

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 : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre
Beni-Zid (secteur 05) d'une surface de 233 Ha à partir du
barrage de Beni-Zid (w.Skikda)**

Présenté par :

LEMANI AMINE

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r MEDDI MOHAMMED	Professeur	Président
M^r KOLIAI DJAAFAR	Ing .chef	Examineur
M^{me} MEDJDOUB SONIA	M.A.A	Examinatrice
M^{me} SADOUNE SAMRA	M.A.A	Examinatrice
M^r YAHIAOUI SAMIR	M.A.B	Promoteur

-Juin-2016

Dédicace

A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans de leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter. Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.

- *A mes parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard.*
- *A mes frères Abdelouahed, Bilal et Younes.*
- *A toute ma famille*
- *A tous mes enseignants et amis sans exception*

LEMANI Amine.

Remerciement

Avant tout propos, nous remercions « Dieu » le tout puissant qui nous a donné sagesse et santé pour faire ce modeste travail.

Je ne sais pas comment remercier mon frère Abdeouahed qui a fait tous ses efforts pour m'aider dans toute ma vie.

Je tiens à exprimer toute mes reconnaissances à mon promoteur Mr YAHIAOUI.S qui a fait tous les efforts pour me diriger afin de faire un bon travail.

Notre gratitude va particulièrement à tous nos enseignants de l'E.N.S.H.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille : Mes parents, mes frères et tous mes proches et mes amis, qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous

LEMANI Amine.

ملخص :

في هذا المشروع قمنا بدراسة و متابعة استغلال مساحة مسقية تقع في الفل بولاية سكيكدة، مع العلم أن المورد الأساسي للماء هو سد بني زيد.

من خلال هذا العمل وانطلاقا من دراسة عامة لمختلف خصائص المنطقة من حيث المناخ و من حيث الخصائص المتعلقة بنوعية التربة و الماء وقصد الوصول إلى مردود معتبر في الإنتاج استعملنا أنظمة سقي حديثة والتي تتمثل في السقي بالتقطير، ومن بين ما يتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه مع المحافظة على نوعية التربة وسلامة شبكة السقي.

نستعمل أحسن الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء من أجل استغلال أمثل للمياه و الحصول على منتج جيد كما ونوعا.

Résumé :

Dans ce projet, nous avons étudié et suivi l'exploitation de la superficie irriguée située à la plaine de Collo dans la wilaya de Skikda, sachant que la principale ressource en eau est le barrage de Beni-Zid. Grâce à ce travail et à la base d'une étude générale des diverses propriétés de la région en termes de climat et en termes des caractéristiques relatives à la qualité du sol et de l'eau et afin d'accéder à la récompense significative de la production, nous avons utilisé l'arrosage moderne tels que les systèmes d'irrigation au goutte à goutte qui se caractérise son économie de l'eau. Nous utilisons la meilleure façon de calculer les besoins des cultures en eau, afin d'exploiter de façon optimale l'eau et obtenir une bonne qualité et une grande quantité du produit.

Abstract:

In this project we study and follow-up the exploitation of irrigated area located in Collo (w. Skikda), knowing that the main supplier of water is Beni-Zid dam. Through this work we conducted a general study of the various properties of the region in terms of climate and in terms of characteristics relating to the quality of soil and water. In order to access the payoff significant in the production we used modern irrigation technics such as irrigation drip systems for an economical use of water. We use the best methods to calculate the needs plantings of water in order to optimally exploit water and get a good product on quality and quantity.

Sommaire

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre I : Présentation du périmètre

Introduction :	02
I-Situation et climat.....	02
I-1-Situation géographique.....	02
I-1-1-Description de la wilaya de Skikda.....	02
I-1-2-Description de la zone d'étude.....	02
I-1-3-Situation du périmètre d'irrigation.....	03
I-2-Aperçu climatique:	04
I-2-1-Précipitation	04
I-2-2-L'humidité relative :	05
I-2-3-La température :	06
I-2-4-Nébulosité	07
I-2-5-Les vents :	07
I-2-6-Evaporation :	08
I-2-7-L'insolation :	09
I-2-8-Brouillard	09
I-2-9-Grêle :	09
I-2-10-Gelée blanche :	10
I-2-11-Sirocco :	10
I-3-Aperçu géologique et hydrogéologique	10
I-4 Climagramme de Gaussen	11
Conclusion.....	11

Chapitre II: Resource en sol et en eau

II-1-Ressources en sol.....	12
Introduction.....	12
II-1-1-Le relief :	12

II-1-2- Contraintes agronomiques :	12
1-La profondeur du sol utilisable par les racines	12
2-La texture	13
3-L'hydromorphie	13
4-Calcaire et salure	13
II-1-3-Les différentes classes des sols	14
II-1-4-Les propriétés physiques du sol	15
1-La texture	15
2-La densité apparente	15
3-La densité réelle	15
4-La porosité totale	16
5-L'humidité équivalente	16
6-La perméabilité du sol	16
II-1-5-Propriétés physico-chimiques du sol	17
1-Le pH du sol	17
2-La conductivité électrique	17
II-2-Ressources en eau	18
Introduction	18
II-2-1-Alimentation en eau de la zone d'étude	18
II-2-2-Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation	19
II-2-3-Les limites admissibles	21
1-La conductivité électrique :	21
2-Le SAR (Sodium Absorption Ration)	21
3-Alcalinité et dureté	24
4-Bicarbonates	24
Conclusion	24

Chapitre III: Etude hydrologique

Introduction	25
III-1-Réseau pluviométrique	25
III-1-1-Homogénéité de la série pluviométrique :	27
III-3-Etude de l'échantillon et choix du type de loi :	29
III-3-1-Ajustement de la série pluviométrique	29

III-3-1-1-Ajustement à la loi log-Normale (GALTON) :	29
III-3-1-2-Ajustement à une loi de Gauss (Normale) :	31
III-3-2-Détermination de l'année de calcul.....	33
Conclusion.....	34

Chapitre IV: Etude agro socio-économique

Introduction	35
IV-1-Répartition de la Population et de la surface	35
IV-1-1-La population.....	35
IV-1-2-La surface.....	36
IV-2-Impact socio – économique du projet sur la région.....	36
IV-3-Le contexte général des productions animales.....	36
IV-3-1-Le gros élevage.....	36
IV-3-2-La commercialisation :	37
IV-4-Etude foncière.....	37
IV-4-1-Les résultats de l'inventaire foncier	38
IV-4-2-Les modèles d'exploitation.....	38
IV-4-3-Ventilation des exploitations par statut juridique	38
IV-4-4-Ventilation des exploitations par types d'occupation du sol.....	39
IV-5-Occupation du sol pour le Secteur N° 05.....	41
Conclusion :.....	41

Chapitre V: Modes et techniques d'irrigation

Introduction	42
V-1- Irrigation de surface.....	42
V-1-1- Les techniques d'irrigation de surface.....	42
V-1-2- L'irrigation par déversement	42
V-1-3- L'irrigation par planches	43
V-1-4- L'irrigation par submersion.....	43
V-1-5- L'irrigation par silon	44
V-2- L'irrigation souterraine.....	44
V-3- Avantages et inconvénients d'irrigation gravitaire.....	45

V-4- Irrigation par aspersion	45
V-5- L'enrouleur	46
V-6- Le pivot (rampe pivotante)	47
V-7- Irrigation au goutte a goutte.....	50
V-8- Exploitation des réseaux d'irrigation.....	51
V-9- Choix d'une méthode d'irrigation	52
Conclusion.....	54

Chapitre VI: Besoin en eau des cultures

Introduction.....	55
VI-1- Rotation des cultures.....	55
VI-2- Assolement.....	57
VI-3- Calcul des besoins en eau.....	57
VI-3-1- Détermination de l'évapotranspiration.....	57
VI-3-2- Calcul de la pluie efficace.....	62
VI-3-3- Calendrier d'occupation des sols.....	63
VI-3-4- Besoin mensuel en eau d'irrigation des cultures.....	63
VI-3-5- Besoins totaux nets en eau d'irrigation.....	67
Conclusion.....	67

Chapitre VII: Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction	68
VII-I- Partie adduction.....	68
VII-I-1- Calcul du débit maximum journalier.....	68
VII-I-2- Choix des types des bornes.....	70
VII-I-3- Choix des diamètres des bornes.....	70
VII-I-4- Pression demandé aux bornes d'irrigation.....	70
VII-I-5- Choix du type du tuyau.....	72
VII-I-6 - Calcul des diamètres des canalisations.....	72
VII-I-7 - Calcul de perte de charge dans les conduites.....	74

VII-I-8 - Calcul de pression aux bornes et nœuds.....	76
VII-II- Partie goutte à goutte.....	77
VII-II-1- Caractéristiques techniques.....	77
VII-II-2- Dimensionnement.....	78
VII-II-2-1- Besoins journaliers.....	79
VII-II-2-2- Calcul hydraulique	82
Calcul de la rampe.....	83
Calcul du porte-rampe.....	84
La conduite Secondaire.....	85
La conduite principale.....	85
La pression en tête de l'installation.....	86
Conclusion.....	86

Chapitre VIII: Organisation de chantier

Introduction.....	87
VIII-1- Les actions reçues par les conduites.....	87
VIII-2- Exécution des travaux.....	87
VIII-3- Vérification et manutention des canalisations.....	88
VIII-3-1- Aménagement du lit de pose.....	89
VIII-3-2- La mise en place des canalisations.....	89
VIII-3-3- Remblai des tranchées.....	90
VIII-4- Nettoyage des conduites.....	90
VIII-5- Surveillance et entretien du réseau.....	90
VIII-6- Calcul du volume de terrassement.....	90
-Pour le canal principal (adduction).....	90
VIII-6-1- Calcul du volume de déblai.....	90
VIII-6-2- Calcul du volume de lit de sable.....	91
VIII-6-3- Calcule du volume de remblai.....	91

VIII-7- Devis estimatif pour l'adduction.....	92
VIII-7-1- Devis estimatif des conduites.....	92
VIII-7-2- Devis estimatif des volumes des travaux.....	92
VIII-8- Devis estimatif pour les accessoires.....	93
VIII-9- Devis estimatif de notre projet.....	93
Conclusion.....	93
Conclusion générale.....	94

Liste des figures

Chapitre I : Présentation du périmètre

Figure I-1 : Localisation du périmètre d'étude.....	03
Figure I-2 : La plaine de Collo.....	04
Figure I-3 : valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie	05
Figure I-4 : évolution mensuelle de l'humidité relative	06
Figure I-5 : évolution des températures minimales,maximales et moyennes	07
Figure I-6 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent.....	08
Figure I-7 : Insolation moyenne journalière.....	09
Figure I-8 : Climagramme de Gaussen	11

Chapitre II : Ressource en sol et en eau

Figure III -1 :Barrage Beni-Zid.....	18
Figure III -2 :Diagramme de classification des eaux d'irrigation	23

Chapitre III: Etude hydrologique

Figure III-1 : Ajustement à la loi de Gauss.....	30
Figure III-2 : Ajustement à la loi de Galton.....	32

Chapitre IV: Etude agro socio-économique

Figure IV-1: Répartition de la population.....	35
Figure IV-2 : Répartition de la surface.....	36

Chapitre V: Modes et techniques d'irrigation

Figure V-1 : Différent systèmes d'irrigation.....	42
Figure V-2 : Irrigation par aspersion.....	45
Figure V-3 : Irrigation par pivot.....	47
Figure V-4 : Disposition possible d'une couverture par pivot sur une parcelle de forme quelconque.....	48
Figure V-5- : Schéma de principe d'un pivot.....	48

Figure V-6- : L'élément central (appelé aussi axe ou pivot).....49

Figure V-7- Schéma d'une installation de goutte à goutte.....50

Chapitre VI: Besoin en eau des cultures

FigureVI-1 : Rotation des cultures.....56

FigureVI-1 : Différentes caractéristiques de la zone d'étude.....61

Chapitre VII: Dimensionnement du réseau d'irrigation

FigureVII-1 : Schéma explicatif des rampes et porte rampe.....79

Chapitre VIII: Organisation de chantier

Figure VIII-1 : Schéma d'une tranchée.....88

Figure VIII-2 : Pelle équipée en rétro.....89

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation du périmètre

Tableau I-1 : les précipitations à la station de COLLO.....	04
Tableau I-2 : Humidité relative moyenne.....	05
Tableau I-3 : la température à la station de Skikda.....	06
Tableau I-4 : moyenne mensuelle des nébulosités totales.....	07
Tableau I-5-a : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent maximal.....	07
Tableau I-5-b: Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen.....	08
Tableau I-6 :L'évaporation moyenne mensuelle.....	08
Tableau I-7 : Durée mensuelle de l'insolation totale.....	09
Tableau I-8 : Nombre de jours avec Brouillard.....	09
Tableau I-9 : Nombre de jours avec Grêle.....	10
Tableau I-10 : Nombre de jours avec Gelée.....	10
Tableau I-11: Nombre de jours avec Sirocco.....	10

Chapitre II: Resource en sol et en eau

Tableau II-1 : Réserve facilement utilisable (RFU) des sols du secteur N°05.....	13
Tableau II-2 : Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation.....	15
Tableau II-3 : textures des sols du secteur N°05 de la plaine COLLO.....	15
Tableau II-4 : perméabilités des sols du secteur N°05.....	16
Tableau II-5 : Classe de risque salin.....	17
Tableau II-6 : Le barrage de Beni-Zid en chiffre.....	19
Tableau II-7 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation.....	20
Tableau II-8 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	21
Tableau II-9 : Concentration de l'élément physico-chimique d'eau d'irrigation.....	21

Tableau II-10 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....22

Tableau II-11 : Degré relatif de dureté de l'eau selon la quantité de carbonate de calcium.....24

Chapitre III: Etude hydrologique

Tableau III-1 : Caractéristiques de la station pluviométrique.....25

Tableau III-2 : pluies mensuelles.....25

Tableau III-3 : détaille du procédé de test d'homogénéité pour la station d'Aflassane code (030712).....28

Tableau III-4 : Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale).....30

Tableau III-5 : Ajustement à une loi de Galton.....32

Tableau III-6 : Précipitations mensuelles moyennes.....33

Tableau III-7 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....34

Chapitre IV: Etude agro socio-économique

Tableau IV-1 : Répartition de la population des quatre (4) communes.....35

Tableau IV-2 : Répartition de la surface (ha) du périmètre d'irrigation.....36

Tableau IV-3 : Les effets du cheptel dans les communes concernées.....37

Tableau IV-4 : les principaux organismes de commercialisation.....37

Tableau IV-5 : Les modèles d'exploitation.....38

Tableau IV-6 : Répartissent des statuts en superficie et pourcentage.....39

Tableau IV-7 : Nombre de parcelle par statut et par commune.....39

Tableau IV-8 : Superficie des parcelles par statut et par commune.....39

Tableau IV-9 : Répartition du nombre des exploitations par commune et par occupation.....40

Tableau IV-10 : Répartition de la superficie des exploitations par commune et par occupation.....40

Tableau IV-11 : La distribution des cultures dans la zone d'étude.....41

Chapitre VI: Besoin en eau des cultures

Tableau VI-1 : Calcul de l'Evapotranspiration en mm/jour Par la méthode de Penman&Motheith modifiée.....	61
Tableau VI-2 : Calcul de la pluie efficace mensuelle.....	62
Tableau VI-3 : Le calendrier cultural.....	63
Tableau VI-4 : Amandier.....	63
Tableau VI-5 : Vigne.....	64
Tableau VI-6 : Olivier.....	64
Tableau VI-7 : Agrumes.....	65
Tableau VI-8 : Tomate.....	65
Tableau VI-9 : Pomme de terre (AS).....	65
Tableau VI-10 : Pomme de terre.....	66
Tableau VI-11 : Piment.....	66
Tableau VI-12 : Carotte.....	66
Tableau VI-13 : Laitue.....	66
Tableau VI-14 : Besoin en e eau d'irrigation des cultures du secteur N° 05.....	67

Chapitre VII: Dimensionnement du réseau d'irrigation

Tableau VII-1 : Débit caractéristique de chaque îlot (bornes) d'irrigation.....	69
Tableau VII-2: Choix du Type de la borne.....	70
Tableau VII-3 : Choix du diamètre de la borne.....	70
Tableau VII-4 : Débit caractéristique de chaque îlot (bornes) d'irrigation.....	71
Tableau VII-5 : Les caractéristiques de la gamme de produits des tubes en PEHD...72	
Tableau VII-6 : Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres.....	73
Tableau VII-7 : Diamètres des canalisations et vitesses d'écoulement.....	74
Tableau VII-8 : Pertes de charge dans les canalisations.....	76
Tableau VII-9: La pression aux bornes et nœuds.....	77

Tableau VII-10: Calcul théorique du réseau localisé.....	84
--	----

Chapitre VIII: Organisation de chantier

Tableau VIII-1 : calcul du volume de déblai.....	91
--	----

Tableau VIII-2 : calcul du volume de sable.....	91
---	----

Tableau VIII-3 : calcul du volume de remblai.....	92
---	----

Tableau VIII.4. Devis estimatif des conduites.....	92
--	----

Tableau VIII-5- Volumes et coût des travaux total.....	92
--	----

Liste des Planches

Planche N°01 :

Périmètre d'irrigation « Secteur N°05 » Beni-Zid (W.Skikda).

Planche N°02 :

Plan de situation du périmètre de la plaine de Collo (W.Skikda).

Planche N°03 :

Schéma d'occupation du sol « Secteur N°05 » (W.Skikda).

Planche N°04 :

Profil en long de la conduite principale« Secteur N°05 » (W.Skikda)..

Planche N°05 :

Occupation du sol après rotation.

Planche N°06 :

Schéma d'un réseau projeté de goutte à goutte.

Liste des abréviations

Légende générale :

1. STATUT :

Melk : Melk

EAC : Exploitation Agricole Collective

EAI : Exploitation Agricole Individuelle

PEP : Pépinière

COM : Terre communale

2. OCCUPATION :

C.M: Cultures Maraichères

A.F: Arbres fruitiers

C: Cereals

F: Fourrage

C.S: Cultures Sous Serre

S: Sylviculture

JA: Jachère

T.M: Terre marécageuse

INTRODUCTION GENERALE

Le manque d'eau et l'accroissement des besoins en eau agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent à constamment réfléchir sur les économies d'eau. Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et choix des systèmes d'irrigation.

En Algérie et Dans le cadre des efforts de l'Etat pour le développement du secteur de l'agriculture et de la bonne exploitation des terres agricoles et dans le contexte du développement économique, avait bénéficié d'une importance majeure. Nous avons fait une étude d'aménagement hydro-agricole de la plaine de Collo secteur N°05, au but de dimensionner un réseau d'irrigation pour satisfaire aux besoins des cultures qui s'étendent sur une superficie de 233 ha.

Le périmètre de Collo est situé au nord-est de la wilaya de Skikda. La topographie du périmètre est plane avec la présence de quelques montagnes aux alentours.

Passant par une spécification de la région, une analyse des ressources en sol et en eau, et analyse de la pluviométrie, et ce dans le but de déterminer les besoins en eaux des différentes cultures, par la suite nous calculerons le débit spécifique qui sera le paramètre essentiel dans le dimensionnement hydraulique.

Il faut qu'on choisit bien le système d'irrigation qu'on va le mettre à notre secteur Pour réaliser notre but d'avoir une bonne production des cultures tout en utilisant les moindres quantités d'eau possibles.

CHAPITRE I

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PERIMETRE

Introduction

L'étude du site constitue un volet important et prépondérant dans le choix futur de la variante d'aménagement hydraulique de la ville.

Cette étude consiste à analyser les caractéristiques physiques de la ville (relief, climat, occupation agricole...etc).

I-Situation et climat

I-1- Situation géographique

I-1-1-Description de la wilaya de Skikda

D'abord, il faut signaler, que la wilaya de Skikda, renferme des vestiges et monuments précieux qui témoignent de son passé économique, social et culturel et qui font partie maintenant de son riche patrimoine. Ensuite, cette wilaya est issue du découpage administratif de **1974** et comprend, depuis juin **1991**, treize daïras regroupant trente-huit **38** communes. Elle est située au Nord-est de l'Algérie sur la mer méditerranée et occupe une position stratégique sur le littoral septentrional de la mer méditerranée. Son territoire couvre une superficie de **4118 km²** et est limité

- A l'Est, par la wilaya d'**Annaba**
- A l'Ouest, par la wilaya de **Jijel**.
- Au Sud-est, par la wilaya de **Guelma**.
- Au Sud-ouest, par les wilayas de **Constantine et Mila**.

Son climat est de type méditerranéen représenté par l'étage bioclimatique, au nord, doux et humide dont la pluviométrie moyenne dépasse les **1000 mm** d'eau de pluie par an pouvant atteindre **2000 mm/ an** à **El Goufi** et, par l'étage Subhumide continental, au sud, avec des précipitations moyennes annuelles supérieures à **600 mm**.

I-1-2-Description de la zone d'étude

Collo est une ville côtière située à la wilaya de **Skikda** . Elle se trouve au pied d'EL-Djarda, sur le littoral, dans une baie du nom de la Baie des jeunes filles. La ville de Collo se situe à environ 70 km à l'Ouest de Skikda et 120 km au nord de Constantine.

Elle a les caractéristiques suivantes :

Superficie : **24 Km²**.

Population : **35 682 hab (2008)** .

Densité : **1487 hab/Km²**.

Localisation :



Figure I-1 : Localisation du périmètre d'étude

Légende :



Barrage de Béni-Zid



Station de pompage : $Q=1246$ l/s



Réservoir de capacité : 500 m³



Périmètre d'irrigation (1200 ha)

I-1-3- Situation du périmètre d'irrigation

La plaine de COLLO, c'est une plaine littorale (1600 ha environ), bien individualisée au milieu d'un cadre montagneux, située en bordure de la mer et donc bénéficiant des faveurs du climat, c'est une région excentrique par rapport au reste du pays, puisque enclavée par rapport au grands axes de communications et aux grandes agglomérations.

Cette plaine correspond au bassin inferieur de deux oueds :

- L'oued GUEBLI provenant du Sud Est long de 40 Km.
- L'oued BENI ZID, provenant du Sud-Ouest et qui sera particulièrement contrôlé par le barrage de BENI-ZID.

L'aire d'étude correspond à la plaine alluviale septentrionale de l'oued EL -GUEBLI qui s'organise en un triangle encaissé et liseré dans sa partie et qui s'élargit au nord.

Chapitre I.....Présentation du périmètre

Cette aire est limitée :

- A l'Est, par les monts de Tokla.
- Au Sud – Est, par les villages de Boulgartoum et Kerkra.
- Au centre, Ouest par la la zone marécageuse de Loubyer et les Rhedir-bousoufa et Mokhene.
- A l'Ouest, par l'oued Cheurka.
- Au Sud, par le village de sidi Ali Charef.
- Au Nord, par le cordon Dunaire.

La surface totale de la plaine étudiée est d'environ 1600 ha (surface brute) mais après l'analyse de la première phase le périmètre finalement retenue occupe une surface de 1200 ha. Notre secteur d'étude (**secteur N°05**) est d'une surface de **233 ha**.

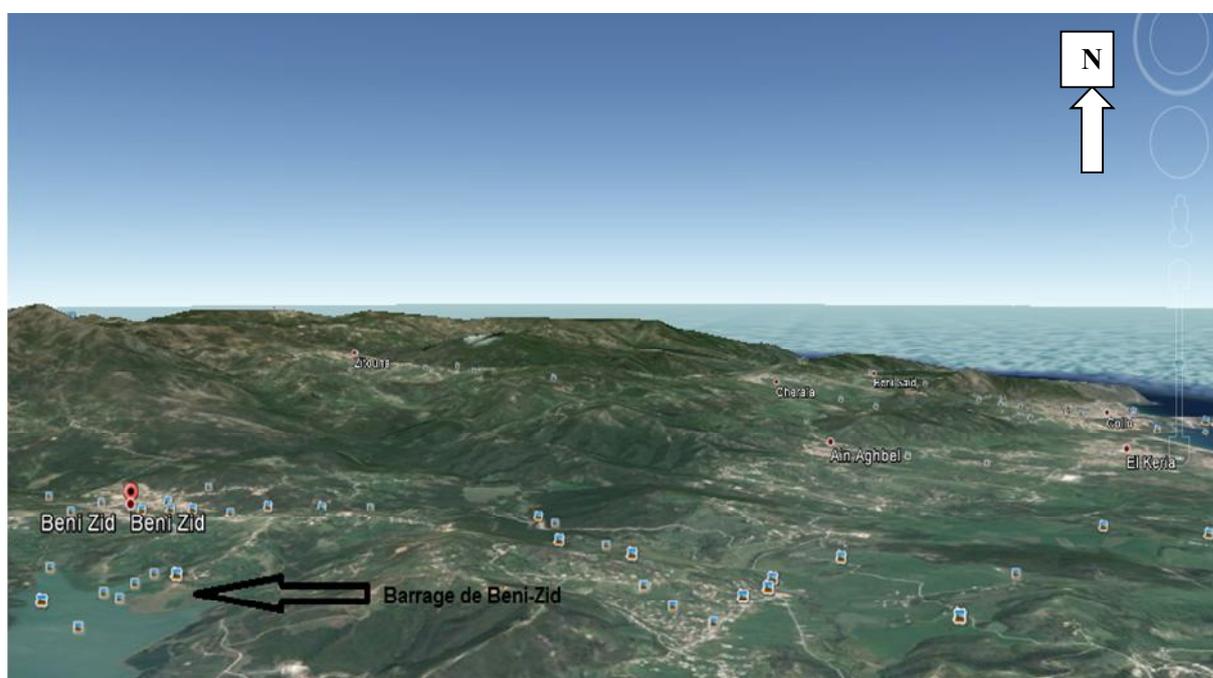


Figure I-2 : La plaine de Collo (Google Earth-Ech :1/50000-)

I-2-Aperçu climatique

I-2-1- Précipitation

Les précipitations sont particulièrement abondants, la station de COLLO reçoit 750.2 mm au niveau de la mer, les hauts massifs qui l'encadrent à 1300 m d'altitude reçoivent près de 2000 mm et sont les plus arrosés de tout le pays.

