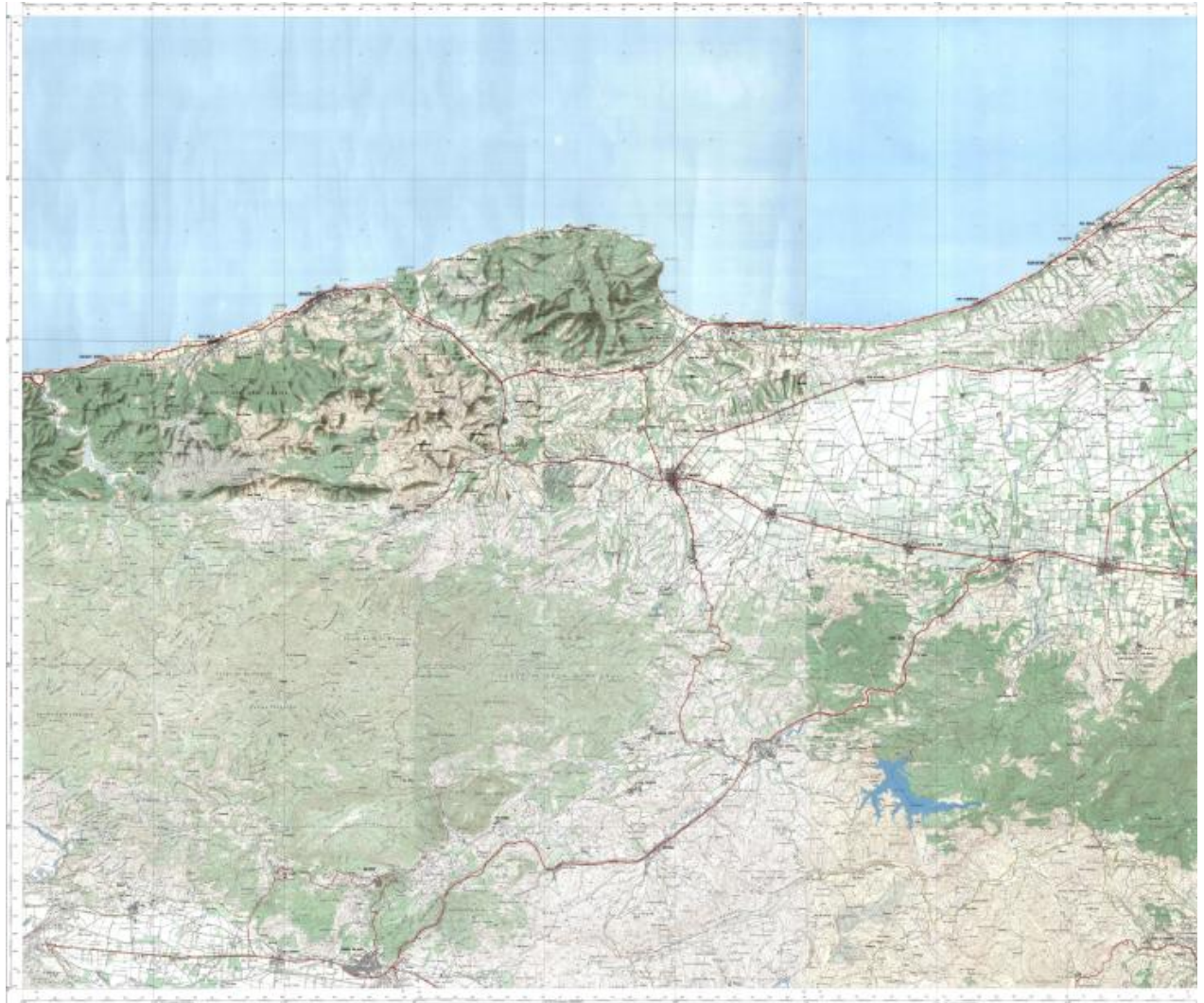
Dans ce présent travail nous avons pu dimensionner notre réseau à partir un réservoir en prenant en compte les conditions naturelles et agricoles, En effet la climatologie de la région qui est classé en sub-humide et de la pédologie, ainsi on a conclu que la totalité de sol de la région d'étude est de type argilo-limoneux. Nous avons aussi tenu compte de la qualité de l'eau de notre barrage qui contient une faible quantité de sodium et salinité moyenne, ce qui veut dire qu'elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre périmètre. Nous avons aussi pris en considération la technique appliquée qui est le goutte à goutte qui s'avère très rentable du point de vue efficience pour subvenir aux besoins des cultures. L'aspect économique demeure aussi un point essentiel car minimiser le tracé de ce réseau permet de faire des économies sur le coût du projet, pour cette raison, nous avons choisi le tracé le plus favorable à notre réseau de plus il a fallu dans la mesure du possible respecter l'emplacement de la station de pompage.

Le dimensionnement des organes du réseau localisé se fait en connaissant les débits spécifiques qui sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués à partir de la répartition culturale sur le périmètre. On a pu aussi déterminer le volume des travaux ainsi que leurs coûts faire une bonne organisation des différentes tâches.