Tableau I-1 : les précipitations à la station de COLLO

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année (mm)
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Pluies (mm)	54,2	57,5	132,1	149,4	113,2	104,6	38,8	59,9	42,2	12,0	2,5	14,8	750.2

Source : Office nationale de la météorologie (ONM) Alger

On remarque que la pluviométrie moyenne annuelle est de 750.2 mm ; les mois automnaux et hivernaux surtout sont les plus pluvieux, ce qui contribue de façon très considérable à la pluviométrie moyenne annuelle (environ 80%) ;

Toutefois les pluies maximales sont enregistrées en décembre (149,4 mm) alors que les minimales sont enregistrées en juillet (2.5 mm).

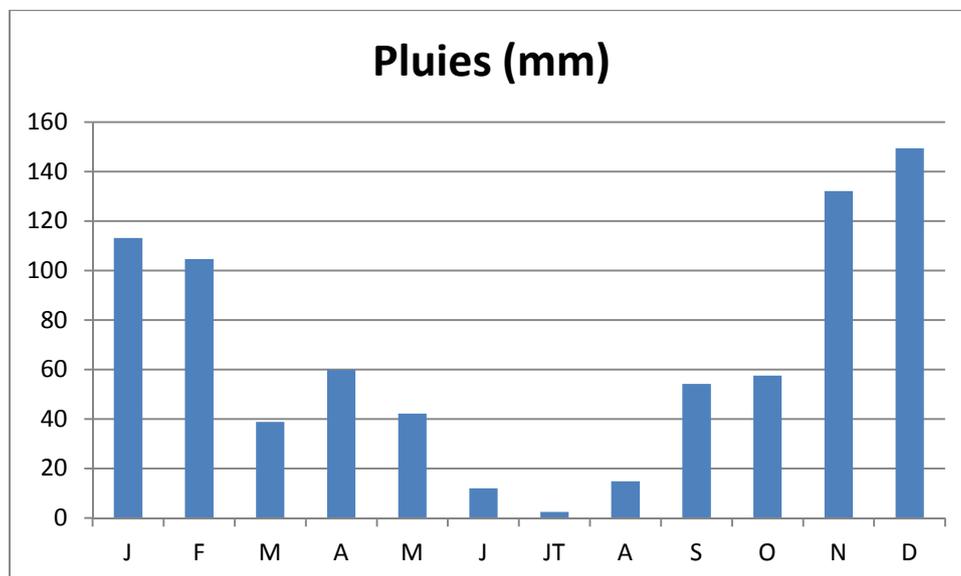


Figure I-3 : valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie

I-2-2-L'humidité relative

L'humidité relative, nous indique le degré de saturation de l'atmosphère. Nous avons pris en considération, les mesures enregistrées à la station de SKIKDA, qui sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I-2 : Humidité relative moyenne (en %)

Station : SKIKDA

Période : 1996 - 2005

Altitude : 02 m Latitude : 36°53 N Longitude : 06°54 E

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Ao	Annuel
min	58	53	56	51	51	51	49	50	54	56	55	55	53
max	87	87	89	88	88	89	87	87	88	86	84	85	87
moy	74	72	75	67	67	68	66	66	69	73	71	72	70

Source : ONM Alger

- Nous remarquons que l'humidité relative pour tous les mois est supérieure à 49%.

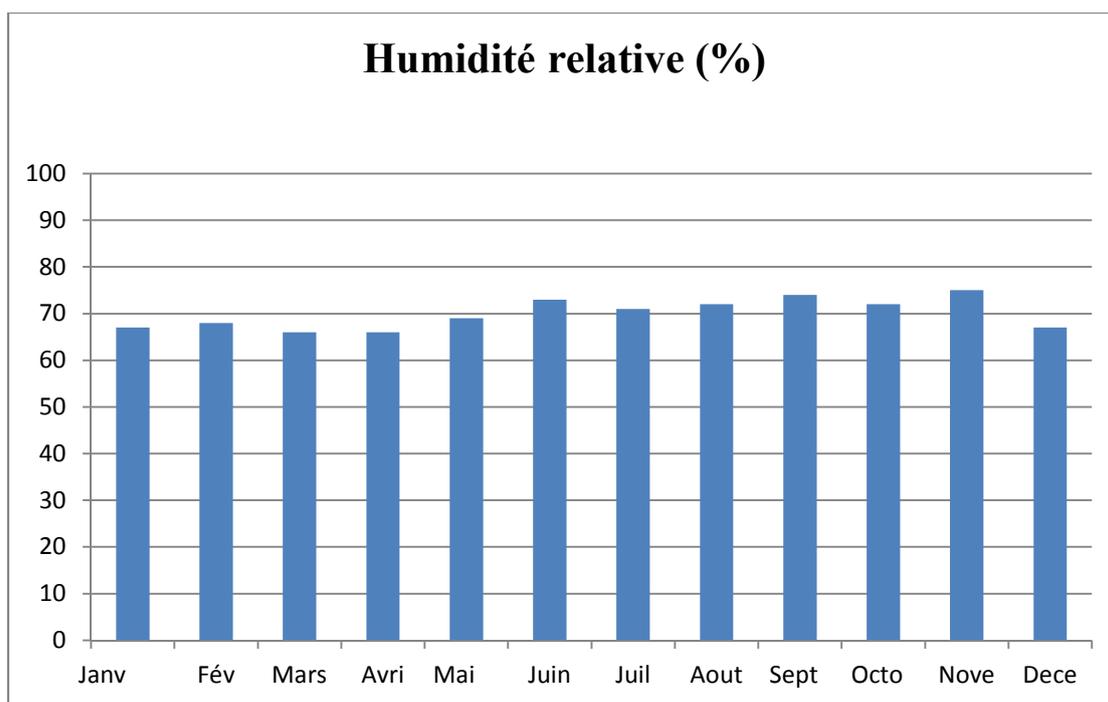


Figure I-4 : évolution mensuelle de l’humidité relative

I-2-3-La température

La température est un facteur limitant, donc la connaissance des températures est nécessaire pour déterminer leurs incidences sur le choix de culture.

Dans la région de Skikda, la température est influencée par la mer qui se traduit par le mois le plus chaud qui est le mois d’aout, alors que le mois le plus froid est le mois de janvier.

Tableau I-3 : la température à la station de Skikda

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Année
T° min	9.0	8.5	10.8	12.4	15.8	19.5	22.0	23.0	20.4	17.3	13.0	10.2	15.16
T° max	16.8	16.2	18.9	20.4	23.0	26.8	28.8	30.0	27.5	25.6	20.6	17.8	22.7
T° moy	12.9	12.3	14.8	16.4	19.4	23.2	25.4	26.5	24.0	21.5	16.8	14.0	18.93

Source : ONM Alger

D’après les résultats portés au tableau précédent ; on trouve que :

- La moyenne du mois le plus froid est de 12.3C° correspondant au mois de Février.
- La moyenne du mois le plus chaud est de 26.5C° correspondant au mois d’Août.
- La température moyenne annuelle est de 17.95C°.

A partir du tableau on trace les graphes des températures (Fig. : I.3)

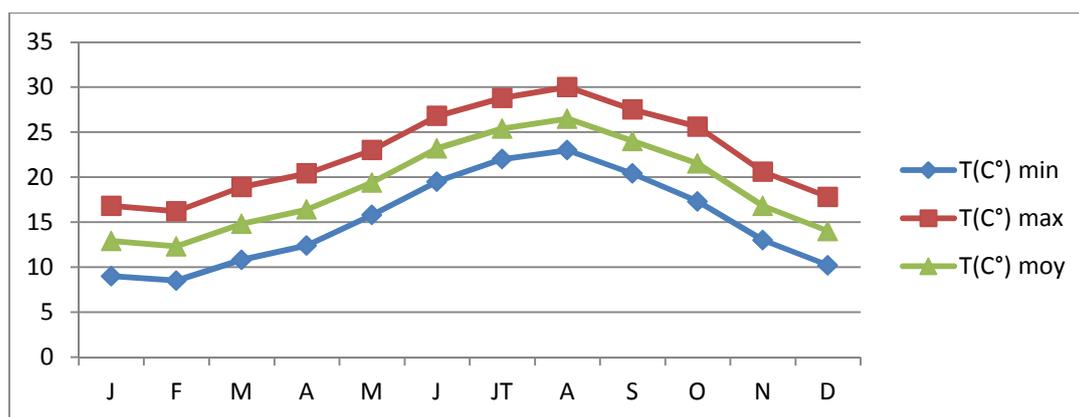


Figure I-5: Evolution des températures minimales, maximales et moyennes

I-2-4-La Nébulosité

La nébulosité comme facteur climatique correspond à la fraction du ciel couvert par les nuages ou la quantité de nuage qui empêche l'ensoleillement de la surface du sol.

Les valeurs moyennes mensuelles de la nébulosité pour une période de 10 ans sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I-4 : moyenne mensuelle des nébulosités totales (en Octa)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Valeurs	4.0	4.0	3.5	3.5	3.4	2.2	1.5	2.1	3.1	3.2	4.3	4.3	3.2

Source : ONM Alger

- La valeur mensuelle maximale est de 4,3 observée au mois de Novembre et décembre.
- La valeur mensuelle minimale est de 1,5 observée au mois de Juillet.

Nébulosité =10 indique un ciel totalement couvert.

Nébulosité=0 indique un ciel tout à fait clair.

I-2-5-Les vents

La connaissance de la vitesse du vent, sa direction et son intensité est importante et nécessaire pour la mise en valeur agricole d'une région notamment l'orientation des brises vents.

Tableau I-5-a : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent maximal (en m/s)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Moyen	10.2	10.5	9.8	10.2	9.1	8.8	8.8	8.8	9.0	8.7	10.3	10.5	9.5

Source : ONM Alger

Tableau I-5-b: Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen (en m/s)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Moyen	3.6	3.6	3.1	3.1	2.5	2.5	2.6	2.5	2.7	2.8	3.5	3.8	3.0

Source : ONM Alger

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année, la moyenne annuelle est de 3 m/s.

Les vents directs sont ceux de direction Nord-est, nord-ouest et sud, sud-ouest.

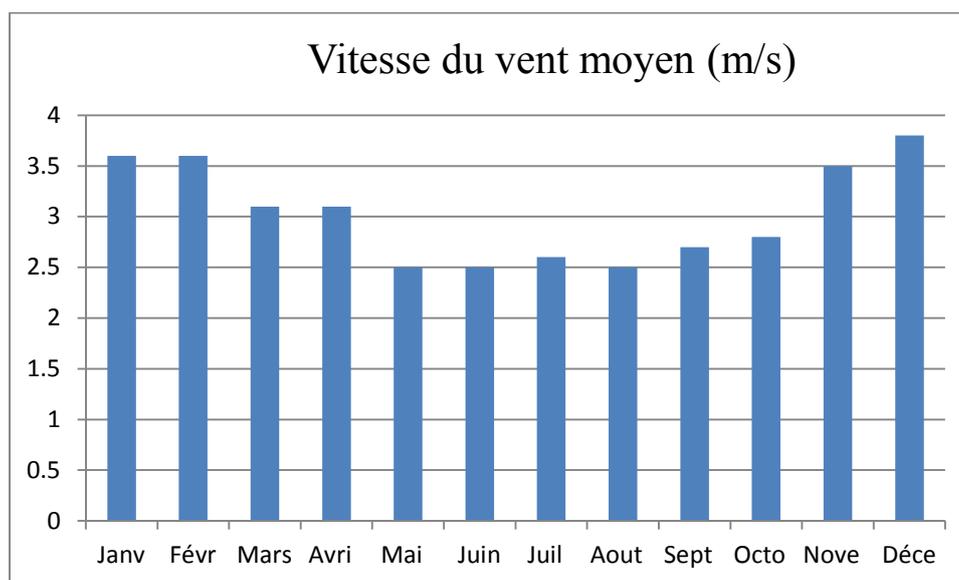


Figure I-6 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent

I-2-6-Evaporation

L'évaporation est le processus par lequel l'eau se transforme en vapeur d'eau et, sous cette forme gazeuse, entre dans l'atmosphère. Le passage direct de la glace à l'état gazeux s'appelle sublimation. Les végétaux perdent de l'eau par les pores des feuilles (évapotranspiration).

Tableau I-6 : L'évaporation moyenne mensuelle (10 ans) (en mm)

(Mesurée sous abri avec l'évaporomètre Piche)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Moyen	75.1	65.0	91.7	93.8	88.0	106.6	120.9	124.0	99.8	96.0	84.0	79.2	1074.7

Source : ONM Alger

On remarque que l'évaporation maximale est dans le mois d'Août, elle atteint 124 mm.

I-2-7- L'insolation

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

Tableau I-7 : Durée mensuelle de l'insolation totale (en Heures)

Mois	Janv	Fevr	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Octo	Nove	Déce	Annuel
Ins(H)	146.6	171.7	230.0	241.6	279.5	320.0	345.6	306.5	243.5	215.7	149.5	134.8	2664.7

Source : ONM Alger

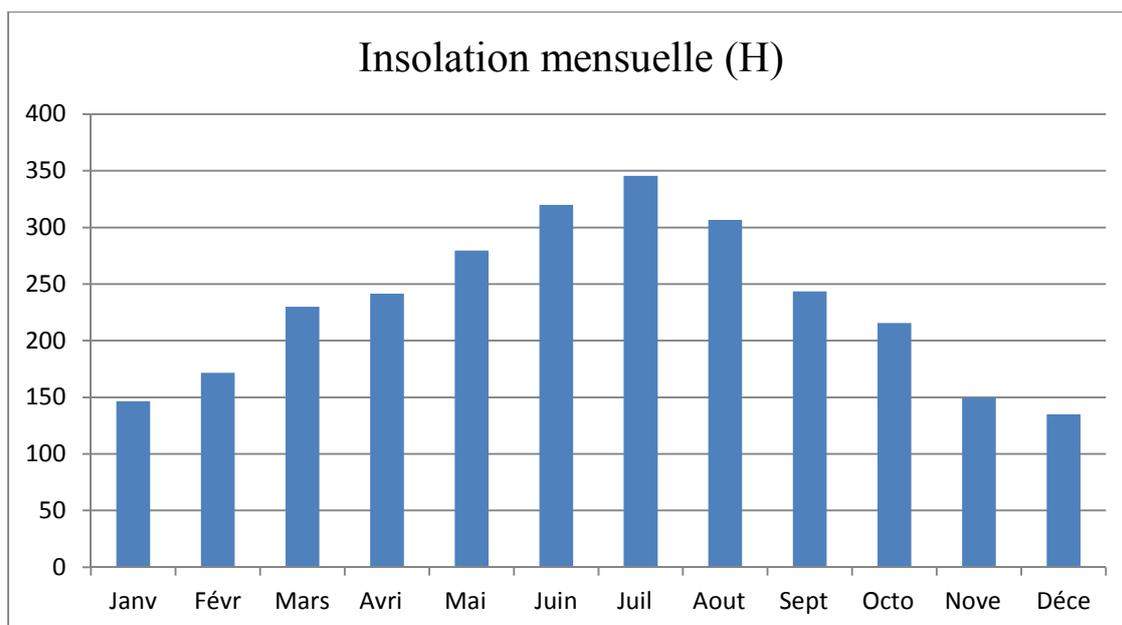


Figure I-7 : Insolation moyenne journalière

I-2-8- Brouillard

Le brouillard est le phénomène météorologique constitué d'un amas de fines gouttelettes ou de fins cristaux de glace, accompagné de fines particules hygroscopiques saturées d'eau.

Le tableau suivant représente le moyen des jours avec brouillard déterminé sur une période de 10 ans (étude de l'année 2005)

Tableau I-8 : Nombre de jours avec Brouillard

Mois	Jan	Fevr	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Octo	Nove	Déc	Annuel
J/mois	0	0,1	0,4	0,1	0,8	0,1	0	0	0	0,1	0	0,2	1,8

Source : ONM Alger

I-2-9- Grêle

La grêle comme l'orage étant un phénomène très localisé. Dans le tableau suivant, on donne les valeurs de la grêle à la station de Skikda.

Tableau I-9 : Nombre de jours avec Grêle

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
J /mois	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Source : ONM Alger

La fréquence de la grêle est nulle au cours de tous les mois. Et pour toute l'année.

I-2-10- Gelée blanche

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques et biochimiques vis à vis des rendements agricoles

Les valeurs moyennes des gelées sont données dans le tableau ci-dessous

Tableau I-10 : Nombre de jours avec Gelée

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
J /mois	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Source : ONM Alger

Pour la wilaya de Skikda le phénomène de la gelée est nul.

I-2-11- Sirocco

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre :

Les diverses valeurs observées sur les postes intéressant la zone d'étude sont présentées par le tableau ci-dessous

Tableau I-11: Nombre de jours avec Sirocco (moy de 10 ans)

Mois	Janv	Fevr	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Octo	Nov	Déc	Annuel
Moy	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1

Source : ONM Alger

Pour Skikda le Sirocco n'est pas fréquent, il apparaît uniquement en Août avec une moyenne d'une journée par an.

I-3- Aperçu géologique et hydrogéologique

La plaine de COLLO comprend les zones alluviales de l'oued BENI ZID et surtout la vallée de l'oued GUEBLI.

Cette vallée d'origine tectonique datant du pliocène est taillée dans un massif de roches métamorphiques (micaschistes et gneiss) au pied duquel est construite la vallée de COLLO.

Sur cette roche métamorphique des sédiments marins en majeure partie argileuse se sont déposés :

- Des marnes à lentilles gréseuses du miocène (Numidien).
- Des marnes bleues du pliocène inférieur.

La plaine côtière de COLLO, plaine alluviale des oueds BENI ZID et GUEBLI a été formée par les apports solides des oueds partiellement remaniés par la mer au voisinage du littoral.

I-4- Climato gramme de Gaussen

Le climato gramme de Gaussen est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période sèche ou l'irrigation est indispensable.

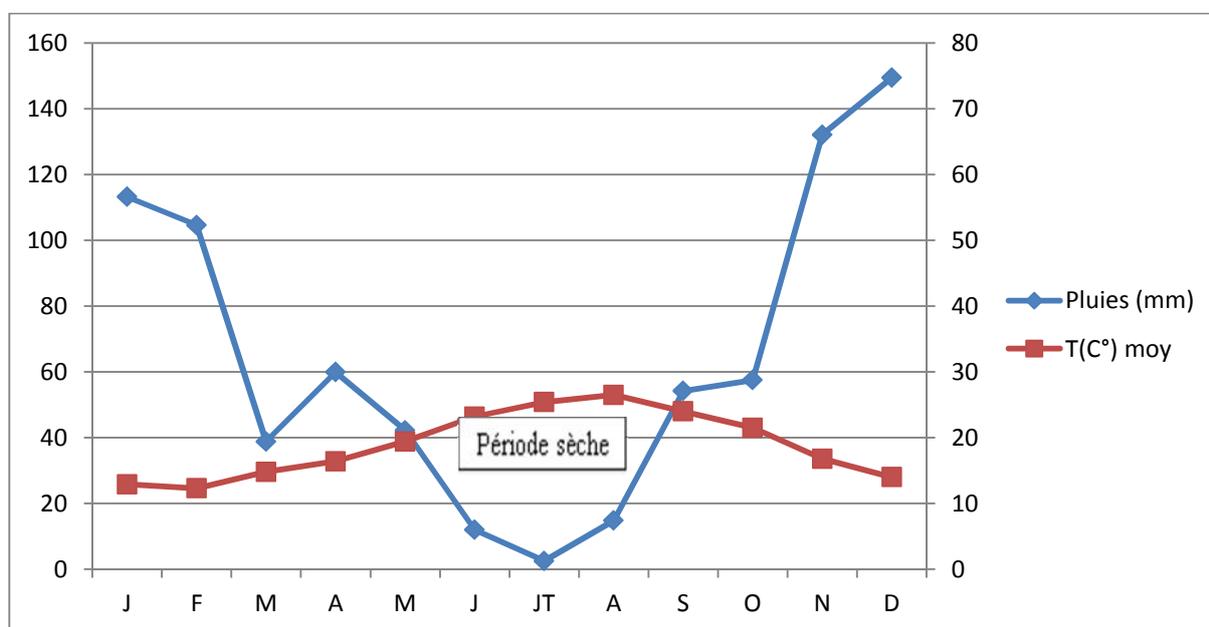


Figure I-8 : Climato gramme de Gaussen

Description du graphe

D'après le climato gramme de Gaussen, on remarque qu'il existe les deux périodes, humide et sèche.

Dans notre cas, la période sèche commence du mois de Mai jusqu'au mois de septembre.

Conclusion :

Le climat de la zone du périmètre à irriguer est de type méditerranéen avec une saison pluvieuse allant d'octobre à mai et un été sec et chaud ce que veut dire que l'irrigation est indispensable dans cette période.

CHAPITRE II

CHAPITRE II: RESSOURCES EN SOL ET EN EAU

II-1-Ressources en sol

Introduction

L'étude pédologique est l'une des sources essentielle pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols. Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment :

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

La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées.

II-1-1-Le relief

Le relief de la plaine de Collo (secteur N°05) est plat et a une faible pente d'où un drainage externe lent et prolongé ; cependant il faut signaler qu'il y a des zones mamelonnées et des dépressions où l'hydromorphie est importante liée à la prolongation des inondations.

II-1-2-Contraintes agronomiques

Ce sont les plus importantes contraintes, et elles limitent considérablement le choix des cultures :

1-La profondeur du sol utilisable par les racines

Cette variable est un des facteurs édaphique le plus important, elle détermine la réserve d'eau et le volume du sol utilisable par les racines des plantes.

Elle se trouve réduite pour plusieurs raisons :

- La présence à faible profondeur d'un horizon peu pénétrable par les racines des plantes.
- Niveau à texture fine ou très fine : limite considérablement les réserves disponibles ; dans ce cas on devra réaliser au préalable des façons culturales profondes pour pouvoir pratiquer certaines spéculations c'est le cas des vertisols.

Tableau II-1 : Réserve facilement utilisable (RFU) des sols du secteur N°05

0-40 cm			0-80 cm		
Classe	%	RFU mm	classe	%	RFU mm
I	10.87	100-200	I	19.32	200-400
II	25.62	200-300	II	23.62	400-600
III	37.53	300-400	III	34.53	600-800
IV	18.93	400-500	IV	16.93	800-1000
V	6.77	>500	V	5.77	>1000

Source : Hydro projet est (Constantine)

2-La texture

La texture, notamment celle des horizons de surface, régit l'infiltration de l'eau des plaines et pluie et celle de l'irrigation ainsi que la pénétration des racines.

La texture fine ou très fine dans le profil (cas des vertisols ou des vertiques et des hydromorphes fait exclure les espèces fruitières et certaines espèces maraichères et industrielles. Cette texture fine ou très fine présente de gros inconvénients) :

-Une perméabilité faible rend le drainage interne du sol mauvais et crée ainsi un milieu mal aéré et asphyxiant pour les racines. L'irrigation des sols à texture fine s'avère donc difficile et délicate car l'eau s'infiltré très lentement et un risque d'engorgement et toujours à craindre ; elle doit se faire par petites doses car ces sols mettent longtemps pour se ressuyer. Pour ces sols un assainissement de surface est toujours indispensable.

3-L'hydromorphie

Elle est essentiellement due à la topographie (insuffisance de pente, dépression) et enfin à la texture fine ou très fine rendant le drainage interne mauvais et provoquant un engorgement des sols.

Elle est favorisée aussi par l'impluvium propre de la région et les inondations causées par les crues des oueds.

4-calcaire et salure

Le taux en calcaire totale des alluvions de la plaine de Collo est relativement nul ou faible.

Dans la plaine de Collo la salure est pratiquement inexistante ($C_e < 1$ mmhos/cm) ; même dans les zones proches de l'embouchure des oueds (Cherka, Guebli) est essentiellement due à la texture (moyenne ou grossière) des alluvions.

II-1-3-Les différentes classes des sols

Lors de la prospection pédologique nous avons recensé cinq classes de sols dans le secteur N°05.

La Classe I

Les sols régnants dans cette classe, et convenant à toutes les cultures, appartiennent essentiellement à la classe des sols peu évolués et rarement à la classe de sols ferrallitiques (sous classe bruns méditerranéens), présentant de bonnes propriétés pédologiques.

La Classe II

Les sols représentés par cette classe, s'étalent sur une superficie de 39.42 **ha**, soit : 16.92% de la superficie totale ; ce sont des sols peu évolués, de texture sablo-limoneuse et des sols peu évolués, d'apport colluvial, se situant en bas de pente des terrasses anciennes, caractérisés par une texture fine (argilo-limoneuse). Ces sols sont moyennement aptes à toutes les cultures

La Classe III

Ces sols couvrent une superficie de 13.51 **ha**, soit : **5,8 %** de la superficie étudiée ; cette classe est représentée par les sols à texture sablo-limoneuse, argilo-limoneuse et argilo-sableuse.

Ils sont peu aptes aux cultures industrielles et à l'arboriculture d'une part, moyennement aptes aux cultures maraîchères, céréalières et fourragères d'autre part.

La Classe IV

Ces sols couvrent une superficie de 12.90 **ha**, soit **5.54%** de la superficie contrôlée ;

Cette classe est représentée par des vertisols, des sols hydromorphes, ayant une texture lourde (argileuse) et des sols peu évolués, à texture légère.

En plus de la contrainte texture, viennent s'ajouter : l'hydromorphie localisée sous forme de Gley, Pseudogley et le calcaire actif, qui excluent l'arboriculture. Toutefois ces sols sont peu aptes aux cultures maraîchères, céréalières et fourragères et inaptes aux cultures industrielles.

La Classe V

Ces zones comptent une superficie de 21.86 **ha**, soit : 9.38% de la superficie contrôlée ; elles sont représentées par des zones inondables, et sont inaptes à toutes cultures.

Tableau II-2 : Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation

Classe	I.	II.	III.	IV.	V.	Total
Superficie (ha)	145.29	39.42	13.51	12.90	21.86	233
(%)	62.36	16.92	5.8	5.54	9.38	100

II-1-4-Les propriétés physiques du sol

Un sol peut se caractériser par un certain nombre de paramètres physiques mesurables dont nous rappellerons ci-dessous les définitions.

1-La texture

La texture est une propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine.

L'analyse de la texture d'un sol détermine les proportions d'argile, de limon et de sable.

Tableau II-3 : textures des sols du secteur N°05 de la plaine COLLO

Textures	Classe de texture	%
Très fine	Très argileux ; argileux	11.59
Fine	Argileux –limoneux ; argileux-sableux	5.80
Moyenne	Limoneux ; sableux	82.6

Source : ANRH Constantine

2-La densité apparente

La densité apparente est le poids des grains par rapport au volume de terre en place.

$$D_a = \frac{\text{Poids de terre}}{\text{Volume de terre en place}}$$

On mesure la densité apparente d'un sol par enfouissement d'un cylindre de volume connu dans le terrain, et par détermination du poids sec de cet échantillon.

Pour notre cas $D_a = 1.1$

3-La densité réelle

La densité réelle ou le poids spécifique d'un sol est le poids sec par unité de volume des grains solides.

Les vides n'entrent pas en ligne de compte.

$$D_r = \frac{\text{Poids de terre}}{\text{Volume des grains}}$$

On mesure cette densité par détermination du poids sec et du poids du volume d'eau déplacée par les particules solides correspondant au volume des particules solides.

Pour notre cas $D_r = 2,5$

4-La porosité totale

Dans un sol en place la matière solide n'occupe pas en effet qu'une partie du volume totale, les vides étant occupés soit par de l'eau soit par des gaz.

Il faut entendre par porosité, la fraction de l'unité de volume du sol en place qui n'est pas occupée par la matière solide.

Et d'autre terme, la proportion du volume totale du sol qui est accordée aux gaz et à l'eau.

Si l'on veut exprimer la porosité totale en % du volume de terre en place l'expression de la porosité est :

$$P = \frac{D_r - D_a}{D_r} * 100$$

Pour notre cas $P = 55 \%$.

5-L'humidité équivalente

L'humidité équivalente est le taux d'humidité atteint par un échantillon de sol dans les conditions expérimentales bien définies.

Ces conditions sont les suivants :

-L'échantillon est soumis à la force de l'action centrifuge dans une machine du type écrémeuse.

H_e est obtenue dans un champ de 1000 g (g : accélération de la pesanteur)

Pour notre cas $H_e = 26 \%$

6-La perméabilité du sol

La perméabilité ou la vitesse d'infiltration est défini par la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité. C'est le coefficient K de la loi de Darcy. Elle dépend tout d'abord de la porosité, mais surtout de la configuration des pores et de la stabilité des agrégats dans notre sol.

Tableau II-4 : perméabilités des sols du secteur N°05

Classe	Perméabilité cm /h	%	caractéristiques
I	1	19.11	Sols très imperméables
II	1-2	13.44	Sols imperméables
III	2-3	12.82	Sols semi-perméables
IV	3-4	41.06	Sols perméables
V	4	12.48	Très perméables

Source : HPE Constantine

II-1-5-Propriétés physico-chimiques du sol

1-Le PH du sol

Le PH d'un sol est la mesure de la quantité d'ions H^+ libres dans sa solution.

Cette quantité d'ions a été effectuée grâce à un PH mètre

Résultat de la mesure : PH = 6.5 (valeur acceptable)

Car on sait que la plupart des plantes cultivées présente leur développement optimum au voisinage de la neutralisation ou un peu en dessous.

2-La conductivité électrique (Salinité)

C'est une caractéristique très importante. Elle est l'expression de la quantité globale d'ions existant dans la solution du sol.

Et représente donc la concentration globale en sels solubles.

Pour notre cas le résultat de la mesure est de 0.1075 mmohs/cm.

II-2-Ressources en eau

Introduction

Avant d'entamer une étude d'aménagement hydro-agricole, 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-2-1-Alimentation en eau de la zone d'étude

La ressource en eau pour l'alimentation en eau d'irrigation du périmètre de Collo est le barrage de Beni zid d'une capacité de 40 Hm³ et un volume régularisé de 20Hm³

- Le volume régularisé pour l'irrigation sera de l'ordre de 8,207 Hm³.
- Le barrage de Béni-Zid assure aussi l'alimentation en eau potable de 11 agglomérations sur quatre communes :
 - Collo
 - Chraia
 - Beni zid
 - Kerkra

Les caractéristiques du barrage :

- Cote volume mort 44.00 m NGA
- Cote niveau normal 69.00 m NGA
- Crête de la digue 72.60 m NGA



Figure II-1: Barrage Beni-Zid

- L'aménagement hydraulique de Beni Zid se trouve dans la Wilaya de Skikda, dans la région Nord-est de l'Algérie, à 20 km de la ville de Collo.
- L'objectif de ce barrage est de satisfaire les besoins en eau potable de la population de Collo et à irriguer les terres de la plaine de Beni Zid et Guebli .

Tableau II-6 : Le barrage de Beni-Zid en chiffre

Année de construction	1988
Année de Mise en eau	2000
Capacité	40,00 hm ³
Capacité dernier levé (2004)	39,39 hm ³
Apport moyen annuel	28,50 hm ³ /an
Envasement annuel	0,52 hm ³ /an
Surface du bassin versant	58,60 km ²
Hauteur	52,60 m
Longueur	149,00 m
Côte retenue Normale (R.N)	69,00 m
Côte Plus Hautes Eaux (P.H.E)	71,60 m

Source : ANBT Constantine

II-2-2-Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro-agricole il faut que l'eau exploitée pour l'irrigation accomplisse certaines conditions qui garantissant le bon développement des plantes, et permet d'éviter les impacts négatifs sur la santé publique, l'environnement et le système d'irrigation.

La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- La concentration totale en sels dissous.
- Le rapport de Sodium par rapport aux autres cations.
- La présence de Bore et d'autres éléments toxiques.

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique, les caractéristiques de l'eau d'irrigation sont données par le tableau suivant

Chapitre II.....Ressources en sol et en eau

Tableau II-7 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation

Date \ Elém- ^t	ALC	Ca mg/l	Cl mg/l	Cond	HCO3 mg/l	K mg/ l	MES105 mg/l	Mg mg/ l	MOAcide mg/l	Na mg/l	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	O2dis mg/l	Ph	PO4 mg/l	saturat %	SO4 mg/l	Turb NTV	Vol/déb
05/02/2013	40	17.2	15	190	48.8	1	14	3	6.3	19	0.01	0.02	1	9.4	7.1	0.08	90.38	40	11.6	39.31
13/01/2013	45	22	300	210	541.9	1	36	3	5	16	0.04	0.01	1	8.2	7.2	0.1	78.84	26	3.2	37.52
02/12/2012	45	25.1	30	210	54.9	1	10	4	4.6	16	0.06	0	0	9.3	7.1	0	93	22	1	25.93
07/11/2012	50	32.2	45	210	61	1	24	2	4.1	16	0.06	0.01	0	8.1	7.5	0.02	88.04	2	1.6	35.773
03/10/2012	45	22	30	200	54.9	1	4.7	6	4.7	17	0.04	0.04	1	9.6	7.2	1	114.29	20	1.4	36.151
05/09/2012	50	21.6	40	200	61	2	6	3	6.7	20	0.01	0.05	0	8.4	6.9	0.08	103.7	2	1.9	36.696
05/08/2012	118	19.9	40	210	144	2	34	4	5	22	0.05	0	0	10.9	7.2	0	143.42	6	2.4	37.413
03/07/2012	40	29.6	35	200	48.5	1	56	3	4.3	12	0	0.01	2	8.4	7.3	0	103.7	30	1.2	38.507
10/06/2012	40	19.9	1	190	48.8	7	12	7	6	13	0.03	0.01	3	8.2	7.9	0.04	72.56	8	3	56.081
02/05/2012	45	19.5	50	200	54.9	1	18	9	4.8	13	0	0.01	1	9.8	8	0.02	86.11	2	6.2	38.82
02/04/2012	40	24	35	180	48.8	1	16	2	7.4	13	0	0.05	1	8.9	7.5	0.02	94.68	2	10.3	40.146
04/03/2012	40	16.2	35	120	48.8	1	16	4	7	15	0.02	0.03	1	9	7.8	0.04	88.23	6	12	38.45
02/02/2012	40	19.2	40	190	48.8	2	10	21	5.2	15	0	0.04	3	9	7.3	0.04	94.9	6	2.3	38.055
04/01/2012	40	15.8	40	190	48.8	1	16	4	6.1	18	0.05	0.04	2	8.2	7.2	0.1	68.9	4	12.8	39.163
01/12/2011	45	23.8	40	210	54.9	1	8	3	6.1	16	0	0.08	7	7.4	7.3	0	77.89	6	4.8	40.263
02/11/2011	45	20.9	40	210	54.9	1	34	4	4.8	16	0	0	1	8.8	7.3	0.1	101.1	6	1.1	36.45
03/10/2011	50	19.9	40	210	48.8	1	8	4	3.4	17	0	0	0	7.6	7.5	0	91.5	6	0.9	
04/09/2011	40	20.1	40	200	48.8	1	22		3.9	16	0	0.01	0	7.1	7.7	0.05	87.65	8	0.9	96.086
02/08/2011	44.5	23.8	30	200	54.3	1	10	2	3.8	18	0.02	0	3	7.6	7.3	0.1	97.4	16	0.8	38.365
03/07/2011	40	18.3	35	190	48.8	1	14	4	5.8	15	0.05	0.01	1	8	7.1	0.2	105.2	6	2.1	39.393
Moy	47.1	21.5	48.0	196.0	81.22	1.45	18.44	4.6	5.25	16.15	0.02	0.02	1.40	8.60	7.37	0.10	94.07	11.20	4.08	39.43

Source : ANRH Constantine

II-2-3-Les limites admissibles

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établie selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR

1-La conductivité électrique (Salinité)

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en $\mu\text{mhos/cm}$

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau II-8 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE ($\mu\text{mhos/cm}$) ou ds/m à 25°C	Qualité des eaux
C ₁	$CE \leq 250$	Eau de risque faible
C ₂	$250 < CE \leq 750$	Eau de risque moyen
C ₃	$750 < CE \leq 2250$	Eau de risque élevée
C ₄	$CE > 2250$	Eau de risque très élevée

Source : Guide pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation

Remarque :

- C₁ : convient pour toutes les cultures
- C₂ : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C₃ : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
- C₄ : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

2- Le SAR (Sodium Absorption Ration)

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en mg/L Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} .

Tableau II-9 : Concentration de l'élément physico-chimique d'eau d'irrigation

N°	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	PH	CE ($\mu\text{s/cm}$)
Echant	21.5	4.6	16.15	7.3	196

Source : ANRH Constantine

L'eau du barrage Beni-Zid prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne $CE = 196 \mu\text{mhos/cm}$

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

$$D'o\grave{u} \ S.A.R_{moy} = \frac{16.15}{\sqrt{\frac{21.5 + 4.6}{2}}} = 4,5$$

Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

Tableau II-10 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

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

On se référant au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig.III.2.), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité faible avec un degré d'alcalinité faible (C1 ,S₁) ,se qui montre la bonne qualité de ces eaux .

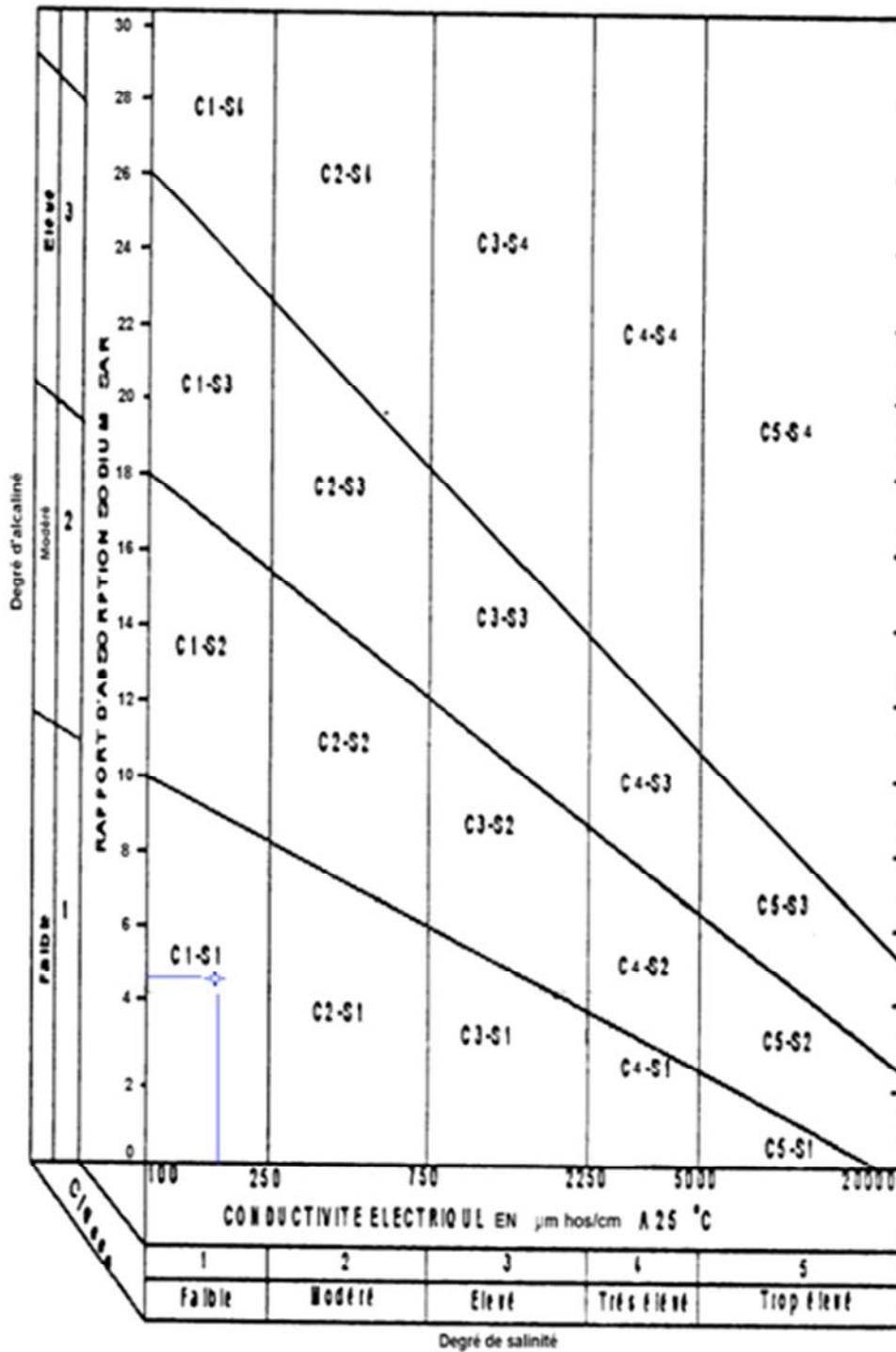


Figure II-2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

3- Alcalinité et dureté

L'alcalinité est une mesure du pouvoir de l'eau à neutraliser les acides.

La dureté fait référence à la quantité de calcium et de magnésium contenue dans l'eau. Ces deux éléments proviennent de l'altération de la roche mère.

L'alcalinité, tout comme la dureté de l'eau, est généralement exprimée en ppm (mg/L) de carbonate de calcium (CaCO₃).

4-Bicarbonates

Les bicarbonates de calcium et de magnésium sont relativement peu solubles dans l'eau.



Tableau II-11 : Degré relatif de dureté de l'eau selon la quantité de carbonate de calcium.

Dureté (ppm CaCO ₃)	Degré relatif de dureté
0-50	Très douce
50-100	douce
100-200	Modérément douce
200-300	Dure
>300	Très Dure

Source : CRAAQ, 2003. Guide de production des annuelles en caissettes, 313 p.

L'analyse chimique de l'eau du barrage faite dans le laboratoire de L' ANRH de Constantine a donné une dureté de 81.22 mg/l.

Alors d'après le tableau III.5 on trouve que l'eau du barrage Beni-zid est douce.

Conclusion

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que le sol ne présente pas de problèmes particuliers et peut recevoir toute la gamme des cultures possibles parce-que la majorité de la surface est du classe **I** et **II**.

La faible salinité ainsi que le faible degré d'alcalinité de l'eau du barrage de Beni-Zid nous montre que cette eau est de bonne qualité, donc elle est utilisable dans les conditions normales pour l'irrigation.

CHAPITRE III

CHAPITRE III : ETUDE HYDROLOGIQUE

Introduction

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures à projetées dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement du réseau de distribution.

III-1-Réseau pluviométrique :

La région d'étude dispose d'une station pluviométrique gérée par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), le tableau 1, décrit la position de cette station.

Tableau III-1 : Caractéristiques de la station pluviométrique

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Longitude	Latitude	Période d'observation	Nombre d'années d'observation
		X(Km)	Y(Km)					
AFFLASSANE	030712	841.2	410.1	35	6°31' 56" E	36°55' 53" N	1980-2011	32

Source : ANRH Constantine

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique AFFLASSANE sont données dans le tableau 2.

Tableau III-2 : pluies mensuelles (mm)

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Annuel	Moy
1979/80	17,2	124,6	249,4	256,4	65	168,1	64,1	48	11,3	23,5	0	24,9	1052,5	87.71
80/81	2,3	73,2	50,2	175,4	112,8	131	74,7	16,9	22,5	0	0	2,4	661,4	55.12
81/82	0	3,2	129,7	140,6	0	67,9	94,4	10,1	28,7	0	0	4,5	479,1	39.93
82/83	17,2	51,7	121	106,3	160,3	156,4	27,7	16,9	0	0	0	3,5	661	55.08
83/84	72,4	161,7	21,9	287	107,8	109,5	184,5	25,9	23	0	0	2,3	996	83.00
84/85	18	14	114,5	108,3	114,6	98,9	122,6	47,1	5,2	11,9	0	4,5	659,6	54.97
85/86	6,8	0	68	125,9	77	182,5	114,7	26,4	24,3	3,8	5,4	0	634,8	52.90
86/87	9,9	29,2	75,5	24,2	44,8	42,1	82	34,1	23,7	0	9,4	0	374,9	31.24
87/88	77,8	0	98,4	164	74,4	62	49,6	144,3	7,3	10,3	0	0	688,1	57.34
88/89	41	39	50,8	46,8	138,4	0	30	43	19,8	17,7	3,2	0	429,7	35.81

Chapitre III.....Etude hydrologique

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Annuel	Moy
89/90	0	26,7	132,8	238,1	32,8	108,8	66,4	19,3	15,1	6,3	0	0	646,3	53.86
90/91	0	0	0	0	64,5	9,5	130	119,8	15,1	25,9	4,5	0	369,3	30.78
91/92	11	48,8	11,7	183,4	52,6	61,8	84,8	27,8	11,2	2,3	0	0	495,4	41.28
92/93	6,7	18,6	53,6	158,8	86,8	150,1	3,2	71,5	1,2	0	0	0	550,5	45.88
93/94	52,7	135,9	0	155,7	186,2	13,4	152,9	17,1	2,2	9,4	0	5,6	731,1	60.93
94/95	25	8,3	30,2	59,6	67,3	295,7	33,3	61,7	30,8	13,6	0	6,7	632,2	52.68
95/96	23,5	94,7	59,1	141,6	73,3	15,2	29,3	45,8	11,9	20,2	0	0,7	515,3	42.94
96/97	51,9	59,4	221,8	132	8,8	79,7	36,3	46,4	125,9	3,4	0	0	765,6	63.80
97/98	75,3	45,1	299,7	98,9	151,5	77,6	58,4	16,7	21,1	0	0	1,8	846,1	70.51
98/99	51	15,5	230,4	336,1	67,3	24	28,6	30,7	67,9	12,9	0	7,5	871,9	72.66
99/00	1,2	57	121,7	144,9	221,6	77,5	42,3	62,7	33,7	0	0	3,4	766	63.83
2000/01	28,3	0	171,5	73,1	52,2	73,3	23,2	119,8	16	3,8	6,5	25,9	593,6	49.47
01/02	61,7	125,8	281	215,9	392,6	109,8	26,3	106,6	7,8	0	4,3	0	1331,8	110.98
02/03	85,8	39,9	77,6	204,3	114,6	45,1	52,4	55,3	84,4	13,6	0	4,1	777,1	64.76
03/04	54,7	24,9	298,5	234,8	147	169	70,5	125	12,6	0	3,3	2,2	1142,5	95.21
04/05	20,9	21,6	155,6	154,1	171	145,9	69,5	19,4	19,9	0,4	0	17,2	795,5	66.29
05/06	81,9	13	69,7	266	12,1	60,2	193,4	90,3	29	15,3	0	8,6	839,5	69.96
06/07	40,3	55,7	130,6	154,6	21,2	45,1	180,7	10,4	74,1	0	3,8	0	716,48	59.71
07/08	49,3	35,4	146,6	128,2	305,8	93,1	120,5	114,8	24,3	0	0	4,5	1022,5	85.21
08/09	156,6	154,1	206,7	137,3	183,1	79,2	58	32,5	94,8	15,2	0	0	1117,5	93.13
09/10	74,7	129,6	123,3	149,4	72,3	210,9	57,8	59,1	45,2	14,7	12,2	0	949,2	79.10
10/11	21,1	175,3	144,6	145,5	75,3	244,9	69,4	103,6	7,4	0	0	13,7	1000,8	83.40
Moy	38.63	55.68	123.32	154.60	107.97	100.26	75.98	55.28	28.67	7.01	1.64	4.50	753.54	62.80

Source : ANRH (Constantine)

III-2-Homogénéité de la série pluviométrique :

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente, elle consiste à :

- Détecter les anomalies dans les séries hydrologiques et d'en chercher les causes.
- La correction de ces anomalies par des méthodes appropriées.

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon . ou test des rangs c'est le plus puissant des tests non paramétriques.

Soient 2 variables aléatoires Y et X, représentant respectivement 2 séries de précipitations annuelles de taille N_1 et N_2 .

Y étant la série à étudier et X étant la série de base avec $N_2 > N_1$.

Si l'échantillon Y est issu de la même population que l'échantillon X, l'échantillon nouveau Y U X est également issu de la même population.

On classe les éléments de ce nouvel échantillon Y U X par ordre décroissant et on associe à chacune des valeurs le rang qu'elle occupe dans cette nouvelle série. (Si une valeur se répète plusieurs fois, il faut lui associer le rang moyen qu'elle détermine).

On calcule W_y , W_{\min} , W_{\max} .

Avec :

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{Rang } Y$$

$$W_{\min} = \left(\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - u_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}}$$

$$u_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96.$$

$$W_{\max} = \left[(N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{\min} \right]$$

Il faut que : $W_{\min} < W_y < W_{\max}$ pour que la série soit homogène.