Bibliographies

- [1] **CLEMENT, R.GALAND, A. (1979) CROPWAT**, Un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation. Irrigation par aspersion et réseau collectifs de Distribution sous pression.
- [2] **RIEUL, L. (1997)** Techniques d'irrigation de l'avenir et leur coût. In : D u pu y B. (ed.). *Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen*. Bari : CIHEAM, (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 31). **P 233-251**
- [3] **AZOUGGAGH, M. (2001)** Bulletin mensuel d'information et de liaison de pnnta (transfert de technologie en agriculture) : N81/juin. Rabat. **P 6.**
- [4] **TIERCELIN, J.R. (2006)** Traité d'irrigation .**P 1266.**
- [5] **Touaibia, B. (2004)** Manuel pratique d'hydrologie. ENSH Blida. **P 136.**
- [6] **HYFRAN** c'est un logiciel qui permet de réaliser les analyses statistiques élémentaires les plus courantes en hydrologie de surface.
- [7] **Morin, N. (2011)** Agronome, Maîtrise en science du gazon LA QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION : UN FACTEUR À NE PAS NÉGLIGER.**P4**
- [8] **De Coninck, L. (2011)** Comment optimiser l'organisation et le suivi de chantier dans une entreprise ayant un rayon d'action étendu ? Par Jérôme HEINRY AGROCAMPUS OUEST. **P 55.**

ANNEXE I : Carte topographique



ANNEXE II: Caractéristiques hydriques des sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPP	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

ANNEXE II : Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

ANNEXE (IV)

UNITE TUBE

**GAMME DE PRIX
TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)**

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

TUBES PEHD : PN 06				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
	Ø20	-		
13003	Ø25	-	36,28	42,45
13006	Ø32	-	48,35	58,57
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58
13012	Ø50	2.4	88,25	114,95
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49
13018	Ø75	3.6	225,21	263,48
13022	Ø90	4.3	298,03	348,35
13025	Ø110	4.0	357,85	418,70
13030	Ø125	-	473,08	553,50
13030	Ø160	5.8	770,85	901,89
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 381,17
13058	Ø250	9.1	1 850,00	2 281,5
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
13039	Ø400	14.5	6 134,24	6 007,08
13051	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61
13052	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79
P3513007	Ø32	2.5	55,48	64,81
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40
P3513013	Ø50	3.7	135,28	158,25
P3513016	Ø63	4.7	209,68	245,34
P3513019	Ø75	5,6	300,60	351,58
P3513023	Ø90	5,4	359,09	420,14
P3513026	Ø110	6,6	540,50	632,39
P3513028	Ø125	7,4	660,13	772,35
P3513031	Ø160	9,5	1 142,25	1 336,43
P3513033	Ø200	11,9	1 660,34	1 931,45
P3513035	Ø250	14,8	2 595,00	3 036,15
P3513041	Ø315	18,7	4 093,57	4 789,47
P3513038	Ø400	23,7	6 886,74	7 837,53
P3513043	Ø500	29,7	10 152,51	11 876,44
P3513048	Ø630	37,4	16 738,78	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
1301	Ø20	2,3	32,18	37,88
1303	Ø25	2,8	50,88	59,48
1305	Ø32	3,6	78,51	91,88
1307	Ø40	4,5	120,85	141,51
1309	Ø50	5,6	188,28	220,29
1311	Ø63	7,1	297,95	348,60
1313	Ø75	8,4	407,8	477,43
1315	Ø90	8,2	510,71	587,53
1317	Ø118	10,0	757,19	885,91
1319	Ø125	11,4	967,80	1 132,44
1321	Ø160	14,6	1 850,00	1 825,20
1323	Ø200	18,2	2 472,00	2 892,24
1325	Ø250	22,7	3 818,00	4 463,66
1327	Ø315	28,6	6 850,00	6 844,50
1329	Ø400	36,3	9 320,00	10 904,40
1331	Ø500	45,4	14 911,00	17 445,87
1333	Ø630	57,2	23 123,50	27 054,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513101	Ø20	2,3	38,01	44,47
P3513102	Ø25	3,0	53,29	62,35
P3513103	Ø32	3,6	82,22	96,20
P3513104	Ø40	4,5	128,15	149,94
P3513105	Ø50	5,6	200,7	234,82
P3513106	Ø63	7,1	338,73	396,31
P3513107	Ø75	8,4	447,35	523,40
P3513108	Ø90	10,1	627,09	733,70
P3513109	Ø110	12,3	848,86	1 110,17
P3513110	Ø125	14,0	1 202,75	1 407,22
P3513111	Ø160	17,9	1 947,59	2 278,68
P3513112	Ø200	22,4	3 121,70	3 652,39
P3513113	Ø250	27,9	4 848,33	5 670,21
P3513114	Ø315	35,2	7 588,88	8 875,48
P3513115	Ø400	44,7	12 110,03	14 168,74
P3513116	Ø500	55,8	19 083,81	22 304,66
	Ø630	-		

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

SARL K-PLAST
Transformation de Plastiques