Tableau III-3 : détaille du procédé de test d'homogénéité pour la station d'Aflassane code (030712)

Série original	Série Y	Série X	Classée	Rang	Y U X
1052,5	1052,5	646.3	1331,8	1	X
661,4	661,4	369.3	1142,5	2	X
479,1	479,1	495,4	1117,5	3	X
661	661	550,5	1052,5	4	Y
996	996	731,1	1022,5	5	X
659,6	659,6	632,2	1000,8	6	X
634,8	634,8	515,3	996	7	Y
374,9	374,9	765,6	949,2	8	X
688,1	688,1	846,1	871,9	9	X
429,7	429,7	871,9	846,1	10	X
646,3		766	839,5	11	X
369,3		593,6	795,5	12	X
495,4		1331,8	777,1	13	X
550,5		777,1	766	14	X
731,1		1142,5	765,6	15	X
632,2		795,5	731,1	16	X
515,3		839,5	716,48	17	X
765,6		716,48	688,1	18	Y
846,1		1022,5	661,4	19	Y
871,9		1117,5	661	20	Y
766		949,2	659,6	21	Y
593,6		1000,8	646,3	22	X
1331,8			634,8	23	Y
777,1			632,2	24	X
1142,5			593,6	25	X
795,5			550,5	26	X
839,5			515,3	27	X
716,48			495,4	28	X
1022,5			479,1	29	Y
1117,5			429,7	30	Y
949,2			374,9	31	Y
1000,8			369,3	32	X

On a :

$N_1=10$; $N_2=22$;

Après calcul on a trouvé :

$W_y=202$;

$W_{min}=116,29$;

$W_{max}=213,71$;

$$116,29 < W_y < 213,71$$

La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station d'Aflassane 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 Racine –Normale

III-3-1-Ajustement de la série pluviométrique :

III-3-1-1-Ajustement à la loi Normale (GAUSS) :

Le procédé de calcul consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazen.
- Variable réduite de gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$
- Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; C_v ; $C_s=0$).
- Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%}$$

Avec :

$X_{P\%}$: précipitation de probabilité P% ;

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss ;

\bar{X} : Moyenne arithmétique ;

δ : Écart type.

Pour les calculs, on a utilisé le logiciel **Hyfran**. Les résultats de calculs obtenus figurent dans le **Tableau III-4** et la **Figure III-1**.

Tableau III-4 : Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale)

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T = 1/ (1-q)				
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10	0.9	1050	56.3	943 – 1160
5	0.8	950	48.4	855 – 1050
3	0.6667	854	43.4	769 – 939
2	0.5	753	41.4	672 – 834
1.25	0.2	556	48.4	461 – 651

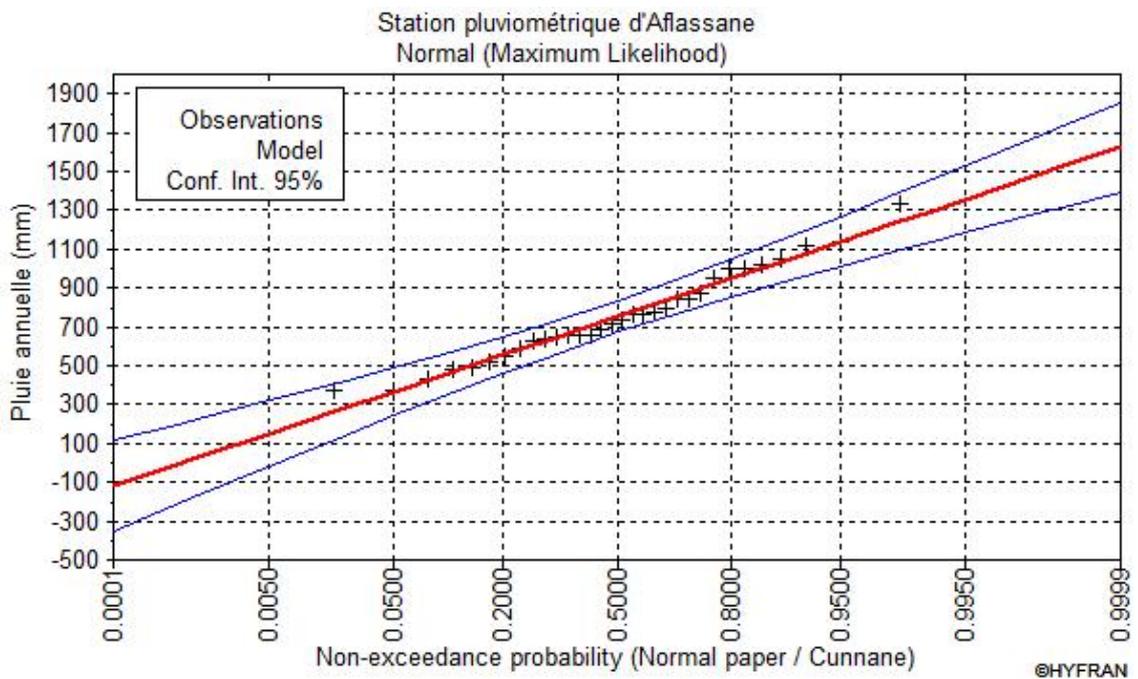


Figure III-1 : Ajustement à la loi de Gauss

• **Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss**

– **Test de Khi carrée**

- On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$.
- On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

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

D'après le calcul (par le logiciel HYFRAN), on a obtenu les résultats suivants :

$$\text{Degré de liberté : } \gamma = 4 ; \qquad \chi^2_{\text{calculé}} = 0.9131 ;$$

$$\text{Nombre de classes} = 8 ; \qquad \chi^2_{\text{théorique}} = 1.5 ;$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 0.9131 < \chi^2_{\text{théorique}} = 1.5$$

Les résultats obtenus confirment la validité de l'ajustement précédent.

III-3-1-2-Loi du Racine normal ou loi de Galton

Cette méthode est comme suit : Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(X)} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%}$$

Avec:

Ln: symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

$X_{p\%}$: précipitation probable à p%.

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

δ_{Ln} : la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n > \text{ ou } = 30$$

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs, on a utilisé le logiciel **Hyfran**. Les résultats de calcul obtenus figurent dans le **Tableau III-5** et la **Figure III-2**.

Tableau III-5 : Ajustement à une loi de Galton

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T = 1/ (1-q)				
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10	0.9000	1080	83.5	919 - 1250
5	0.8000	940	62.3	818 - 1060
3	0.6667	824	48.9	728 - 920
2	0.5000	718	40.7	638 - 797
1.25	0.2	548	36.3	477 - 619

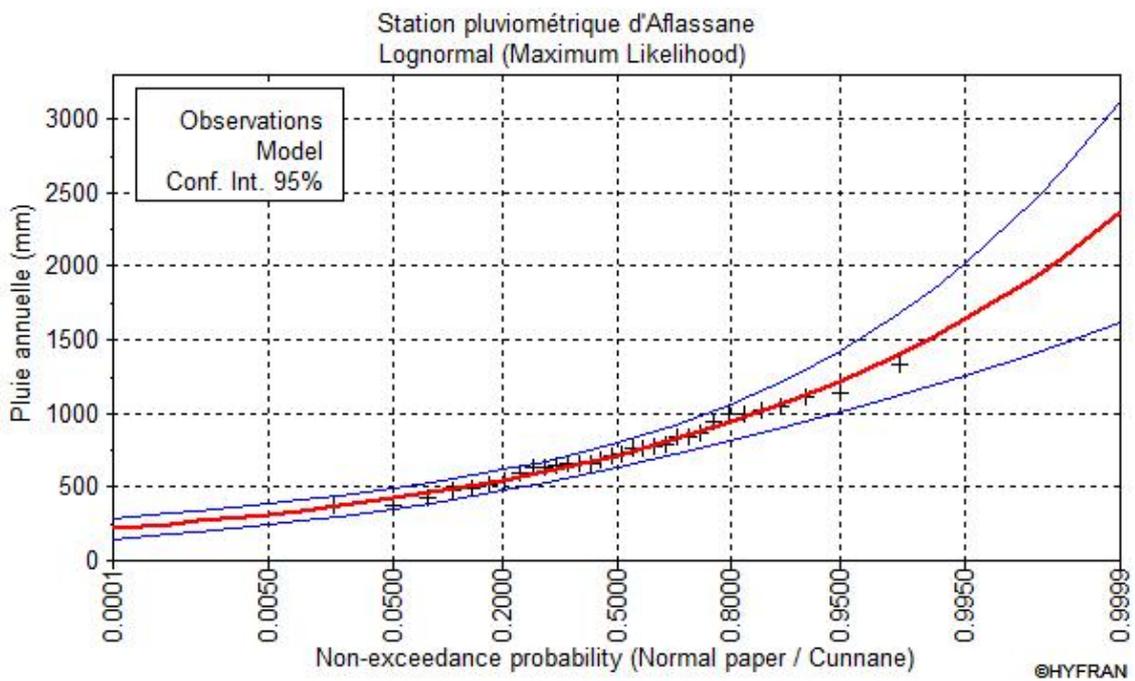


Figure III-2 : Ajustement à la loi de Galton

• **Test de validité de l’ajustement à la loi de Galton**

– **Test de Khi carrée**

- On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$.
- On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$.

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$.

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

D’après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivants :

$\chi^2_{\text{calculé}} = 1.73 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488 \rightarrow$ Alors l’ajustement est à considérer.

- On remarque que l’écart entre $\chi^2_{\text{calculé}}$ et $\chi^2_{\text{théorique}}$ à la loi racine-normal est supérieur au celle de la loi normal, donc on conclue que la loi racine-normal est la plus adéquate.

III-3-2-Détermination de l’année de calcul

Tableau III-6 : Précipitations mensuelles moyennes

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pluie (mm)	38.63	55.68	123.32	154.60	107.97	100.26	75.98	55.28	28.67	7.01	1.64	4.50

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

$$P_{\text{mensuelle } 80\%} = P_{\text{mensuelle moy}} * \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}}$$

D’après le Tableau 15 (Ajustement à la loi racine-Normal), on a trouvé :

$$P_{80\%} = 548 \text{ mm} \qquad P_{50\%} = 718 \text{ mm}$$

Donc le rapport : $(P_{80\%} / P_{50\%}) = 0.763$

le calcul est représenté dans le tableau suivant :

Tableau III-7 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P _{80%} (mm)	29.47	42.48	94.09	117.96	82.38	76.50	57.97	42.18	21.88	5.35	1.25	3.43

Conclusion :

D'après l'analyse statistique des données hydrologiques, le périmètre est caractérisé par une pluie moyenne annuelle de l'ordre de 753,54 **mm**.

La pluie de 80 % est de l'ordre 574.95 **mm** et la pluie de 50 % est de l'ordre de 718,03 **mm**.

La saison humide duré de huit mois (d'octobre à mai) où la pluviométrie atteint 90% des précipitations moyennes annuelles avec des maximums répartis entre janvier et février.

La saison sèche s'étale sur une période de quatre mois (juin à septembre) avec des minimums en juillet et août.

Le climat de la zone du périmètre irrigué est de type méditerranéen avec une saison pluvieuse allant d'octobre à mai et un été sec et chaud. La pluviométrie de la zone est autour de 750 mm/an.

CHAPITRE IV

CHAPITRE IV : ETUDE AGRO SOCIO ECONOMIQUE

Introduction :

L'étude Agro-socio-économique du projet d'aménagement hydro agricole du périmètre de collo, objet du présent chapitre a pour but d'analyser les contraintes socio-économiques et les facteurs qui influencent sur la production agricole végétale et animale, depuis la mise en place de la culture, et même avant, jusqu'à la récolte et l'écoulement du produit sur le marché, et de proposer les orientations de développement agricole pour la mise en valeur du périmètre.

IV-1- Répartition de la Population et de la surface

IV-1-1- La Population

La population des quatre (4) communes entourant le périmètre d'irrigation dans la wilaya de Skikda est de l'ordre de 69540 habitants, la population de moins de 20 ans représente 56 % de la population totale.

La répartition de la population par commune est donnée dans le tableau ci-après.

Tableau IV-1 : Répartition de la population des quatre (4) communes (Année 2008)

COMMUNE	POPULATION	
	Nombre	%
Kerkra	18909	27.2
Beni Zid	15836	22.8
Collo	24450	35.1
Cheraia	10345	14.9
Total	69540	100

Source : Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre Beni-Zid

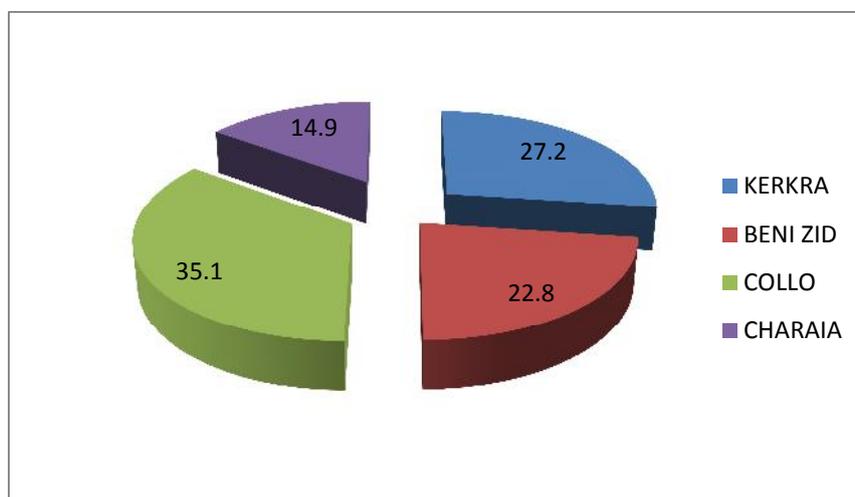


Figure IV-1: Répartition de la population

IV-1-2- La surface:

Le périmètre à irriguer (233 ha) est regroupé sur les quatre communes suivantes :

Tableau IV-2 : Répartition de la surface (ha) du périmètre d'irrigation

Désignation	Collo	Kerkra	Beni Zid	Cheraia	Total
Superficie (ha)	57.34	131.47	40.64	3.14	233

Source : Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre Collo

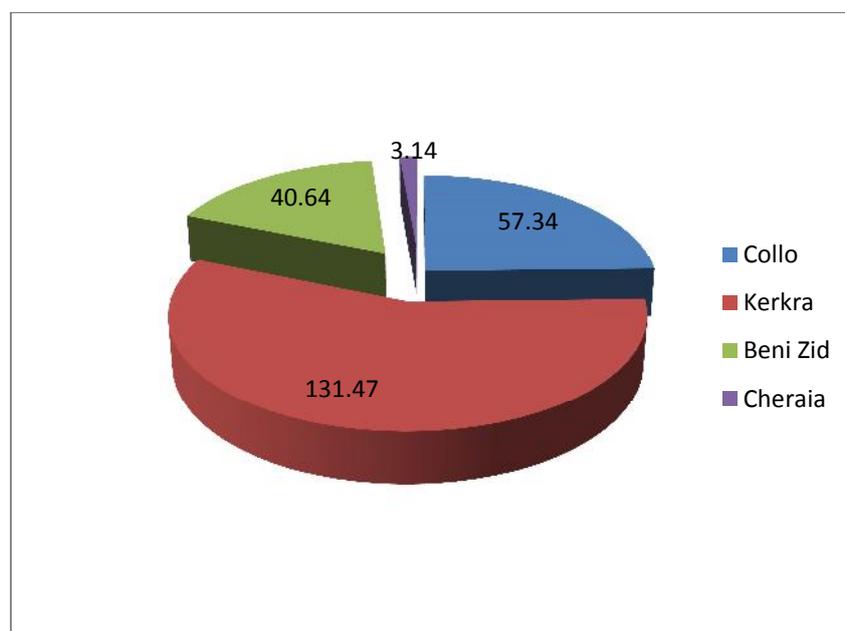


Figure IV-2 : Répartition de la surface

IV-2- Impact socio – économique du projet sur la région :

La réalisation de ce projet contribuera à :

- La création d'emplois avec 220 emplois directs et 470 emplois indirects
- La réorientation des eaux de nappes pour les besoins domestiques des populations.
- Amélioration de la production agricole.

IV-3- Le contexte général des productions animales :

IV-3-1- Le gros élevage :

Ce type d'élevage représente ces effectifs bovins, caprins et ovins.

Tableau IV-3 : Les effets du cheptel dans les communes concernées :

Désignation	Collo	Kerkra	Beni Zid	Cheraia	Total
Cheptel bovin	1968	23386	2204	395	27953
Cheptel ovin	5417	45584	6015	4792	61808
Cheptel caprin	520	17370	671	179	18740

Source : DSA Skikda

On remarque d'après le tableau que :

- L'élevage Ovin est largement important dans les quatre communes.
- L'élevage Bovin occupe la première place et suivi par les caprins. [1]

IV-3-2- La commercialisation :

La commercialisation des produits agricoles passe généralement par les coopératives (laiterie, confiserie, huilerie) ou par les marchés traditionnels.

Les céréales sèches sont vendues aux CCLS de Skikda.

Le lait est en grande partie absorbé par la laiterie d'Annaba.

Tableau IV-4 : les principaux organismes de commercialisation :

Désignation	Domaine d'intervention	localisation
CCLS	Réceptionner, stocker et redistribuer les céréales	Skikda
Abattoir gros bétail	Abattage d'animaux (Bovin, ovin, caprin)	Dans toute la wilaya
Abattoir avicole	Abattage, découpe et charcuterie des poules	Skikda
Laiterie	Collecte et transformation de lait bovin	Kerkra
Huilerie	Transformation d'olives	Cheraia

IV-4- Etude foncière :

L'étude foncière du périmètre a été réalisée dans le souci de cerner l'aspect et les caractéristiques foncières du périmètre aménagé.

Ainsi, un inventaire foncier systématique des terres a été réalisé.

L'inventaire a porté sur les terres les plus aptes à la mise en valeur telles que définies dans l'étude pédologique de toute la plaine, Ont été exclues du périmètre :

- Les terres à forte salinité
- Les terres fortement boisées
- Les terres marécageuses

IV-4-1- Les résultats de l'inventaire foncier

L'inventaire a donné une surface nette d'environ 1200 Ha en excluant les superficies de la zone d'activités de Collo, la zone d'habitation des Ouled Mazouz et certaines unités d'utilité publique et autres hors de la zone d'activités (station d'essence, unité d'eau gazeuse,...).

IV-4-2- Les modèles d'exploitation

Le choix d'exploitation type a été choisi en fonction de trois(03) paramètres :

- La superficie agricole.
- Les cultures dominantes.
- Le résultat brut d'exploitation.

On rencontre 6 types d'ensemble de ces observations sont dans le tableau suivant :

Tableau IV-5 : Les modèles d'exploitation

Classe	Surface	Nombre de modèles	Cultures
<1	0.67	1	Maraichages
1_3	2.27	12	maraichages et arbo cultures
3_5	4.01	27	mar, arbo et indus
5_10	7.25	44	Polycultures
10_20	13.37	18	Polycultures
>20	0	0	/

1-1) Classe de 0-1 ha : cette classe est composée de une seul exploitation dont l'exploitation type est de 0.67 ha à la laquelle en propose un assolement maraîcher.

1-2) Classe de 1 à 3 ha : cette classe est composée de 12 exploitions avec une exploitation modèle de 2.27 ha ce modèle sera occupé par les cultures maraîchages et arbo cultures.

1-3) Classe de 3-5 ha : cette classe est composée de 27 exploitations avec comme modèle une exploitation de taille de 4.00 ha. Le développement agricole propose des cultures maraîchages, arbo cultures et cultures industrielles.

1-4) Classe de 5-10 ha : cette classe est composée de 44 exploitations avec comme modèle une exploitation de taille de 7,25 ha. Le développement agricole propose des cultures maraîchages, arbo cultures et cultures industrielles.

1-5) Classe de 10 – 20 ha : cette classe est composée de 18 exploitations avec comme modèle une exploitation de taille moyenne de 13,37 ha. Ce modèle est représenté par des cultures céréales- maraîchages.

1-6) Classe de 20 ha et plus : Cette classe est absente au niveau du secteur 05.

IV-4-3- Ventilation des exploitations par statut juridique

Les tableaux N°7 et N°8 résument la ventilation des exploitations suivant les statuts répertoriés sur l'aire d'études.

Tableau IV-6 : Répartissent des statuts en superficie et pourcentage.

STATU	SURFACE			
	SAU	%	Nbre	%
MELK	196.09	84.30	370	95.17
EAC	25.45	10.94	9	3.47
PEP	10.63	4.56	2	0.10
EAI	0.27	0.12	1	0.05
COM	0.18	0.8	4	1.21
TOTAL	232.62	100.00	386	100.00

L'on voit la nette dominance du statut Melk avec 84.30 % en surface et 95.17 en nombre, suivent les EAC avec un pourcentage de 10.94 % appréciable en superficie par contre négligeable en nombre (0.47 %). de même pour les pépinières.

Tableau IV-7 : Nombre de parcelle par statut et par commune

Commune	COLLO		KERKRA		BENI-ZID		CHERAIA		TOTAL	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
EAC	9	6.04							9	0.5
EAI	1	0.67							1	0.1
COM	2	1.34	1	0.1	1	0.2			4	0.2
MELK	135	90.6	1195	99.9	578	99.8	2	100	1910	99.2
PEP	2	1.34							2	0.1
TOTAL	149	7.7	1196	62.1	579	30.1	2	0.1	1926	100

Tableau IV-8 : Superficie des parcelles par statut et par commune

Commune	COLLO		KERKRA		BENI-ZID		CHERAIA		TOTAL	
	SAU	%	SAU	%	SAU	%	SAU	%	SAU	%
EAC	131.05	44.36							131.05	10.94
EAI	1.40	0.47							1.40	0.12
COM	0.65	0.22	0.27	0.04	0.02	0.01			0.94	0.08
MELK	107.56	36.42	676.85	99.96	209.28	99.99	16.16	100	109.86	84.30
PEP	54.73	18.53							54.73	4.56
TOTAL	295.38	24.66	677.12	56.52	209.31	17.47	16.16	1.35	1197.97	100

IV-4-4-Ventilation des exploitations par types d'occupation du sol

La ventilation présentée sur les tableaux (N°7 et N°8) montre la dominance du maraichage avec 85.5 % de la superficie globale, suivi par les arbres fruitiers et la culture sous serre et en dernier par la jachère qui est surtout présente au sud du périmètre (commune de Kerkeria et Beni-Zid).

Tableau IV-9 : Répartition du nombre des exploitations par commune et par occupation

Occupation	COLLO		KERKRA		BENI-ZID		CHERAYA		TOTAL	
	Nbre	%Péri	Nbre	%Péri	Nbre	%Péri	Nbre	%Péri	Nbre	%Péri
C.M	142	7.4	1164	60.4	452	23.5	2	0.1	1760	91.4
C		0.0		0.0	7	0.4		0.0	7	0.4
F	1	0.1		0.0		0.0		0.0	1	0.1
A.F		0.0	18	0.9	26	1.3		0.0	44	2.3
F.P	1	0.1	1	0.1		0.0		0.0	2	0.1
CM+C	1	0.1		0.0		0.0		0.0	1	0.1
AF+C		0.0		0.0	1	0.1		0.0	1	0.1
AFCS		0.0	1	0.1		0.0		0.0	1	0.1
AF+S	2	0.1		0.0		0.0		0.0	2	0.1
C.S		0.0	1	0.1		0.0		0.0	1	0.1
JA		0.0	10	0.5	63	3.3		0.0	73	3.8
TOTAL	147	7.6	1195	62.0	549	28.5	2	0.1	1893	98.3
T.M		0.0		0.0	29	1.5		0.0	29	1.5
ST POMPAGE	1	0.1	1	0.1	1	0.1		0.0	3	0.2
CIMETIERE	1	0.1		0.0		0.0		0.0	1	0.1
Total	149	7.7	1196	62.1	579	30.1	2	0.1	1126	99.9

Tableau IV-10 : Répartition de la superficie des exploitations par commune et par occupation

Occupation	COLLO		KERKRA		BENI-ZID		CHERAYA		TOTAL	
	SAU	%Pér	SAU	%Pér	SAU	%Pér	Ha	%Pér	SAU	%Pér
C.M	216.5	11.2	652.0	33.9	138.9	7.2	16.16	0.8	1023.8	85.5
C		0.0		0.0	1.82	0.1		0.0	1.8	0.2
F	0.34	0.0		0.0		0.0		0.0	0.3	0.0
A.F		0.0	10.54	0.5	35.14	1.8		0.0	45.7	3.8
F.P	0.357	0.0	0.74	0.0		0.0		0.0	1.1	0.1
CM+C	22.71	1.2		0.0		0.0		0.0	22.7	1.9
AF+C		0.0		0.0	0.19	0.0		0.0	0.2	0.0
AFCS		0.0	0.91	0.0		0.0		0.0	0.9	0.1
AF+S	54.73	2.8		0.0		0.0		0.0	54.7	4.6
C.S		0.0	0.68	0.0		0.0		0.0	0.7	0.1
JA		0.0	11.91	0.6	9.25	0.5		0.0	21.2	1.8
TOTAL	294.7	15.3	676.8	35.1	185.3	9.6	16.16	0.8	1173.1	97.9
T.M		0.0		0.0	23.93	1.2		0.0	23.9	2.0
ST POMPAGE	0.25	0.0		0.0		0.0		0.0	0.5	0.0
CIMETIERE	0.398	0.0		0.0		0.0		0.0	0.4	0.0
Total	295.3	15.3	677.1	35.2	209.3	10.9	16.16	0.8	1197	100

IV-5- Occupation du sol pour le secteur 5 :

Le tableau suivant représente la distribution des cultures dans la zone d'étude.

Tableau IV-11 : La distribution des cultures dans la zone d'étude

Culture	Surface (ha)	(%)
Amandier	30.2	13.03
Vigne	33.6	14.50
Olivier	40.0	17.26
Agrumes	45.0	19.41
Tomate	15.7	6.77
Pomme de terre	42.0	18.12
Piment	08.0	3.45
Carotte	10.8	4.66
Laitue	06.5	2.80
TOTAL	231.8	100

Conclusion :

Le développement agricole de la zone d'étude par le biais de l'irrigation est une condition nécessaire du passage d'une agriculture traditionnelle et aléatoire à une agriculture moderne et sécurisée qui insufflera avec certitude un développement économique à toute la région.

- En se basant sur les aptitudes culturales des sols
- En se basant sur les facteurs et paramètre conditionnant la mise en valeur irriguée (les aptitudes culturales des sols, les conditions climatiques, le caractère socio-économique de l'aire d'étude).

CHAPITRE V

CHAPITRE V : MODES ET TECHNIQUES D'IRRIGATION

Introduction

La desserte adéquate en eau est essentielle pour la croissance ou le développement végétatif des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Il existe actuellement plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau des cultures. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales.

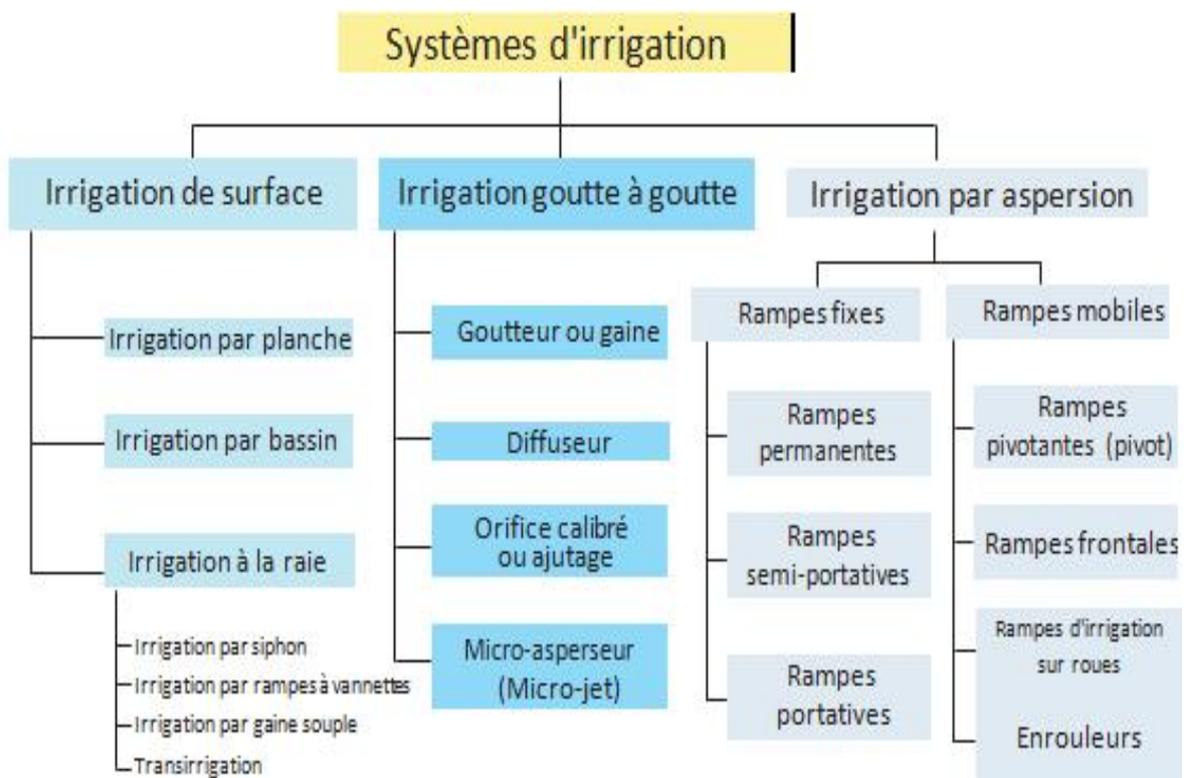


Figure V-1 : Différent systèmes d'irrigation [2].

V-1- Irrigation de surface

V-1-1- Les techniques d'irrigation de surface:

Dans ce cas, le ruissellement s'effectue entièrement à l'air libre, par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée par la topographie du terrain.

V-1-2- L'irrigation par déversement :

Le principe de cette technique consiste à créer une nappe mince sur des planches courtes et larges dans une forte pente.

Débordant de l'un des bords d'une rigole, en générale horizontale, l'eau se répand sur toute la surface de la planche en une mince couche qui s'infiltré, et dont l'éventuel excès atteint la rigole inférieure.

Pour éviter l'érosion des bords d'une rigole, on limite le débit : la distance entre les rigoles sera faible, et les planches seront courtes et larges, en forme de rectangles recevant l'eau par l'un des grands côtés.

La réalisation de cette technique d'irrigation permet trois variantes :

- Les rigoles de niveau : conviennent aux sols vallonnés, sur des pentes de 3 à 10%, et jusqu'à 30% en montagne, où elles sont la méthode courante d'arrosage des prairies ;
- Les razes : s'utilisent lorsque la pente est trop faible (inférieure à 3%) pour que fonctionnent les rigoles de niveau : les rigoles suivant alors la pente et l'eau est contrainte d'en sortir par une réduction progressive des dimensions de la raze.

Rigoles de niveau et razes sont employées simultanément et pour les mêmes cultures, généralement herbagères, selon la pente du terrain.

- Les plans inclinés et ados : sont créés lorsque la pente naturelle est trop faible pour que soit possible l'irrigation par déversement : on réalise alors les pentes artificielles de 4 à 5%, en planches plus larges que longues. Mais cet aménagement, qui, d'ailleurs, entrave la mécanisation des cultures, demande de tels travaux de terrassement qu'il ne s'adresse, le plus souvent, qu'à des surfaces retraits exploitées intensivement.

V-1-3- L'irrigation par planches:

Le principe de cette technique consiste à créer une nappe mince sur des planches longues et étroites dans une faible pente.

L'eau qui ruisselle et s'infiltré au cours de son parcours de la planche, arrive cette fois par l'un de ses petits côtés. Les planches sont donc longues et étroites.

Mais pour que l'eau puisse atteindre l'extrémité aval de chaque planche, le débit d'amenée doit être plus important que dans le cas du « déversement » décrit plus haut.

La pente est de l'ordre de 0,15 à 0,60% pour plantes sarclées, et dépasse 5% pour la luzerne et les autres cultures fourragères.

L'eau qui débouche sur la planche par une ou plusieurs vannes dans le canal d'amenée, et guidée le long de la planche par des bourrelets latéraux peu élevés et larges pour qu'ils n'opposent aucun obstacle au passage des machines, en période sèche. Un canal de colature recueille, au bas de la planche, les eaux en excès.

V-1-4- L'irrigation par submersion:

Le principe de cette technique consiste à créer une nappe épaisse en engorgeant temporairement toute la surface à pente nulle.

Lorsque la pente naturelle est nulle ou presque, le ruissellement devient impossible. Un débit supérieur à la perméabilité du sol devient nécessaire pour conduire l'eau à l'extrémité des parcelles. L'eau s'accumule alors en une nappe de quelques cm qui s'infiltré peu à peu.

Plusieurs variantes sont possibles :

- Les bassins : fermés par des levées sont particulièrement adaptés à la riziculture.
- Les cuvettes : reliées à des canaux conviennent aux arbres fruitiers.
- Les rigoles d'infiltration : que l'on remplit d'eau en vue d'une lente infiltration sont un système d'arrosage à rattacher à l'irrigation par infiltration ou à la raie.

Les principaux inconvénients de la submersion sont le tassement du sol en profondeur, la réduction de la perméabilité et l'asphyxie temporaire, pas toujours nuisibles, notamment en riziculture. Des procédés traditionnels, toujours employés dans les oasis, mais nécessitant beaucoup d'eau.

V-1-5- L'irrigation par sillons ou « à la raie »:

Cette technique consiste à couvrir partiellement le sol par l'eau qui, ensuite, s'infiltré latéralement et remonte par capillarité.

Au lieu de s'étendre sur toute la surface, l'eau quittant le canal d'amenée ruisselle puis s'infiltré dans les rigoles bordant les billons sur lesquels sont implantées les cultures.

S'infiltrant latéralement et remontant par capillarité, elle atteint les racines.

Il y a deux variantes selon la pente du terrain :

- Les raies en pente : peuvent se rattacher au ruissellement : l'eau doit, en principe, s'être totalement infiltrée en atteignant l'extrémité de la raie, et le débit est continu et faible. L'excès d'eau est recueilli dans un canal de colature.
- Les raies de niveau : au contraire se rattachent à la submersion. L'eau, amenée à fort débit, remplit assez vite les sillons, de pente presque nulle. Elle s'y maintient le temps nécessaire à son infiltration. [Irrigation Water Management]

Les avantages de l'irrigation à la raie expliquent son grand développement traditionnel en région méridionales, surtout pour les productions maraichères et arboricoles :

- Une partie seulement de la surface est affectée par le tassement et dégradation de structure dus à l'eau.
- Le feuillage des plantes basses, les melons par exemple, n'est mouillé, ce qui limite les maladies.
- Ce mode d'arrosage convient bien aux cultures nécessitant un buttage : pomme de terre, choux, poireau, haricot...
- Les frais d'aménagement sont réduits, du moins à partir du moment où tout un périmètre a été occupé.

Les inconvénients de ce système sont :

- Une partie de l'eau est perdue par lessivage sous les rigoles, surtout en sol léger.
- Dans les sols en pente, l'érosion est à craindre si le débit est mal réglé.
- Dans les sols à forte salinité, la remontée capillaire peut concentrer le sol dans les billons.

V-2- L'irrigation souterraine:

C'est une forme d'irrigation par infiltration, dans laquelle l'eau, amenée au contact des couches profondes du sol, remonte par capillarité.

Trois variantes peuvent se distinguer :

- L'irrigation par fossés profonds : concerne certains marais à vocation herbagère (marais poitevin) ou horticole. Le réseau de fossés et canaux, qui, l'hiver abaisse le plan d'eau, permet, par la fermeture de vannes, de maintenir celui-ci, à partir du printemps, suffisamment haut pour entretenir la fraîcheur, sans laquelle les sols tourbeux des marais seraient très secs.
- L'irrigation par rigoles à eaux pluviales : est à la fois un moyen de lutte contre l'érosion et un moyen d'irrigation. Ces rigoles, établies selon des courbes de niveau, retenant les eaux de pluie qui s'infiltrent au lieu de ruisseler.

• L'irrigation par drains poreux : fonctionne à l'inverse du drainage : l'eau mise sous une légère pression dans les drains, remonte par capillarité. Ce système se rapproche de l'irrigation localisée, donc c'est plutôt une technique d'irrigation sous pression.

V-3- Avantages et inconvénients d'irrigation gravitaire :

a) Avantages :

- techniques anciennes, bien connues ;
- coût d'investissement faible à la parcelle pour l'agriculteur ;
- pas d'apport énergétique extérieur ;
- alimentation des nappes phréatiques ;
- augmentation de la biodiversité ;

b) Inconvénients :

- temps de main d'œuvre pour la répartition et la surveillance important ;
- coûts importants en cas d'ouvrages d'art (aqueduc, galerie)
- "pertes" d'eau importantes dans les canaux selon la nature du sol : nécessité d'étanchéifier les lits des branches principales ;
- lieu de points de distribution fixe, parcellaire relativement figé ;
- nécessité un terrain plat ou un nivellement ;
- faible efficacité ;
- estimation du volume réellement consommé difficile ;
- pollution possible par déversement.

V-4- Irrigation par aspersion :

La technique d'irrigation par aspersion est conçue sur le modèle de la pluie naturelle. L'eau est refoulée sous pression dans un réseau de conduites, ensuite elle est diffusée par des asperseurs rotatifs sous la forme d'une pluie artificielle.



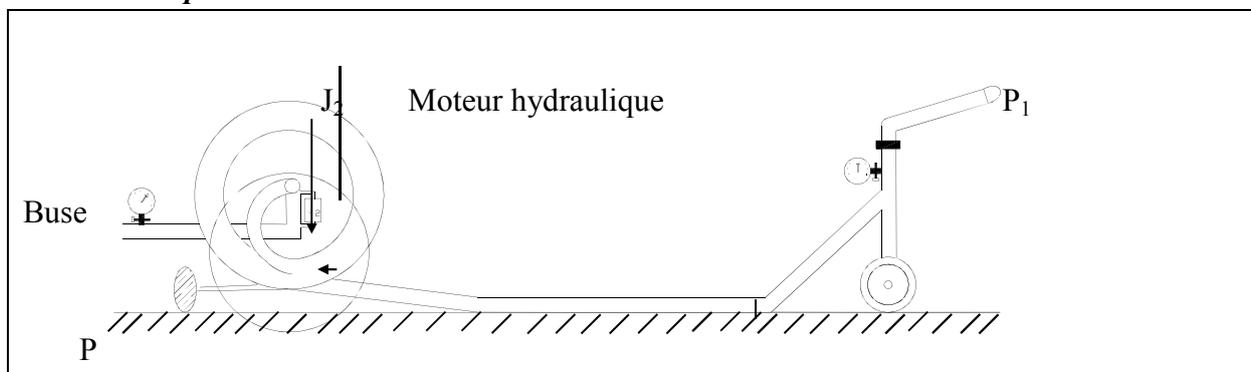
Figure V-2 : Irrigation par aspersion

V-5- L'enrouleur

Actuellement le matériel d'irrigation par aspiration le plus utilisé est l'enrouleur
L'enrouleur se compose :

- D'un aspirateur, canon d'arrosage le plus souvent monté sur un support à roues, parfois un traîneau.
- D'un flexible d'alimentation de l'aspirateur en polyéthylène de diamètre et longueur variable.
- D'une bobine d'enroulement du flexible fixe ou montée sur tonnelle
- D'un moteur hydraulique (piston ou turbine) assurant la rotation de la bobine d'enroulement.

Caractéristiques de l'enrouleur :



Pour obtenir un bon arrosage avec un enrouleur, il est nécessaire que le

Canon fonctionne à une pression suffisante (pression minimale au canon selon le débit).

- La pression nécessaire à l'entrée de l'enrouleur « P » doit être supérieure à la pression nécessaire au canon « P₁ » en raison de la perte de charge dans le flexible.
- La perte de charge dans un flexible de diamètre donné est d'autant plus élevée que :
 - Le débit est important (diamètre de la buse)
 - Le flexible est plus long
- Le débit admissible d'un enrouleur est d'autant plus élevé que :
 - La pression disponible à l'entrée de l'enrouleur « P » est plus grande
 - Le diamètre du flexible est plus important
 - Le flexible d'alimentation est plus court

Avantages et inconvénients de l'enrouleur

a) Avantage

- Investissements modérés (5000 à 6500 F.H.T) dans les régions à demande climatique moyenne.
- Souplesse d'utilisation (arrosage de culture différent).
- Contraintes de main d'œuvre acceptable si la durée du tour d'eau dépasse la semaine.

b) Inconvénients

- Pluviométrie horaire élevée : 9 à 11 mm/h avec canon classiques jusqu'à 20 mm/h avec canons basse pression.
- Difficulté de « maîtriser » avec précision la dose apportée sauf sur les appareils équipés d'une régulation électrique fiable
- Pression élevée nécessaire à l'entrée de l'enrouleur surtout sur les gros modèles

V-6- Le pivot (rampe pivotante)

Le pivot également appelé rampe pivotante est un appareil d'irrigation mobile, arrosant en rotation une surface circulaire ou semi-circulaire. Il est en général à poste fixe, mais il peut être conçu pour être déplacé d'un poste à l'autre.



Figure V-3 : Irrigation par pivot

L'irrigation par rampe d'arrosage (pivot ou rampe frontale) inventée aux USA vers la fin des années 40, a débuté en France au cours des années 60. Convenant bien à l'irrigation des grandes surfaces, le pivot s'est d'abord développé dans les zones plates des Landes, sur des parcelles de grande taille (jusqu'à 200 ha). Il se développe de plus en plus dans des zones où son utilisation semblait moins évidente, sur des parcelles plus petites et dont la pente peut atteindre localement 15 % grâce à des solutions déplaçables et avec possibilité d'épandages de fertilisants et pesticides. La longueur "idéale" d'un pivot (investissement, charges d'entretien, risques) se situe aux alentours de 450 m, soit une parcelle de 65 ha environ.

- L'intérêt essentiel de ce type de matériel est sa simplicité de mise en œuvre, ses possibilités de fonctionnement automatique et ses performances en termes d'uniformité d'apport d'eau.
- Le fonctionnement électrique du pivot offre une grande souplesse d'utilisation, et permet d'arroser des parcelles de forme non circulaire (figure 4.a).
- Le développement des techniques d'épandage par aspersion (fertilisants et produits phytosanitaires), relativement faciles à mettre en œuvre sur ces machines, contribuera à abaisser encore leur seuil de rentabilité.

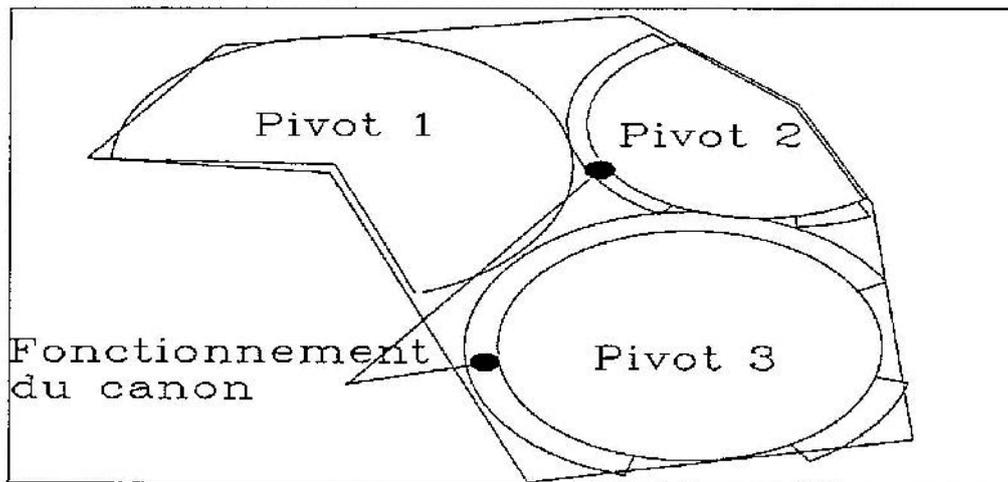


Figure V-4 : Disposition possible d'une couverture par pivot sur une parcelle de forme quelconque

Principe de l'irrigation par pivot

Le pivot est constitué par une canalisation de grande longueur, tournant autour d'un axe ou pivot par lequel se fait l'arrivée d'eau et d'électricité (figure 4.b).

La canalisation est portée, de proche en proche, par des tours équipées de roues, animées par des moteurs électriques. Les tours séparent l'appareil en travées rigidifiées par un système de triangulation et de tirants, la canalisation tenant lieu de poutre. [Agricultures&Territoires,Cuma centre]

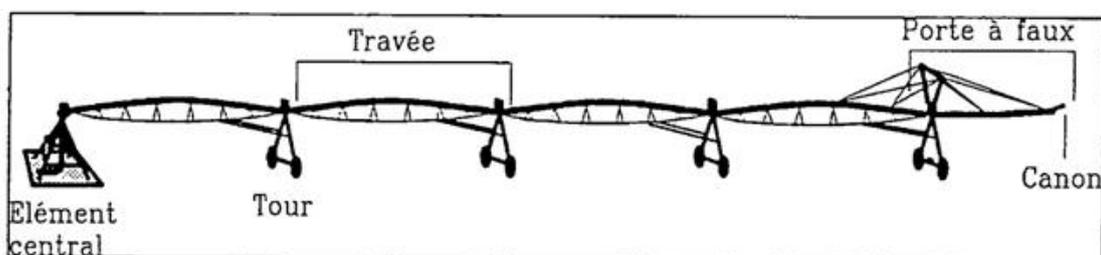


Figure V-5- : Schéma de principe d'un pivot

L'eau est distribuée par des asperseurs ou des buses disposés le long de la canalisation. Un canon d'extrémité, placé au bout du porte-à-faux complète souvent l'équipement.

Le mouvement de la rampe est discontinu, l'alignement de l'ensemble est commandé au niveau de chaque tour par des contacteurs, sensibles à l'angle formé par deux travées contiguës.

Le réglage de la vitesse d'avancement se fait par modification du temps de fonctionnement du moteur de la dernière tour, au cours d'un cycle d'une minute.

Descriptif technique

Caractéristiques générales

- L'élément central

C'est le point où se fait l'arrivée d'eau et d'électricité. L'élément central est généralement fixé sur une dalle en béton équipée d'ancrages scellés dans des plots dont le volume dépend du type de structure de la machine (figure 4.c).

La dalle doit permettre de résister au couple de retournement exercé par la rampe ; son volume minimum dépend du type de structure (cf. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n°35, 1980, "La mécanisation de l'irrigation par aspersion"). Chaque

Ancrage doit être capable de supporter la moitié du couple de renversement résultant. L'eau est amenée à la colonne montante, axe de rotation de l'ensemble. L'électricité est distribuée à la machine soit par un collecteur circulaire à balais pour les appareils effectuant une rotation complète, soit par un câble pour un fonctionnement en secteur.

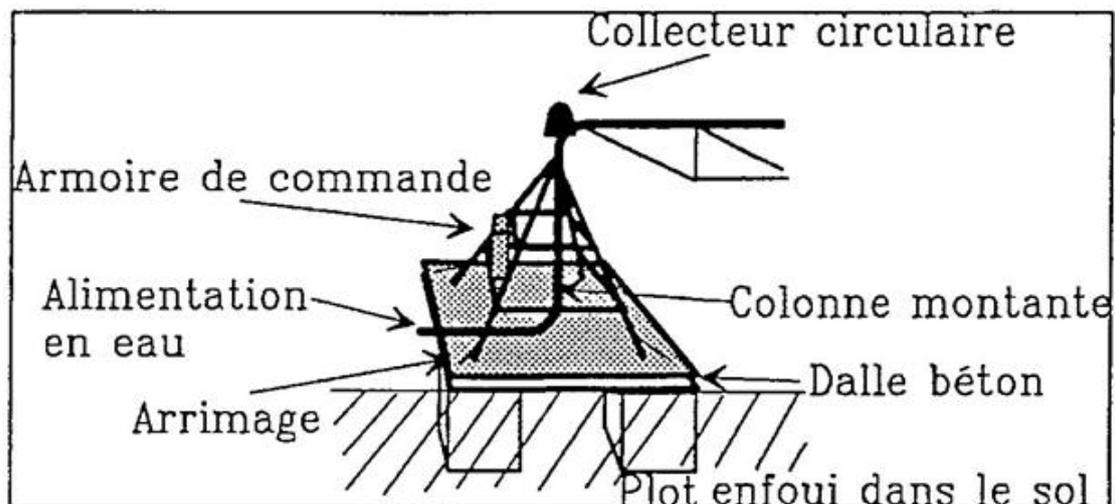


Figure V-6- : L'élément central (appelé aussi axe ou pivot)

L'utilisation d'un groupe hydraulique ou d'un groupe électrogène peut se révéler fort intéressante dans les situations où l'alimentation électrique est déficiente (fluctuations de tension) ou simplement difficile (éloignement des lignes). [2]

V-7- Irrigation au goutte à goutte :

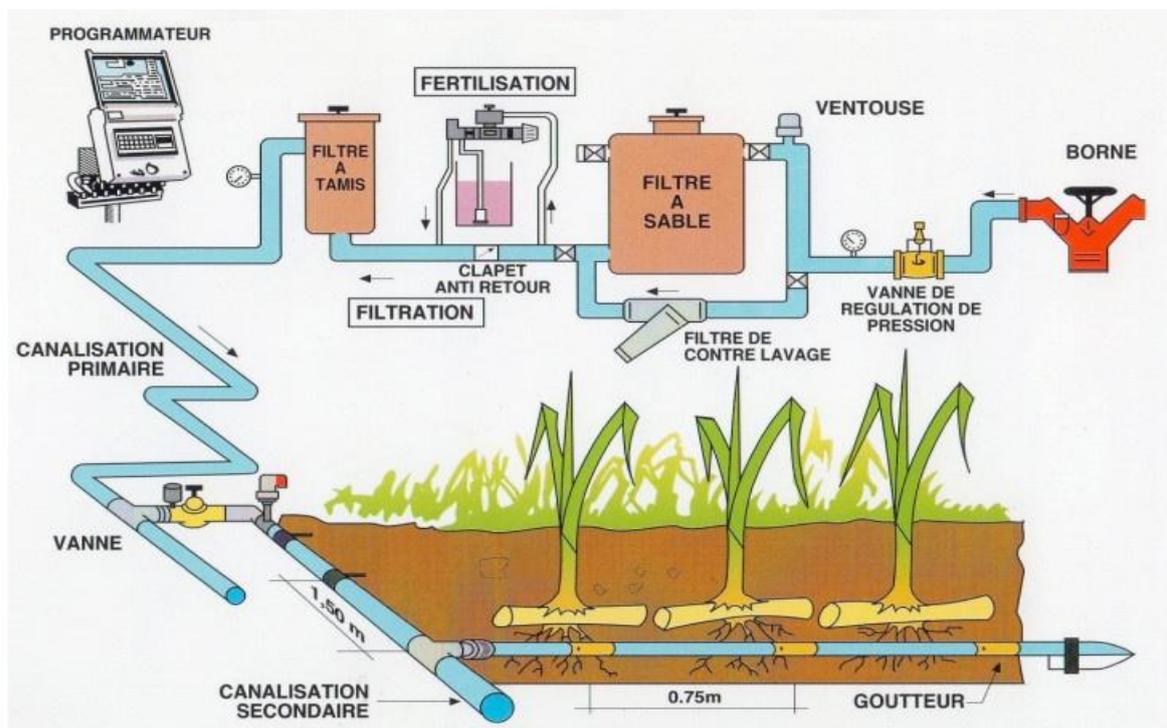
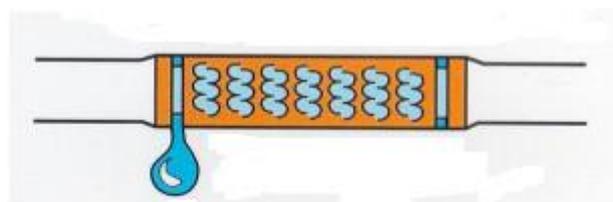


Figure V-7- Schéma d'une installation de goutte à goutte

Système «basse pression» (0,5 à 2 bars), par le biais des goutteurs, l'irrigation goutte à goutte consiste à apporter régulièrement et de façon localisée au niveau des racines, la juste quantité d'eau dont la plante a besoin. Les plus utilisés sont les goutteurs intégrés, les boutons et de moins en moins les goutteurs en ligne. Ces trois types de goutteurs sont des organes de distribution, dont la conception particulière permet de délivrer l'eau à faible débit, dans des conditions de régime turbulent. Ces différents goutteurs existent sous une forme autorégulant présentant l'avantage de délivrer un débit homogène, même quand la pression varie à l'intérieur d'une gamme. Sur la canne à sucre, il est impératif que les lignes de goutteurs soient totalement enterrées. Compte tenu de la densité de goutteurs, on utilise uniquement du modèle intégré.



Goutteur en ligne



Goutteur intégré

Avantages et inconvénients

1. Avantages

Aspersion intégrale	Goutte à goutte
Grande adaptabilité aux différentes conditions de terrain, (climat, sol, pente)	Efficiencce du réseau supérieure à 90%
Utilisation relativement simple et besoin en entretien restreint	Insensibilité au vent
Levée plus rapide à la plantation et à la reprise de végétation	Possibilité de mécanisation totale en cas de réseau enterré
Humidification de l'atmosphère ambiante qui limite les pertes en évaporation directe	Possibilité d'apporter et de fractionner les engrais et traitements directement par le réseau d'irrigation

2. inconvénients

Aspersion intégrale	Goutte à goutte
Efficiencce du réseau de l'ordre de 80%	Travail important et soigné de préparation du sol et de pose du matériel
Grande sensibilité au vent qui impose un recouvrement minimum de 75% des surfaces irriguées par poste	Traitement préventif contre l'intrusion des racines à l'intérieur des goutteurs
Création d'une atmosphère humide, propice au développement des maladies cryptogamiques (champignons) et des mauvaises herbes	Risque important de colmatage nécessitant un équipement performant de filtration, de régulation, ainsi qu'une soupape d'entrée et d'évacuation d'air en cas de réseau enterré
Sensibilité au feu (canalisation PE)	Nécessité d'une station de filtration
Risque de vol	Travail technique et régulier de vérification et d'entretien de la station de filtration et des lignes de goutteurs
Gène pour la mécanisation	Prise en compte limitée des pluies
	Gestion plus délicate des irrigations en cas de pénurie ou de coupures d'eau

V-8- Exploitation des réseaux d'irrigation :

Quelle que soit la technique d'irrigation utilisée, le but final est d'avoir une récolte de qualité supérieure et une productivité élevée. Pour cela la bonne conception du réseau, sa bonne exécution et la pratique judicieuse des irrigations sont de première importance. Les travaux d'entretien qui ont pour objet de garder l'infrastructure du réseau et les ouvrages en bon état de fonctionnement sont souvent négligés.

Ce fait a toujours amené la baisse du rendement (efficience) de distribution d'eau et a conduit à la réduction du profit qu'on peut tirer des techniques d'irrigation.

Les canaux, les ouvrages et les réseaux de distribution doivent faire l'objet d'un contrôle régulier. La réparation immédiate des ouvrages endommagés et le remplacement des équipements défectueux doivent être les premiers résultats de ce contrôle régulier L'entretien des canaux et des ouvrages est explicité dans les Volumes traitant ces composantes de l'infrastructure. L'entretien des réseaux d'irrigation de surface est traité plus loin dans les sections 2.5, 3.6, 4.4. Les travaux d'entretien des réseaux d'irrigation par aspersion et au goutte à goutte sont généralement décrits dans les manuels fournis par les fabricants de ce genre d'équipement.

V-9- Choix d'une méthode d'irrigation :

Pour que l'agriculteur puisse choisir la méthode d'irrigation la plus adaptée a son cas particulier, il faut qu'il soit capable d'évaluer les avantages et les désavantages de chaque méthode. Il doit être capable de sélectionner la technique d'irrigation qui s'adapte le mieux aux conditions locales.

Malheureusement, dans la plupart des cas, il n'y a pas une solution unique: chaque méthode a ses avantages et ses désavantages. Le choix rationnel est fait, après essai des méthodes possibles, dans les conditions locales d'exploitation. Ce chapitre traite des grandes lignes directrices et des critères essentiels intervenant dans le choix de la méthode d'irrigation convenable.

- **Irrigation de surface, aspersion ou au goutte à goutte :**

Le choix d'une méthode d'irrigation, i.e. de surface, par aspersion ou au goutte à goutte, est déterminé en fonction d'un certain nombre de facteurs, à savoir:

- Les conditions naturelles
- Les cultures
- La technologie
- La tradition des irrigations
- Les besoins en main-d'œuvre
- Les coûts et les bénéfices.

- a) **Les conditions naturelles :**

Les conditions naturelles telles que le type de sol, la pente du terrain, le climat, la qualité de l'eau et sa disponibilité, affectent d'une façon ou d'une autre le choix de la méthode d'irrigation.

b) Type de sol

Les sols sableux sont caractérisés par une faible capacité de rétention et un taux d'infiltration élevé. C'est pourquoi, en sols sableux, la dose d'arrosage est faible mais les arrosages sont moins espacés, surtout quand ces sols ne sont pas profonds. Dans ces conditions, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est plus appropriée que l'irrigation de surface. Avec du limon ou de l'argile les trois méthodes sont utilisables, mais l'irrigation de surface est la plus courante. Les sols argileux à faible taux d'infiltration offrent des conditions idéales à l'irrigation de surface.

Quand le sol est hétérogène à l'intérieur d'un périmètre d'irrigation, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte assure une meilleure uniformité de distribution que l'irrigation de surface.

c) La pente

L'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est préférable sur des terrains à forte pente ou à pente irrégulière. En effet, chacune des deux méthodes requiert peu ou pratiquement pas de travaux de nivellement. L'exception à cette règle est le cas des rizières aménagées en terrasses sur des terrains à fortes pentes.

d) Le climat

Les vents forts peuvent déformer les trajectoires des filets liquides en irrigation par aspersion. Dans des régions à vents forts dominants, l'irrigation à la goutte à goutte ou de surface est préférable. En irrigation d'appoint, les méthodes par aspersion et au goutte à goutte sont plus appropriées que l'irrigation de surface, puisqu'elles ont la flexibilité de s'adapter à la demande variable en eau au niveau de la ferme.

e) La disponibilité de l'eau

L'efficacité d'un réseau d'irrigation (voir Annexe 4, 8ème Etape) par aspersion ou au goutte à goutte est généralement supérieure à celle d'un réseau d'irrigation de surface; par conséquent ces deux méthodes sont préférables à l'irrigation de surface au cas où les ressources en eau sont limitées. Par ailleurs, il est bon de rappeler que l'efficacité d'irrigation dépend aussi bien des compétences de l'agriculteur que de la méthode utilisée.

f) La qualité de l'eau

Avec une eau chargée de sédiments, il est plus convenable d'utiliser la technique d'irrigation de surface que les autres techniques par aspersion ou au goutte à goutte.

En effet, les sédiments peuvent provoquer l'obstruction des asperseurs ou des goutteurs.

Dans le cas d'une eau saline, l'irrigation au goutte à goutte est particulièrement appropriée. En effet, comme l'eau est fournie aux pieds des plantations, la salinité du sol ne sera pas sérieusement affectée par l'irrigation à l'eau saline.

Les cultures pratiques :

L'irrigation de surface s'applique à toutes les cultures. Les méthodes d'irrigation par aspersion et au goutte à goutte, du fait des coûts d'investissement importants, sont principalement adoptées pour l'irrigation des cultures à haute valeur financière telles que les légumes et les arbres fruitiers. Elles sont rarement utilisées pour les cultures de base à faible valeur financière.

L'irrigation au goutte à goutte est très recommandée pour l'irrigation des plantations individuelles, les arbres et les cultures en lignes, telles que les légumes et la canne à sucre. Elle n'est pas utilisée pour l'irrigation des plantations denses telles que les rizières.

En conclusion,

L'irrigation de surface est de loin la méthode d'irrigation la plus connue. Elle est généralement utilisée quand les conditions naturelles sont favorables: pentes légères et régulières, sols ayant des taux d'infiltration moyens à faibles et des ressources en eau de surface ou souterraines en quantité suffisante. Dans des conditions peu favorables, à savoir pentes fortes et irrégulières, sols à taux d'infiltration élevés et des ressources en eau limitées, les méthodes d'irrigation par aspersion et à goutte à goutte pourraient être plus appropriées.

Le choix de l'irrigation par aspersion ou à goutte à goutte est lié à la disponibilité des pièces de rechange nécessaires à l'entretien des équipements.

Conclusion :

Le choix du système d'irrigation reste toujours un critère de la réussite de l'investissement, un système d'irrigation mal choisi peut entraîner des pertes économiques très graves. C'est pour ça qu'on doit le prendre en considération.

Le choix de l'irrigation localisée est très coûteux, mais leur utilisation fait économiser l'eau pour les régions où elle manque, et c'est encore un réseau qui persiste plusieurs années si on le maintient régulièrement.

Pour notre cas et pour un investissement de long terme, l'irrigation localisée demeure un bon, voire le meilleur, choix pour avoir une grande productivité et pour que l'investissement soit rentable.

CHAPITRE VI

CHAPITRE VI : BESOIN EN EAU

Introduction

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année, on prend soin d'indiquer le taux de surface couvert par chaque culture sur la base des enquêtes menées par les brigades concernées. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

VI-1- Rotation des cultures

La rotation est une technique agro écologique qui permet d'augmenter la production tout en enrichissant la terre. Elle permet aux insectes de la même semence de quitter le jardin ou le champ. Le cycle dans le jardin est d'une période de 3 mois. Il est important de noter que les racines des semences n'ont pas la même profondeur dans le sol. Cependant les racines profondes cassent et ameublissent le sol. Les lumineuses apportent assez d'azote au sol tandis que les semences à grandes feuilles constituent du fémur organique. Sans la rotation, la production baisse de 30%.

Une proposition de rotation:

*Parceller le périmètre en quatre parties de sorte à associer les cultures.

A la 2ème année ou production, faire la rotation

- **1^{ère} année / 1^{ère} production**

1ère partie= cultures légumes feuilles: choux, épinard, laitue, poireau

2ème partie=légumes fruits: Tomate, concombre, piment, gombo

3ème Partie=légumes racines/bulbe : carotte, oignon, ail, pomme de terre

4ème partie=légumes graines/légumineuses: haricot vert, poids de terre, arachide.

- **2^{ème} année**

1ère partie= légumes graines/légumineuses: haricot vert, poids de terre, arachide

2ème partie= cultures légumes feuilles: chou, épinard, laitue, poireau

3ème Partie= légumes fruits: Tomate, concombre, piment, gombo

4ème partie= légumes racines/bulbe : carotte, oignon, ail, pomme de terre

- **3^{ème} année**

1ère partie= légumes racines/bulbe : carotte, oignon, ail, pomme de terre

2ème partie= légumes graines/légumineuses: haricot vert, poids de terre, arachide

3ème Partie= cultures légumes feuilles: chou, épinard, laitue, poireau

4ème partie= légumes fruits: Tomate, concombre, piment, gombo

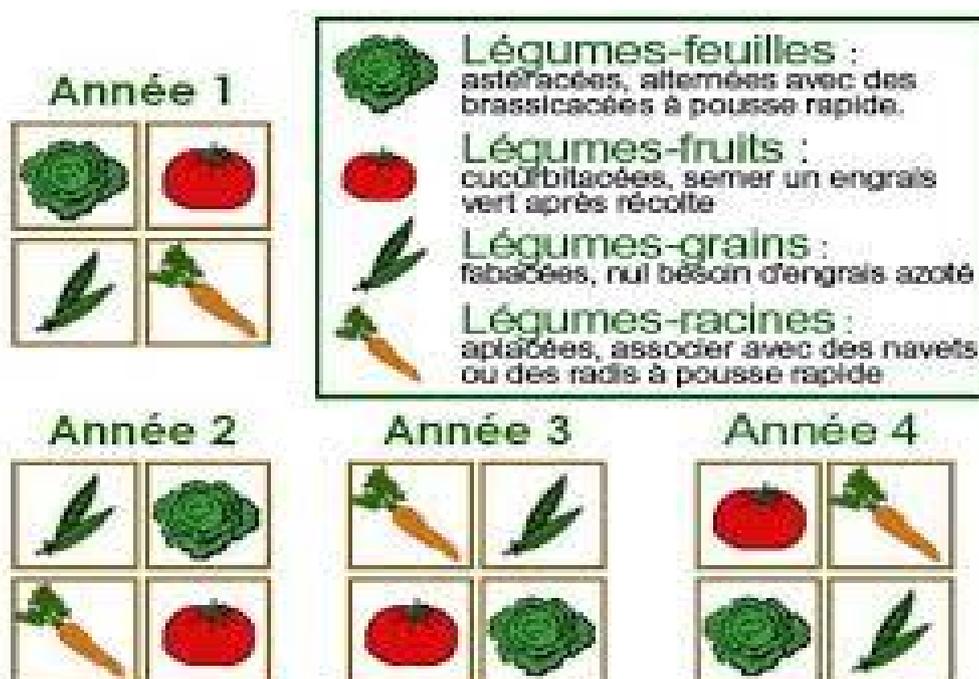
- **4^{ème} année**

1ère partie= légumes fruits: Tomate, concombre, piment, gombo

2ème partie= légumes racines/bulbe : carotte, oignon, ail, pomme de terre terre

3ème Partie= légumes graines/légumineuses: haricot vert, poids de terre, arachide

4ème partie= cultures légumes feuilles: chou, épinard, laitue, poireau. [3]



FigureVI-1 : Rotation des cultures.

VI-2- Assolement

L'assolement consiste à alterner les cultures de sorte à laisser une partie de la surface exploitée en repos. C'est le principe de la jachère en quelque sorte. Mais on peut diviser son espace en trois, quatre et plus de sorte à laisser au repos une des espaces.

VI-3- Calcul des besoins en eau

$$B = ETP - (Pe_{eff} + RFU)$$

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

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

RFU : réserve facilement utilisable.

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

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.

Pe_{eff} : pluie efficace.

VI-3-1- Détermination de l'évapotranspiration

a- Définition

Evapotranspiration maximale (ETM ou ETC)

c'est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture donnée, à un stade végétatif donné et dans des conditions climatiques données. Sa valeur est théoriquement inférieure ou égale à l'ETP, en fait il n'est pas rare de trouver pour certaines cultures des valeurs d'ETM supérieures à l'ETP. En fin nous posons : $ETM = K \cdot ETP$

Avec **K** coefficient cultural qui dépend de la culture et du stade végétatif

Evapotranspiration réelle (ETR)

C'est l'évapotranspiration d'un couvert végétal dans des conditions réelles données : l'alimentation de la plante peut être limitée par des contraintes d'ordre physique, chimique et biologique, et l'on a alors une réduction de la transpiration par rapport à la valeur maximale qu'elle pourrait atteindre en l'absence de contraintes.

Ainsi donc : $ETR \leq ETM$

b- Méthode d'évaluation de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi lesquelles :

- L'évapotranspiromètre (mesure directe).
- Les stations expérimentales.
- Méthode de bilan hydrique.
- Méthode de bilan thermique.
- Formules empiriques.

Il existe plusieurs formules empiriques parmi lesquelles :

- Formule de Blaney-Criddle.
- Formule de Turc.
- Formule d'Ivanov. (URSS).
- Formule de Penman.
- Formule de Messahel. [4]

Permis ces formule on site les suivants :

a) Formule de Blaney-Criddle (URSS)

Elle a été établie et a donné des résultats satisfaisants pour les régions arides et semi-arides, s'exprime par la formule suivante :

$$ETP=P \times K \times (0.457 T + 8.13)$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm/jour)

P : Pourcentage de la durée mensuelle de l'éclairement rapporté à la durée annuelle et ne dépend que de la latitude.

K : Coefficient variant en fonction de la culture et de la zone climatique

T : Température moyenne mensuelle en (°c)

b) Formule de turc (France1960) :

Si l'humidité relative de l'air est supérieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par l'expression :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15}$$

Avec :

T : Température moyenne de la période considéré, en (°c)

I_g : Radiation globale du mois considéré en (cal/cm²/jour), selon Turc, le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 pour le mois de février.

Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%, l'ETP est donnée par l'expression :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \times \left(1 + \frac{50 - H_r}{70} \right)$$

Avec :

T : Température moyenne de la période considéré en (°c)

H_r : L'humidité de l'air en %

I_g : Radiation globale en (cal/cm²/jour)

Tel que :

$$I_g = I_{gA} \times \left(0,80 + 0,62 \times \frac{h}{H} \right)$$

Avec :

I_{gA} : Radiation maximale théorique.

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

h : Durée d'insolation en (heure/mois).

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel : **CROPWAT** version **8.0**, qui permet au passage, de l'évaporation à l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de **Penman & Monteith** (ou penman modifiée).

c) Méthode de Penman & Monteith

Cette méthode est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Penman & Monteith modifiée qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montré que l'expression obtenue, est valable pour les régions humides et aussi dans les régions très chaudes et semi-arides ; la formule de Penman & Monteith modifiée se présentant comme suit :

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1 - W) \times F(u) \times (ea - ed)]$$

Où :

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.

R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/Jour

$F(u)$: Fonction liée au vent.

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibar

ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ($ea-ed$) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT 8.0** fondé sur la méthode de Penman & Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO**, tenue à **Rome** en **Mai 1990**.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique et la méthode adoptée, emploie les informations homogènes et faibles suivantes : (Chapitre1)

- **Température** : les températures moyennes sont données en Degré Celsius (°c).
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- **Insolation journalière** : donnée en heures d'insolation de (1 à 20 h).
- **Vitesse de vent** : la vitesse du vent en km/jour.

Le résultat de ce calcul de l'évapotranspiration par cette méthode est présenté dans le tableau ci-après.

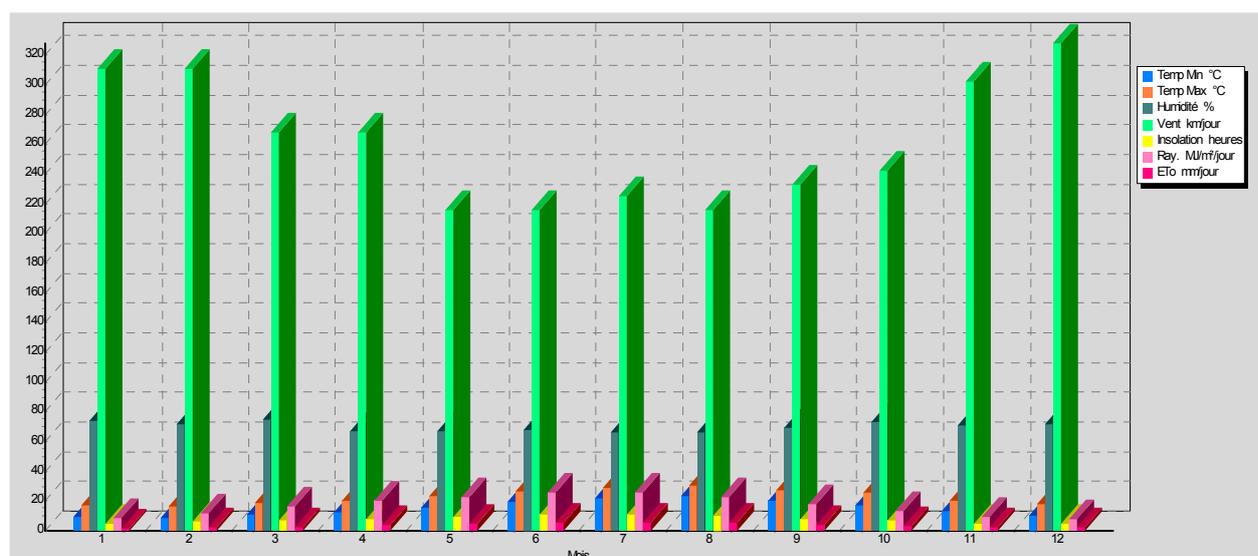
Tableau VI-1 : Calcul de l'Evapotranspiration en mm/jour Par la méthode de Penman&Motheith modifiée

ETo Penman-Monteith par mois - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\mon memoire cr...

Pays: Algérie Station: Aflassane (w.SKIKDA)

Altitude: 35 m. Latitude: 36.93 °N Longitude: 6.53 °E

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	9.0	16.8	74	311	4.7	8.4	1.84
Février	8.5	16.2	72	311	6.1	11.8	2.17
Mars	10.8	18.9	75	268	7.4	16.3	2.72
Avril	12.4	20.4	67	268	8.1	19.9	3.74
Mai	15.8	23.0	67	216	9.0	22.8	4.37
Juin	19.5	26.8	68	216	10.7	25.8	5.28
Juillet	22.0	28.8	66	225	11.1	26.0	5.75
Août	23.0	30.0	66	216	9.9	22.9	5.42
Septembre	20.4	27.5	69	233	8.1	18.0	4.24
Octobre	17.3	25.6	73	242	7.0	13.6	3.13
Novembre	13.0	20.6	71	302	5.0	9.1	2.40
Décembre	10.2	17.8	72	328	4.3	7.4	1.97
Moyenne	15.2	22.7	70	261	7.6	16.8	3.59



FigureVI-1 : Différentes caractéristiques de la zone d'étude.

VI-3-2- Calcul de la pluie efficace

Il existe quatre formules pour calculer la pluie efficace :

- **La première formule** propose un pourcentage fixe :

$$P_{eff} = A * P_{moy}$$

Dans laquelle A est une fraction donnée. En général, a est compris entre 0.7 et 0.9.

- **La deuxième formule** a été développée à partir de données provenant de zones arides et semi-arides

Pour : $P_{moy} < 70 \text{ mm/mois}$: $P_{eff} = 0.6 * P_{moy} - 10$

Pour $P_{moy} > 70 \text{ mm/mois}$: $P_{eff} = 0.8 * P_{moy} - 25$

- **La troisième formule** est une formule empirique développée localement. Les coefficients utilisés sont déterminés à partir d'une analyse des données climatiques locales:

Pour $P_{moy} < x \text{ mm/mois}$: $P_{eff} = A * P_{moy} + B$

Pour $P_{moy} > x \text{ mm/mois}$: $P_{eff} = C * P_{moy} + D$

- **La quatrième formule** a été mise au point par le département américain de l'agriculture (USDA) :

Pour $P_{moy} < 250 \text{ mm/mois}$: $P_{eff} = P_{moy} * (1 - 0.2 * P_{moy} / 125)$

Pour $P_{moy} > 250 \text{ mm/mois}$: $P_{eff} = 125 + 0.1 * P_{moy}$

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

On choisit la première méthode avec : $A = 0.8 \rightarrow P_{eff} = P_{p\%} \times 0.8$

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

Tableau VI-2 : Calcul de la pluie efficace mensuelle

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuel
P80%(mm)	29.47	42.48	94.09	117.96	82.38	76.50	57.97	42.18	21.88	5.35	1.25	3.43	574.95
Peff(mm)	23.58	33.98	75.27	94.37	65.90	61.20	46.38	33.74	17.50	4.28	1.00	2.74	459.96

VI-3-3- Calendrier d'occupation des sols :

Le calendrier ci-dessous représente la répartition d'occupation des sols relativement aux cycles culturels retenus pour le projet.

Tableau VI-3 : Le calendrier cultural

Mois Culture	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Amandier	←—————→											
Vigne	←—————→											
Olivier	←—————→											
Agrumes	←—————→											
Tomate	←————→											◆
Pomme de terre (AS)	←————→											
Pomme de terre					←————→							
Piment	←————→									◆	—————→	
Carotte	←————→											
Laitue	←————→											◆

VI-3-4- Besoins mensuel en eau d'irrigation des cultures

Les besoins net mensuel sont calculés après résumés dans les tableaux suivant

Tableau VI-4 : Amandier

	pluie _{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie _{eff} +RFU (mm)	B _{nette} (mm)	B _{brute} (mm)	B _{brute} (m ³ /ha)
SEP	23.58	127.20	0.65	82.68	80.16	103.74	23.46	29.32	293.2
OCT	33.98	97.03	0.4	38.81	63.05	97.03	0	0	0
NOV	75.27	72.00	0.4	28.8	0	72	0	0	0
DEC	94.37	61.07	0.4	24.43	0	61.07	0	0	0
JANV	65.90	57.04	0.4	22.82	0	57.04	0	0	0
FEV	61.20	60.76	0.4	24.3	0	60.76	0	0	0
MARS	46.38	84.32	0.4	33.73	37.94	84.32	0	0	0
AVR	33.74	112.20	0.65	72.93	78.46	112.2	0	0	0
MAI	17.50	135.47	0.65	88.06	91.46	108.96	26.51	33.14	331.4
JUI	4.28	158.40	0.9	142.56	38.83	43.11	115.29	144.11	1441.1
JUIL	1.00	178.25	0.9	160.43	57.27	58.27	119.98	149.98	1499.8
AOUT	2.74	168.02	0.9	151.22	42.74	45.48	122.54	153.17	1531.7

Tableau VI-5 : Vigne

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
SEP	23.58	127.20	0.65	82.68	56.28	79.86	47.34	59.18	591.8
OCT	33.98	97.03	0.5	48.52	51.05	85.03	12.00	15	150
NOV	75.27	72.00	0.35	25.2	0	72	0	0	0
DEC	94.37	61.07	0.2	12.21	0	61.07	0	0	0
JANV	65.90	57.04	0.2	11.41	0	57.04	0	0	0
FEV	61.20	60.76	0.25	15.19	0	60.76	0	0	0
MARS	46.38	84.32	0.3	25.3	37.94	84.32	0	0	0
AVR	33.74	112.20	0.5	56.1	78.46	112.2	0	0	0
MAI	17.50	135.47	0.7	94.83	99.27	116.77	18.70	23.38	233.8
JUI	4.28	158.40	0.8	126.72	116.92	121.2	37.20	46.5	465
JUIL	1.00	178.25	0.8	142.6	63.43	64.43	113.82	142.28	1422.8
AOUT	2.74	168.02	0.75	126.02	67.72	70.46	97.56	121.95	1219.5

Tableau VI-6 : Olivier

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
SEP	23.58	127.20	0.7	89.04	51.19	74.77	52.43	65.54	655.4
OCT	33.98	97.03	0.6	58.22	43.23	77.21	19.82	24.78	247.8
NOV	75.27	72.00	0.6	43.2	0	72	0	0	0
DEC	94.37	61.07	0.6	36.64	0	61.07	0	0	0
JANV	65.90	57.04	0.5	28.52	0	57.04	0	0	0
FEV	61.20	60.76	0.5	30.38	0	60.76	0	0	0
MARS	46.38	84.32	0.5	42.16	37.94	84.32	0	0	0
AVR	33.74	112.20	0.6	67.32	78.46	112.2	0	0	0
MAI	17.50	135.47	0.7	94.83	102.95	120.45	15.02	18.78	187.8
JUI	4.28	158.40	0.9	142.56	39.84	44.12	114.28	142.85	1428.5
JUIL	1.00	178.25	1.1	196.08	20.44	21.44	156.81	196.01	1960.1
AOUT	2.74	168.02	1.1	184.82	20.62	23.36	144.66	180.82	1808.2

Tableau VI-7 : Agrumes

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
SEP	23.58	127.20	0.68	86.5	53.23	76.81	50.39	62.99	629.9
OCT	33.98	97.03	0.67	65.01	37.75	71.73	25.30	31.63	316.3
NOV	75.27	72.00	0.66	47.52	0	72	0	0	0
DEC	94.37	61.07	0.65	39.7	0	61.07	0	0	0
JANV	65.90	57.04	0.64	36.51	0	57.04	0	0	0
FEV	61.20	60.76	0.66	40.1	0	60.76	0	0	0
MARS	46.38	84.32	0.68	57.34	37.94	84.32	0	0	0
AVR	33.74	112.20	0.7	78.54	78.46	112.2	0	0	0
MAI	17.50	135.47	0.71	96.18	117.97	135.47	0	0	0
JUI	4.28	158.40	0.72	114.05	133.78	138.06	20.34	25.42	254.2
JUIL	1.00	178.25	0.72	128.34	74.89	75.89	102.36	127.95	1279.5
AOUT	2.74	168.02	0.7	117.61	74.37	77.11	90.91	113.64	1136.4

Tableau VI-8 : Tomate

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
AOUT	2.74	168.02	0.5	84.01	46.20	48.94	112.07	140.09	1400.9
SEP	23.58	127.20	0.85	108.12	46.20	69.78	54.04	67.55	675.5
OCT	33.98	97.03	1.02	98.97	52.80	86.78	9.65	12.06	120.6
NOV	75.27	72.00	0.85	61.20	66.00	141.27	0	0	0
DEC	94.37	61.07	0.75	45.80	79.20	173.57	0	0	0

Tableau VI-9 : Pomme de terre (AS)

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
SEP	23.58	127.20	0.6	76.32	6.60	30.18	91.31	114.14	1141.4
OCT	33.98	97.03	1.25	121.29	16.50	50.48	43.81	54.76	547.6
NOV	75.27	72.00	1.38	99.36	19.80	95.07	0	0	0
DEC	94.37	61.07	1.25	76.34	23.10	117.47	0	0	0

Tableau VI-10 : Pomme de terre

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
FEV	23.58	127.20	0.6	76.32	6.60	30.18	91.31	114.14	1141.4
MARS	33.98	97.03	1.25	121.29	16.50	50.48	43.81	54.76	547.6
AVR	75.27	72.00	1.38	99.36	23.10	98.37	0	0	0
MAI	94.37	61.07	1.25	76.34	26.40	120.77	0	0	0

Tableau VI-11 : Piment

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
JUI	4.28	158.40	1.05	166.32	26.40	30.68	120.21	150.26	1502.6
JUIL	1.00	178.25	1.05	187.16	39.60	40.60	129.55	161.94	1619.4
AOUT	2.74	168.02	1.35	226.83	46.20	48.94	112.07	140.09	1400.9
SEP	23.58	127.20	1.45	184.44	52.80	76.38	47.83	59.79	597.9
OCT	33.98	97.03	1	97.03	59.40	93.38	3.43	4.29	42.9
NOV	75.27	72.00	0.85	61.20	66.00	141.27	0	0	0

Tableau VI-12 : Carotte

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
SEP	23.58	127.20	0.8	101.76	6.60	30.18	91.31	114.14	1141.4
OCT	33.98	97.03	1	97.03	13.20	47.18	46.92	58.65	586.5
NOV	75.27	72.00	1.1	79.20	16.50	91.77	0	0	0
DEC	94.37	61.07	0.75	45.80	19.80	114.17	0	0	0

Tableau VI-13 : Laitue

	pluie_{eff} (mm)	ET0 (mm)	Kc	ETM (mm)	RFU (mm)	Pluie_{eff}+RFU (mm)	B_{nette} (mm)	B_{brute} (mm)	B_{brute} (m³/ha)
AOUT	2.74	168.02	0.8	101.76	6.60	30.18	91.31	114.14	1141.4
SEP	23.58	127.20	1	97.03	13.20	47.18	46.92	58.65	586.5
OCT	33.98	97.03	0.9	64.80	16.50	91.77	0	0	0

VI-3-5- Besoins totaux nets en eau d'irrigation :

Les résultats de calcul des besoins en eau nets sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau VI-14 : Besoin en e eau d'irrigation des cultures du secteur N° 05

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Amandier	0	0	0	0	33.14	144.11	149.98	153.17	29.32	0	0	0
Vigne	0	0	0	0	23.38	46.5	142.28	121.95	59.18	15	0	0
Olivier	0	0	0	0	18.78	142.85	196.01	180.82	65.54	24.78	0	0
Agrume	0	0	0	0	0	25.42	127.95	113.64	62.99	31.63	0	0
Tomate	-	-	-	-	-	-	-	140.09	67.55	12.06	0	0
PdT(AS)	-	-	-	-	-	-	-	-	114.14	54.76	0	0
PdT	-	114.14	54.76	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Piment	-	-	-	-	-	150.26	161.94	140.09	59.79	4.29	0	-
Carotte	-	-	-	-	-	-	-	-	114.14	58.65	0	0
Laitue	-	-	-	-	-	-	-	114.14	58.65	0	-	-
Total(mm)	0	114.14	54.76	0	75.30	509.14	778.16	963.90	631.30	201.17	0	0
Totale(m³/ha)	0	1141.4	547.6	0	753	5091.4	7781.6	9639	6313	2011.7	0	0

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les besoins en eau des cultures, ce qui nous a permis d'atteindre deux objectifs principaux :

- D'abord l'estimation du débit spécifique de notre périmètre, et cela vu les principales spéculations agricoles et les contraintes agronomiques, ce qui a permis de calculer le débit spécifique en tenant compte la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures pour le mois de pointe. Pour l'élaboration des arrosages, il faudra suivre un planning quotidien des irrigations pour diminuer la demande en eau et satisfaire l'ensemble des besoins en eau des cultures.

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation nécessaires du périmètre. En définitif, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ $7\,753\,937.1\text{ m}^3$ d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de d'intensifier et de diversifier leurs cultures.

CHAPITRE VII

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU 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.

Le présent chapitre concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée (l'adduction et le réseau goutte à goutte), pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture de l'olivier.

VII-I- Partie adduction

VII-I-1- 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 :

$$Q_{\text{car}} = q_s \times S$$

D'où :

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

S : la superficie totales à irriguer = 233 ha.

Le mois de pointe est le mois d'Aout et les besoins de pointe sont de : 963.90 mm.

Le débit spécifique q_s est très important (le réseau soit surdimensionné)

$q_s = 5.15 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$, on choisira dans ce cas le débit spécifique de la culture la plus exigeante. La culture la plus exigeante c'est l'olivier en au mois d'Aout ($B_{\text{net}}=180.82\text{mm}$).

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

$$q_s = \frac{B_m \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot Nh \cdot nj \cdot 3600}$$

Avec : B_m : Besoins de pointe (mm/mois).

- q_s : Débit spécifique (l/s/ha).

- K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ($k=0,8$).

- Nh : nombre des heures d'irrigation = 20h.

- nj : nombre de jours du mois de pointe = 26jours.

Chapitre VII.....Dimensionnement du réseau d'irrigation

Dans notre région d'étude :

Le débit spécifique : $q_s = 0.966$ l/s/ha. Il est inférieur à 1.5 l/s/ha,

Donc le choix reste valable.

$$q_s = 0.966 \text{ l/s/ha}$$

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot (bornes) d'irrigation sont présentés dans le tableau VII-1.

Tableau VII-1 : Débit caractéristique de chaque îlot (bornes) d'irrigation

N° de l'îlot (bornes) d'irrigation	N° de la parcelle	la superficie de la parcelle	débit de la prise l/s	débit brute de la borne (l/s)
01	01A	11.2	10.82	20.00
	01B	9.5	9.18	
02	02A	5.7	5.51	9.18
	02B	3.8	3.67	
03	03A	11.2	10.82	21.16
	03B	10.7	10.34	
04	04A	6.9	6.67	11.31
	04B	4.8	4.64	
05	05A	13.6	13.14	23.86
	05B	11.1	10.72	
06	06A	10.9	10.53	14.78
	06B	4.4	4.25	
07	07A	13.3	12.85	25.60
	07B	13.2	12.75	
08	08A	9.8	9.47	17.87
	08B	8.7	8.40	
09	09A	9.1	8.79	15.17
	09B	6.6	6.38	
10	10A	11.4	11.01	21.25
	10B	10.6	10.24	
11	11A	10.3	9.95	19.32
	11B	9.7	9.37	
12	12	08	7.73	7.73
13	13	10.8	10.43	10.43
14	14	6.5	6.28	6.28
TOTAL		231.8	223.94	223.94

Chapitre VII.....Dimensionnement du réseau d'irrigation

Le débit de chaque borne est calculé par la formule suivante :

$$Q_b = q_s * S_{\text{ilot}}$$

Avec :

Q_b : le débit de chaque borne (m^3/s).

q_s : débit spécifique ($l/s/ha$).

S_{ilot} : superficie de l'ilot (ha).

VII-I-2 - Choix des types des bornes

Le choix de la borne dépend de la surface, généralement on admet :

- Pour les ilots (N parcelles = 4—8) et dont la surface < 15ha ;on prend la borne à quatre prises (borne de type A4).
- Pour les ilots (N parcelles = 2) et dont la surface < 15ha ;on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots (N parcelles = 2) et dont la surface > 15ha ;on prend la borne à deux prises (borne de type B).
- Pour les grands ilots (>50ha) on prévoit des bornes de type C.

Tableau VII-2: Choix du Type de la borne.

Type de la borne	Entrée	Sortie (prise)
A2	01 Entrée ϕ 80,100	02 Sortie ϕ 65
A4	02 Entrée ϕ 80,100	04 Sortie ϕ 65
B	02 Entrée ϕ 80, 100, 125,150	02 Sortie ϕ 100
C	02 Entrée ϕ 80, 100, 125,150	01 Sortie ϕ 150

VII-I-3- Choix des diamètres des bornes

Tableau VII-3 : Choix du diamètre de la borne

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	DN= 65 mm
$8 < Q < 20$ l/s	DN= 100mm
$20 < Q < 25$ l/s	DN= 150mm
$Q > 25$ l/s	DN= 200mm

VII-I-4 - Pression demandée aux bornes d'irrigation

L'expression ci-dessous, définit la pression affectée aux bornes d'irrigation pour un bon fonctionnement des appareils d'irrigation.

Chapitre VII.....Dimensionnement du réseau d'irrigation

$$P_B = P_a + r.$$

Dans la quelle :

P_B : Pression à la borne.

P_a : Pression pour le fonctionnement du gouteur.

r : Marge de sécurité = 1bar .

La pression disponible aux bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de **1,5 à 3,5 bars**, correspondant à une irrigation goutte à goutte à moyenne.

Tableau VII-4 : Débit caractéristique de chaque îlot (bornes) d'irrigation.

N° de l'îlot (bornes) d'irrigation	N° de la parcelle	débit de la prise l/s	Diamètre de la prise (mm)	débit brute de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)	Type de la borne
01	01A	10.82	100	20.00	100	B
	01B	9.18	100			
02	02A	5.51	65	9.18	100	A2
	02B	3.67	65			
03	03A	10.82	100	21.16	150	B
	03B	10.34	100			
04	04A	6.67	65	11.31	100	A2
	04B	4.64	65			
05	05A	13.14	100	23.86	150	B
	05B	10.72	100			
06	06A	10.53	100	14.78	100	B
	06B	4.25	65			
07	07A	12.85	100	25.60	200	B
	07B	12.75	100			
08	08A	9.47	100	17.87	100	B
	08B	8.40	100			
09	09A	8.79	100	15.17	100	B
	09B	6.38	65			
10	10A	11.01	100	21.25	150	B
	10B	10.24	100			
11	11A	9.95	100	19.32	100	B
	11B	9.37	100			
12	12	7.73	65	7.73	65	A
13	13	10.43	100	10.43	100	A
14	14	6.28	65	6.28	65	A

VII-I-5- Choix du type de tuyaux

Le choix est établi sur des critères d'ordre technique à savoir le diamètre, la pression de service, condition de pose et sur des critères d'ordre économique qui englobent le prix de la fourniture et le transport.

Dans notre étude nous avons choisi des conduites en acier, qui sont plus économique que celle en fonte, vu les avantages qu'elles présentent :

- Ils sont disponibles sur le marché.
- Peuvent supporter des pressions importantes (3 à 20 bars).
- Économique sur le transport.
- Leur continuité et leur souplesse permettent d'opérer la mise en force de fouille de tronçon de grande longueur préalablement assemblée au-dessous du sol dans les meilleures conditions d'exécution et de contrôle.
- Par leur élasticité s'adoptent aux reliefs plus au moins accidentés.

Dans notre étude, nous utiliserons les conduites en **PEHD**, et la **fonte** pour au niveau des traversées de l'Oued.

Tableau VII-5 : Les caractéristiques de la gamme de produits des tubes en PEHD

Diamètres (DN) (mm)	63- 75- 90-110-125-160-200-250-315-400-500-630
Longueur (m)	Couronne de 100 m pour DN 20 à 63 mm. Couronne de 50 pour DN 75- 90- 110mm. Barre droite de 12 m à partir du DN 125 mm
PN (bars)	PN 10 et PN 16
Branchements	Soudure a basse température ou raccords
durée de vie estimée (ans)	50

Source : GROUPE CHIALI

VII-I-6 - Calcul des diamètres des canalisations

Le diamètre de la conduite principal et du réseau de distribution sera calculé sur la base d'une vitesse idéale.

$$D_{cal} = \sqrt[4]{\frac{Q_{dim}}{\pi \cdot V_{ideal}}}$$

Où :

D_{cal} : Diamètre calculé (théorique) de tronçon considéré en (m) ;

Q_{dim} : Débit véhiculé par le tronçon considéré en (m³/s) ;

Chapitre VII.....Dimensionnement du réseau d'irrigation

V_{ideal} : Vitesse admissible idéale choisi en (m/s).

La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique et n'a pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation.

Le choix du diamètre de la conduite est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans la canalisation soit admissible et comprise entre la vitesse minimum et la vitesse maximum, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique : risque de coups de bélier violents lors des changements brusques du régime d'écoulement ou difficulté d'alimenter correctement les points à desservir.

Tableau VII-6 : Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres

Diamètre (mm)	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Vitesse minimum (m/s)	0.20	0.25	0.25	0.35	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50
Vitesse maximum (m/s)	1.80	1.85	1.95	2.00					

Nous choisissons une vitesse moyenne de **1.3m/s**, admissible pour tous les diamètres.

Après avoir déterminé le diamètre calculé on choisit un diamètre normalisé ou commercialisé (qui diffère généralement de celui calculé) : D_{nor} D_{cal} .

On calcul les vitesses obtenus par la normalisation des diamètres. Les résultats du calcul des diamètres de chaque tronçon sont présentés dans le tableau VII-VIII.

Chapitre VII.....Dimensionnement du réseau d'irrigation

Tableau VII-7 : Diamètres des canalisations et vitesses d'écoulement.

début	fin	longueur(m)	Débit(l/s)	Débit(m ³ /s)	D(mm)	D(mm)norm	vitesse(m/s)
B14	N14	86.05	20	0.020	140	160	0.995
B13	N14	427.24	9.18	0.009	95	110	0.948
N14	N13	225.07	29.18	0.029	169	160	1.443
B12	N13	162.85	21.16	0.021	144	160	1.045
N13	N11	247.92	50.34	0.050	222	250	1.019
B11	N12	231.99	11.31	0.011	105	110	1.158
B10	N12	589.59	23.86	0.024	153	160	1.194
N12	N11	273.98	35.17	0.035	186	200	1.115
N11	N09	620.72	85.51	0.086	289	315	1.104
B09	N10	205.81	14.78	0.015	120	125	1.223
B08	N10	243.46	25.6	0.026	158	160	1.294
N10	N09	137.64	40.38	0.040	199	200	1.274
N09	N07	482.4	125.89	0.126	351	400	1.003
B07	N08	148.21	17.87	0.018	132	125	1.468
B06	N08	766.99	15.17	0.015	122	160	0.746
N08	N07	198.53	33.04	0.033	180	200	1.051
N07	N06	135.29	158.93	0.159	395	400	1.266
B05	N06	683.58	21.25	0.021	144	160	1.045
N06	N04	309.73	180.18	0.180	420	400	1.433
B04	N05	118.94	19.32	0.019	138	160	0.945
B03	N05	714.68	7.73	0.008	87	110	0.842
N05	N04	82.62	27.05	0.027	163	160	1.344
N04	N02	283.06	207.23	0.207	451	500	1.055
B02	N03	67.61	10.43	0.010	101	110	1.053
B01	N03	486.4	6.28	0.006	78	90	0.944
N03	N02	123.2	16.71	0.017	128	125	1.386
N02	N01	321.33	223.94	0.224	468	500	1.141

VII-I-7 - Calcul de perte de charge dans les conduites

La loi de perte de charge employée et celle de **Calmon** et **Lechapt**, donnée par la formule suivante :

$$j = \frac{Q^M}{DN} L$$

Avec :

j : Perte de charge unitaire en (m/km).

Q : Débit de la conduite en (m³/s).

Chapitre VII.....Dimensionnement du réseau d'irrigation

D: Diamètre de la conduite en (m).

L, M et N: Constantes dépendantes de la rugosité absolue des canalisations.

Pour le PEHD $L = 0.916$; $M = 1,78$ et $N = 4.78$.

Généralement les pertes de charges singulières dans un réseau représentent environ 10% des pertes linéaires des conduites d'adduction, donc en prenant : $k=10\%$, la formule de calcul aura la forme suivante :

$$j_{total} = 1.1j = 1.0076 \frac{Q^{1.78}}{D^{4.78}}$$

$$H = j \times L$$

Où :

H: Perte de charge totale en m ;

j: Perte de charge unitaire en m/m ;

L: Longueur de la conduite.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci dessous :

Tableau VII-8 : Pertes de charge dans les canalisations.

Début	Fin	Longueur (m)	Débit(m ³ /s)	D(mm) Normalisé	Vitesse (m/s)	PDC(m/km) (sin+lin)	PDC total(m)
B14	N14	86.05	0.02	160	0.995	6.073	0.523
B13	N14	427.24	0.009	110	0.948	8.790	3.755
N14	N13	225.07	0.029	160	1.443	11.767	2.648
B12	N13	162.85	0.021	160	1.045	6.624	1.079
N13	N11	247.92	0.05	250	1.019	3.675	0.911
B11	N12	231.99	0.011	110	1.158	12.563	2.915
B10	N12	589.59	0.024	160	1.194	8.402	4.954
N12	N11	273.98	0.035	200	1.115	5.660	1.551
N11	N09	620.72	0.086	315	1.104	3.197	1.985
B09	N10	205.81	0.015	125	1.223	11.844	2.438
B08	N10	243.46	0.026	160	1.294	9.688	2.359
N10	N09	137.64	0.04	200	1.274	7.178	0.988
N09	N07	482.4	0.126	400	1.003	2.014	0.972
B07	N08	148.21	0.018	125	1.468	16.385	2.428
B06	N08	766.99	0.015	160	0.746	3.639	2.791
N08	N07	198.53	0.033	200	1.051	5.097	1.012
N07	N06	135.29	0.159	400	1.266	3.047	0.412
B05	N06	683.58	0.021	160	1.045	6.624	4.528
N06	N04	309.73	0.18	400	1.433	3.800	1.177
B04	N05	118.94	0.019	160	0.945	5.543	0.659
B03	N05	714.68	0.008	110	0.842	7.127	5.094
N05	N04	82.62	0.027	160	1.344	10.361	0.856
N04	N02	283.06	0.207	500	1.055	1.677	0.475
B02	N03	67.61	0.01	110	1.053	10.603	0.717
B01	N03	486.4	0.006	90	0.944	11.146	5.421
N03	N02	123.2	0.017	125	1.386	14.800	1.823
N02	N01	321.33	0.224	500	1.141	1.930	0.620
						total	61.384

VII-I-8 - Calcul de pression aux bornes et nœuds

La pression au point X est donnée par la relation (VII. 6) :

$$P = H - H - Z$$

H : La charge totale en m.

H : La somme des pertes de charge en amont de point X en m.

Z : L'altitude de point X en m.

Chapitre VII.....Dimensionnement du réseau d'irrigation

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII-9: La pression aux bornes et nœuds en (m.c.e).

Borne ou Nœud	Z(m)	Charge(m)	Pression(m)
N01	39.5	66.000	26.500
N02	36.2	65.380	28.560
N03	32.3	63.557	28.814
B01	28.6	58.136	21.672
B02	30.7	62.840	28.980
N04	31.8	64.905	32.010
N05	29	64.049	33.098
B03	21.9	58.955	30.010
B04	29	63.390	31.780
N06	31.7	63.728	29.756
B05	21.2	59.200	31.200
N07	30.8	63.316	29.832
N08	23	62.304	35.608
B06	20.2	59.513	32.826
B07	22.8	59.876	30.952
N09	32	62.344	26.688
N10	28.9	61.356	27.812
B08	23.6	58.997	28.394
B09	28.1	58.918	23.736
N11	30.6	60.359	24.118
N12	27.5	58.808	24.116
B10	21.8	53.854	19.908
B11	24	55.893	21.786
N13	31	59.448	21.896
B12	29.2	58.369	21.538
N14	27.5	56.800	20.100
B13	23.1	53.045	16.990
B14	27.4	56.277	19.154

VII-II- Partie goutte à goutte

VII-II-1- Caractéristiques techniques

Les paramètres de la micro irrigation

Ces arrosages obéissent à des lois, au point de vue, doses, fréquences durée, analogues à celles qui régissent les autres systèmes.

Chapitre VII.....Dimensionnement du réseau d'irrigation

La différence essentielle réside dans le fait qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une profondeur donnée h , mais seulement une fraction p de cette surface sur cette même profondeur h , étudions donc les divers paramètres qui vont permettre à l'agronomie de calculer son réseau, et en particulier de faire le choix du paramètre p .

Fraction p de sol à humidifier

Les diverses expériences conduites pour définir le choix du paramètre p sont encore très incomplètes.

En réalité l'optimum de p dépend de nombreuses variables dont la nature de la culture, la nature du sol arrosé, la pluviométrie de la région. On arrive aussi à un très large "fourchette" des valeurs admissibles ($0,20 < p < 1$).

Pour des cultures faiblement espacées, on peut être amené à humidifier la plus grande partie du sol ($0,80 < p < 100$) pour assurer de façon certaine l'alimentation de chaque plante.

1. L'espacement entre goutteurs a été évalué approvisionnement à 80% de la plus grande dimension horizontale du bulbe humide.

Des espacements plus petits n'ont aucune influence sur la valeur de p car, alors, on se rapproche d'une localisation linéaire.

2. Lorsque l'irrigation est en conduite à fréquence élevée c'est-à-dire avec des doses faibles et souvent répétées, le développement horizontal de la zone humidifiée est moindre que pour des doses plus importantes.

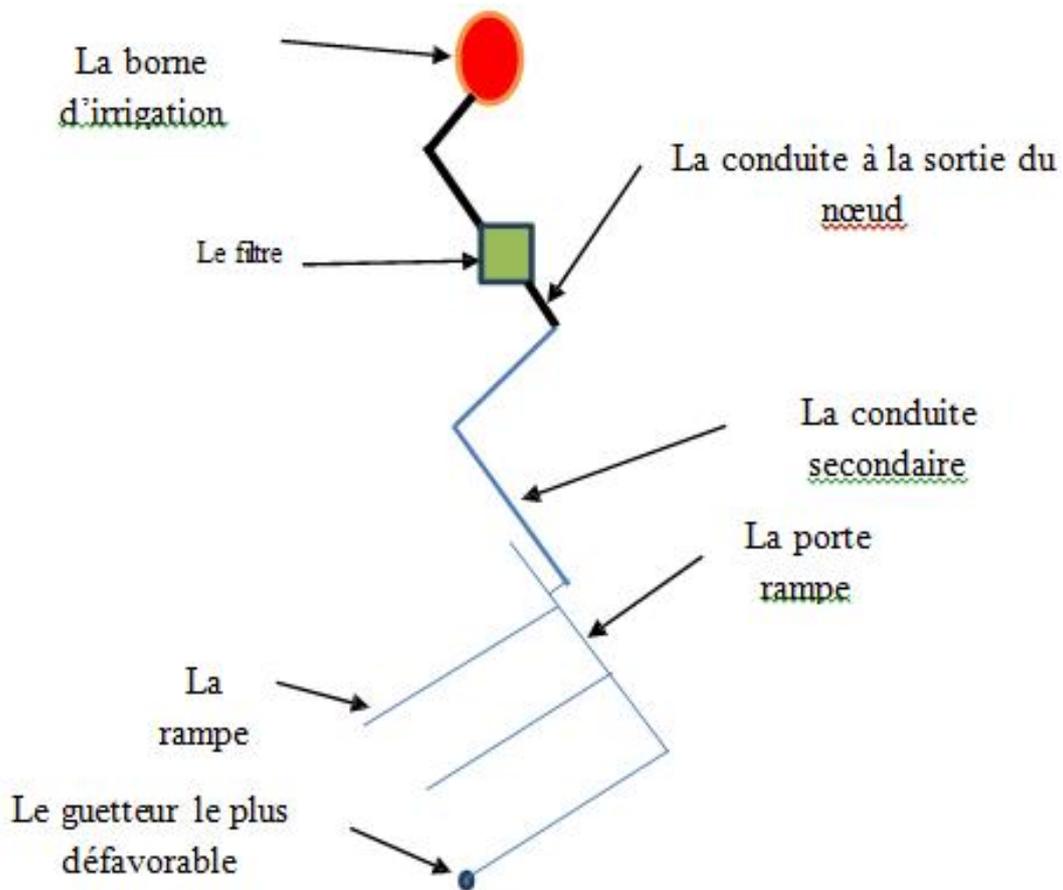
3. Dans le cas de rampes doubles, entrer avec l'écartement moyen entre rampes, c'est le cas des vergers avec une rampe de chaque côté des rangées d'arbres.

VII-II-2- Dimensionnement

Pour le dimensionnement par goutte à goutte en choisissant un îlot type situé en secteur sud de longueur $L = 924$ m.

Largeur $l = 237$ m.

$S = 21,9$ ha



FigureVII-1 : Schéma explicatif des rampes et porte rampe

D'après les calculs des besoins en eau à l'aide du logiciel Cropwat, on a défini le mois de pointe qui est le mois de juillet (voir les tableaux de cropwat)

Les besoins $b=196.01$ mm/mois

VII-II-2-1- Besoins journaliers

$$b = \frac{196.01}{31} = 6.32 \text{ mm / jour}$$

VII.3.2. La dose pratique :

$$D_p = (HCC - HPF) Y.Z.P\%$$

Tel que :

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

n : Nombre de points de distribution par arbre;

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre;

Sh : Largeur de la bande humidifiée;

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre;

Sa : Espacement des arbres sur les rangs.

P%: Pourcentage du sol humidifié.

$$\text{AN: } \frac{P}{100} = \frac{2.2.1}{4.4} \Rightarrow P_{\%} = 25\%$$

D'après la texture du sol, on a 50% Limons

30% Argile

20% Sable

On a les caractéristiques hydriques pour une telle texture sont:

HCC=0,26 HCC : humidité à la capacité au champ

HPF=0,13

$$Y = \frac{2}{3} \quad Y : \text{degré de tarissement admis}$$

Tel que :

Z=1400 mm Z : profondeur d'enracinement

$$\text{AN: } D_p = (0,26 - 0,13) \cdot \frac{2}{3} \cdot 1200 \cdot 0,25 = 28.6 \text{ mm}$$

Dp=26mm

VII.3.3. La dose réelle nette :

Dnette=90%Dp

$$= 0,90 \cdot 26 = 23.4$$

Dnette=23.4mm

VII.3.4. Fréquence des arrosages :

$$T = \frac{\text{La dose nette}}{\text{besoin en eau}} = \frac{23.4}{6.32} = 3 \text{ jours } 17 \text{ heures}$$

T=3 jours 17 heures

VII.3.5. La durée d'arrosage :

$$\text{La durée d'arrosage} = \frac{\text{dose brute} \times \text{El}}{q}$$

$$\text{La dose brute} = \frac{\text{dose nette}}{\eta \cdot \text{Cu}}$$

η : Rendement

Cu: Coefficient d'uniformité;

$$\text{AN: } D_{\text{brute}} = \frac{23.4}{0,9 \cdot 0,9} = 28.89 \text{ mm}$$

$$D_{\text{brute}} = 28.89 \text{ mm}$$

$$\text{La durée d'arrosage} = \frac{28.89}{8} = 3 \text{ h } 37 \text{ min}$$

$$\text{Irrigation journalière} = \frac{28.89}{13} = 2 \text{ h } 14 \text{ min .}$$

VII.3.6. Nombre de rampes :

$$\text{Nombre de rampe} = \frac{\text{Longueur}}{\text{écartement}} = \frac{237}{3} = 79$$

$$N_{\text{rampes}} = 79$$

Nombre de poste :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{222} = 9 \text{ postes}$$

Surface de la parcelle (poste) :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{219}{9} = 2.43 \text{ ha}$$

Surface de la rampe :

$$A_l = L_r \cdot S_r = 462 \cdot 3 = 1386 \text{ m}^2$$

Nombre de goutteurs par rampe :

$$N_g = \frac{\text{Longueur de la rampe}}{\text{Espace entre deux goutteurs}} = \frac{462}{2} = 231 \text{ goutteurs.}$$

VII.3.8. Caractéristiques des goutteurs :

Courbe caractéristiques d'un goutteur $q=K.H^x$

Les goutteurs que l'on trouve dans le commerce type (K,X)

- Pour les goutteurs en dérivation :

(AZUdrip UNE 69-076)

$$K=4,1$$

$$X=0,47$$

- Pour les goutteurs intégrés

$$K=4,11$$

$$X=0,46$$

VII-II-2-2- Calcul hydraulique

1. Conditions hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

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

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

q (g) : débit nominal du goutteur ;

H (n) : pression nominale.

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

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

La répartition de la perte de charge est :

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

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

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

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

2. Calcul de la rampe

a) Débit d'une rampe

$$Q_r = N_g * q_g = 200 * 1 = 231 \text{ l/h}$$

Avec : Q_R = Débit de la rampe en l / h ;

N_G = Nombre de goutteurs par rampe ;

Q_G = Débit d'un goutteur en l / h.

Le débit de la rampe varie donc selon le nombre de goutteurs sur la rampe, c'est à dire suivant le nombre d'arbres et la longueur de la rampe.

b) Le diamètre

Le diamètre est calculé d'après la formule N°01

On propose que les rampes en PEBD

$$\varnothing \text{ (cal)} = \left[\frac{\text{P.d.c (r)} \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4,75}} \quad (01)$$

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.

$$\varnothing \text{ (cal)} = \left[\frac{1,2 \times 2,75}{0,478 \times 231^{1,75} \times 462} \right]^{-\frac{1}{4,75}} = 17.99 = 20 \text{ mm}$$

c) La perte de charge

La perte de charge est déterminée après le choix du diamètre par la formule N°02

$$J_r = \frac{0,478}{2,75} \cdot D r^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L_r \quad (02)$$

Tel que :

J = Perte de charge en m ;

D = Diamètre en mm ;

Q = Le débit en l / h ;

L = Longueur en m.

$$J_r = \frac{0,478}{2,75} \cdot 20^{-4,75} \cdot 231^{1,75} \cdot 462 = 0.726 \text{ m}$$

3. Calcul du porte-rampe

a) Débit du porte-rampe

Le débit d'un porte- rampe est calculé par la relation

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R = 231 \cdot 79 = 18249 \text{ l/h}$$

Avec :

Q_{PR} = Débit du porte rampe en l / h ;

N_R = Nombre de rampes ;

Q_R = Débit d'une rampe en l / h.

b) Le diamètre

Le diamètre du porte rampe est calculé par la formule N°01

On propose que les porte-rampes en PEBD

$$\begin{aligned} \varnothing (\text{cal}) &= \left[\frac{\text{P.d.c (pr)} \times 2,75}{0,478 \times Q(\text{pr})^{1,75} L(\text{pr})} \right]^{-\frac{1}{4,75}} \\ &= \left[\frac{06\ 275}{0478\ 18249^{1,75}\ 237} \right]^{-\frac{1}{4,75}} = 90.49 = 90 \text{ mm} \end{aligned}$$

c) La perte de charge

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot 90^{-4,75} \cdot 18249^{1,75} \cdot 237 = 0.616 \text{ m}$$

- Les résultats de calcul des différents postes sont représentés dans le tableau VI.7

Tableau VII-10: Calcul théorique du réseau localisé

N°Poste	Rampes						Porte- rampes					
	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (mm)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)
Poste	17.99	20	462	231	1.57	0.726	90.49	90	237	18249	0.796	0.616

Pour le diamètre de la rampe, on choisit le 16mm en raison de commodité et disponibilité sur le marché.

4. La conduite Secondaire

❖ Le débit

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule :

$$Q_{cs} = Q_{pr} \cdot N_p = 18249 \cdot 2 = 36498 \text{ l/h}$$

Q_{pr} : débit de la porte rampe.

N_p : nombre des rampes.

❖ La longueur :

$$\text{ona : } L_{C.S} = 240 + 10 = 250 \text{ m}$$

❖ Le diamètre :

Le diamètre de la conduite secondaire est calculé d'après :

On suppose $V = 1,5 \text{ m/s}$

$$Q = V \cdot S$$

$$S = Q/V$$

$$Q = (36498 / (1000 \cdot 3600)) = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = 0,01 / 1,5 = 0,00675 \text{ m}^2$$

$$\text{On a } S = D^2/4 \Rightarrow D = \sqrt{4S/\pi} = 92,77 \text{ mm}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 90 mm.

Vérification de la vitesse avec $D = 90 \text{ mm}$:

$$V = Q / S = 1,57 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$$

Donc : le diamètre de la conduite principale est de 90 mm.

❖ La perte de charge

Elle est donnée par toujours la formule :

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 90^{-4,75} \cdot 36498^{1,75} \cdot 250 = 2,185 \text{ m.}$$

5. La conduite principale

❖ Le débit

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule

$$Q_{c.p} = N_p \cdot Q_{cs} = 9 \cdot 36498 = 328482 \text{ l/h}$$

N_p : nombre de poste

Q_{cs} = Débit de la conduite secondaire en l / h

❖ La longueur :

$$\text{ona : } L_{C.P} = 300 + 70 = 370 \text{ m}$$

❖ Le diamètre :

Le diamètre de la conduite principale est calculé D'après :

On suppose $V = 1,5 \text{ m/s}$

$$Q = V \cdot S \Rightarrow S = Q/V = 328482 \text{ l/h} = 0,091 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = Q/V = 0,091 / 1,5 = 0,06 \text{ m}^2$$

$$\text{On a } S = D^2/4 \Rightarrow D = \sqrt{4S/\pi} = 278,3 \text{ mm}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 315 mm.

Vérification de la vitesse avec $D = 315 \text{ mm}$:

$$V = Q / S = 1,17 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$$

Donc : le diamètre de la conduite principale est de 315 mm.

❖ La perte de charge

Elle est donnée par toujours la formule :

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 315^{-475} \cdot 328482^{175} \cdot 370 = 0.394m.$$

❖ La pression en tête de l'installation

Elle est calculée à partir du point le plus défavorable

$$P = P_G + J(R) + J_{AB}(PR) + J_{tot}$$

Avec :

P = Pression entête de l'installation en m ;

P_G = Pression d'un goutteur = 1 bar ;

$J(R)$ = perte de charge dans la rampe en m ;

$J_{AB}(PR)$ = Perte de charge dans le porte- rampe ;

J_{tot} = Perte de charge totale ; $J_{tot} = (1.1 \div 1.15) * J_{lin}$.

J_{lin} = Perte de charge linéaire en m

La pression aux extrémité du réseau

L'extrémité	J(R)(m)	J(PR)(m)	J tot(m)	P(m)
01	0.726	0,616	2.837	14.179

Conclusion

Il est claire que l'irrigation goutte à goutte offre une meilleure économie d'eau par rapport à l'aspersion. De plus l'installation est moins contraignante et ne nécessite pas une pression importante.

Le choix du diamètre des conduites de distribution dépend de la vitesse admissible, est revenu à ce que les pertes de charges dans le tronçon de desserte doivent avoir une valeur qui permet d'assurer une pression suffisante pour le bon fonctionnement des équipements d'irrigation.

Avec l'irrigation localisée, non seulement nous avons une efficience de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures très élevés.

CHAPITRE VIII

CHAPITRE VIII : ORGANISATION DE CHANTIER

Introduction

Le but de l'organisation de chantier est à cet effet, de réaliser des projets dans des délais courts et de moindres coûts.

L'organisation de chantier consiste à rechercher constamment, la meilleure façon d'utiliser de façon économique la main d'œuvre et les autres moyens mis en œuvre pour gérer le chantier.

Afin d'atteindre cet objectif, il est impératif de :

Définir avec précision les méthodes d'exécution, le mode opératoire permettant la mise en pratique des techniques modernes de construction avec un haut rendement ;

Arrêter en quantité et en qualité le personnel à employer, le coût de la main d'œuvre ayant une incidence importante sur le prix de revient;

Répartir et coordonner les tâches par la concentration d'une main d'œuvre spécialisée;

Structurer convenablement les postes de travail stabilisés pour les quels, on adoptera une mécanisation de plus en plus poussée.

VIII-1- Les actions reçues par les conduites

La Pose des conduites demeure un facteur très important pour une protection des conduites celles-ci peuvent être posées de différentes manières selon le lieu et les obstacles rencontrés si ils existent

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- Le tassement du terrain
- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres
- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique
- Le poids propre de l'eau véhiculée

VIII-2- Exécution des travaux

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Emplacement des jalons les piquets
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Remblai des tranchées

VIII-3- Vérification et manutention des canalisations

Les produits préfabriqués font l'objet de vérification sur chantier portant sur :

- Les quantités
- L'aspect et le contrôle de l'intégrité
- Le marquage en cas de défaut

Précautions : Les conduites sont posées sans brutalité sur le sol où dans le fond des tranchées et ne doivent pas être roulées sur des pierres ou sur le sol rocheux, mais sur des chemins de roulement.

a)-Largeur du fond de la tranchée

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

$$B = d + 2 \times (0.5 \div 1.2)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

b)-Profondeur de la tranchée

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

La profondeur de la tranchée est :

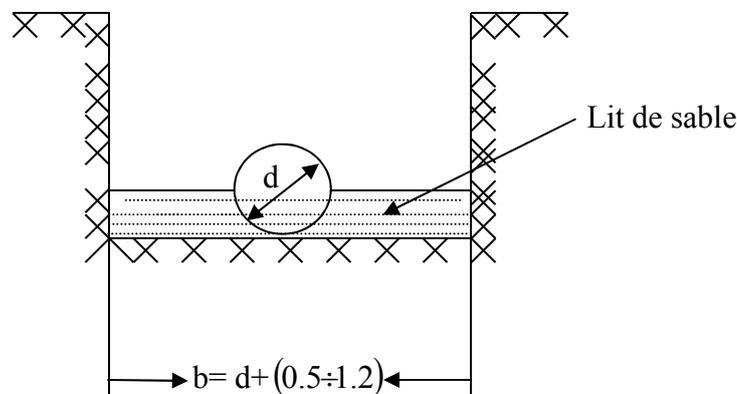


Figure VIII-1 : Schéma d'une tranchée

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

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

L'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- ✓ Profondeur de la tranchée H_{tr}
- ✓ Largeur de la tranchée b
- ✓ Distance de la mise de la cavalière.

c)-Choix des engins de terrassement

Pour l'excavation des tranchées de notre réseau, on optera pour la pelle rétro.

Les aptitudes de la pelle rétro sont :

- creuser au-dessous de la surface d'appui
- creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical
- creuser à une profondeur importante
- creuser dans la direction de la machine



Figure VIII-2 : Pelle équipée en rétro

VIII-3-1- Aménagement du lit de pose

Les conduites doivent être posées sur un lit de pose de 0,1 m d'épaisseur qui se compose généralement de sable bien nivelé suivant les côtes du profil en long.

Mais si les terrains sont peu consistants, le fond des tranchées sera consolidé. Chaque tuyau repose sur deux briques placées sur ce fond, le vide doit être rempli de sable.

VIII-3-2- La mise en place des canalisations

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont ;
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé ;
- Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées ;
- Le calage soit définitif par remblai partiel, soit provisoire à l'aide des cales ;
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers

VIII-3-3- Remblai des tranchées

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, on procède au remblaiement par la méthode suivante :

- L'enrobage de (10 : 15 cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite,
- Le matériau utilisé est constitué par des déblais expurgés des pierres grossières ;
- A l'aide des engins on continue à remblayer par des couches successives. Pour cette étape on utilise la terre des déblais ;

Pour que les conduites résistent aux forces extérieures dues à des charges fixes et mobiles et au remblai il faut choisir des matériaux qui garantissent la résistance à ce dernier.

VIII-4- Nettoyage des conduites

dans les canalisations il se forme généralement des dépôts organiques et limoneux pour palier à ceci on utilise un procédé mécanique ou un procédé chimique à base d'acide passive.

VIII-5- Surveillance et entretien du réseau

Détection des fuites d'eau

les principales causes de fuites et qui doivent donc être évitées lors de la mise en place du réseau sont les suivantes

- 1- conduites placées où il y a risque de gel
- 2- terrain agressif ou instable
- 3- caractéristiques de la conduite non adaptées à la pression de distribution
- 4- protection insuffisante par rapport au trafic de surface
- 5- mauvaise qualité du matériau
- 6- appui de la conduite sur un point dur
- 7- affaissement de terrain. [5]

VIII-6- Calcul du volume de terrassement

VIII-6-1- Pour le canal principal (adduction)

VIII-6-1- Calcul du volume de déblai

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$V = S * L$$

$$S = B * H$$

$$B = d + (0.5 \div 1.2)$$

$$\text{Donc : } B = 0.5 \times 2 + d$$

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

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau VIII-1-

Tableau VIII-1 : calcul du volume de déblai

Tronçon	Longeur (m)	φ (mm)	b Tranch(m)	V deblai(m ³)
N01-N02	321.2	500	1.00	465.740
N02-N04	283	500	1.00	410.350
N04-N06	309.8	400	0.90	376.407
N06-N07	151	400	0.90	183.465
N07-N09	453.8	400	0.90	551.367
N09-N11	620.8	315	0.82	462.946
N11-N13	248	250	0.75	158.100
N13-N14	225	160	0.66	112.860
Total	2612.6			2721.235

Donc le volume total de déblai : **Vd=2721.235 m³**

VIII-6-2- 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 tranché, on calcul cette surface en utilisant la formule suivante

$$V = e * b * L$$

Tableau VIII-2 : calcul du volume de sable

Tronçon	Longeur (m)	φ (mm)	Larg Tranch	V sable(m ³)
N01-N02	321.2	500	1.00	48.180
N02-N04	283	500	1.00	42.450
N04-N06	309.8	400	0.90	41.823
N06-N07	151	400	0.90	20.385
N07-N09	453.8	400	0.90	61.263
N09-N11	620.8	315	0.82	50.595
N11-N13	248	250	0.75	18.600
N13-N14	225	160	0.66	14.850
Total	2612.6			298.146

Donc le volume total du lit de sable : **Vs=298.146 m³**

VIII-6-3- Calcule du volume de remblai

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

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

V_r : Volume du remblai compacté (m³) ;

V_d : Volume du déblai (m³) ;

V_s : Volume du sable

$$V : \text{Volume occuper par la conduite (m}^3\text{)} ; V = \frac{L * \pi * D^2}{4}$$

L : Longueur de la conduite

Chapitre VIII.....Organisation de chantier

D : Diamètre de la conduite.

Les volumes des travaux pour la conduite sont tablés dans le tableau VIII-3-.

Tableau VIII-3 : calcul du volume de remblai

Tronçon	Longueur (m)	φ (mm)	V remblai (m3)
N01-N02	321.2	500	354.525
N02-N04	283	500	312.361
N04-N06	309.8	400	295.673
N06-N07	151	400	144.114
N07-N09	453.8	400	433.107
N09-N11	620.8	315	363.996
N11-N13	248	250	127.333
N13-N14	225	160	93.488
Total	2612.6		2124.597

Donc le volume total du remblai : $V_r = 2124.597 \text{ m}^3$

VIII-7- Devis estimatif pour l'adduction

VIII-7-1- Devis estimatif des conduites

Tableau VIII.4. Devis estimatif des conduites

Conduites	Unité de	Quantit	Prix unitaire (DA)	Montant
TubeØ160 PEHD	m/l	225	1361.17	306263.25
TubeØ250 PEHD	m/l	248	3519.72	872890.56
TubeØ315 PEHD	m/l	620.8	4508.21	2798696.77
TubeØ400 PEHD	m/l	914.6	6007.06	5494057.08
TubeØ500 FONTE	m/l	604.2	8117.61	4904659.96
Total				14376567.6

VIII-7-2- Devis estimatif des volumes des travaux

Tableau VIII-5- Volumes et coût des travaux total :

N°	Désignation de travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
1	Déblai	m ³	2721.235	300	816370.5
2	Lit de sable (sable)	m ³	298.146	800	238516.8
3	Remblai compacté	m ³	2124.597	200	424919.4
					1479806.7

VIII-8- Devis estimatif pour les accessoires

On prend le prix des accessoires (les vannes, les raccords unions, bouchons rampe, goutteurs, réduction) = 0.15 du prix total de réseau d'irrigation

$$\begin{aligned} &= 0.15 * (14376567.6 + 1479806.7) \\ &= 2378456.145 \text{ DA} \end{aligned}$$

VIII-9- Devis estimatif de notre projet

$$\begin{aligned} D_T &= D_{\text{adduction}} + D_{\text{volume travaux}} + D_{\text{accessoire}} \\ &= 14376567.6 + 1479806.7 + 2378456.145 = 18234830.45 \text{ DA} \end{aligned}$$

$$D_T = 18\ 234\ 830.45 \text{ DA}$$

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons déterminé le coût de la projection des réseaux qui est acceptable pour faire notre projet en comparant avec la grande surface du périmètre.

CONCLUSION GENERALE

A la fin de ce modeste travail, on a pu dimensionner un réseau d'irrigation pour l'alimentation du périmètre de Collo secteur N°05 qui se situe à la wilaya de Skikda, dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique dans tout le périmètre.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat humide, les caractéristiques physiques, pédologiques et les conditions socio- économiques que présentent l'aire du secteur N°05, sont favorables à la mise en irrigation du périmètre.

La topographie est majoritairement plane hormis la présence de quelques montagnes.

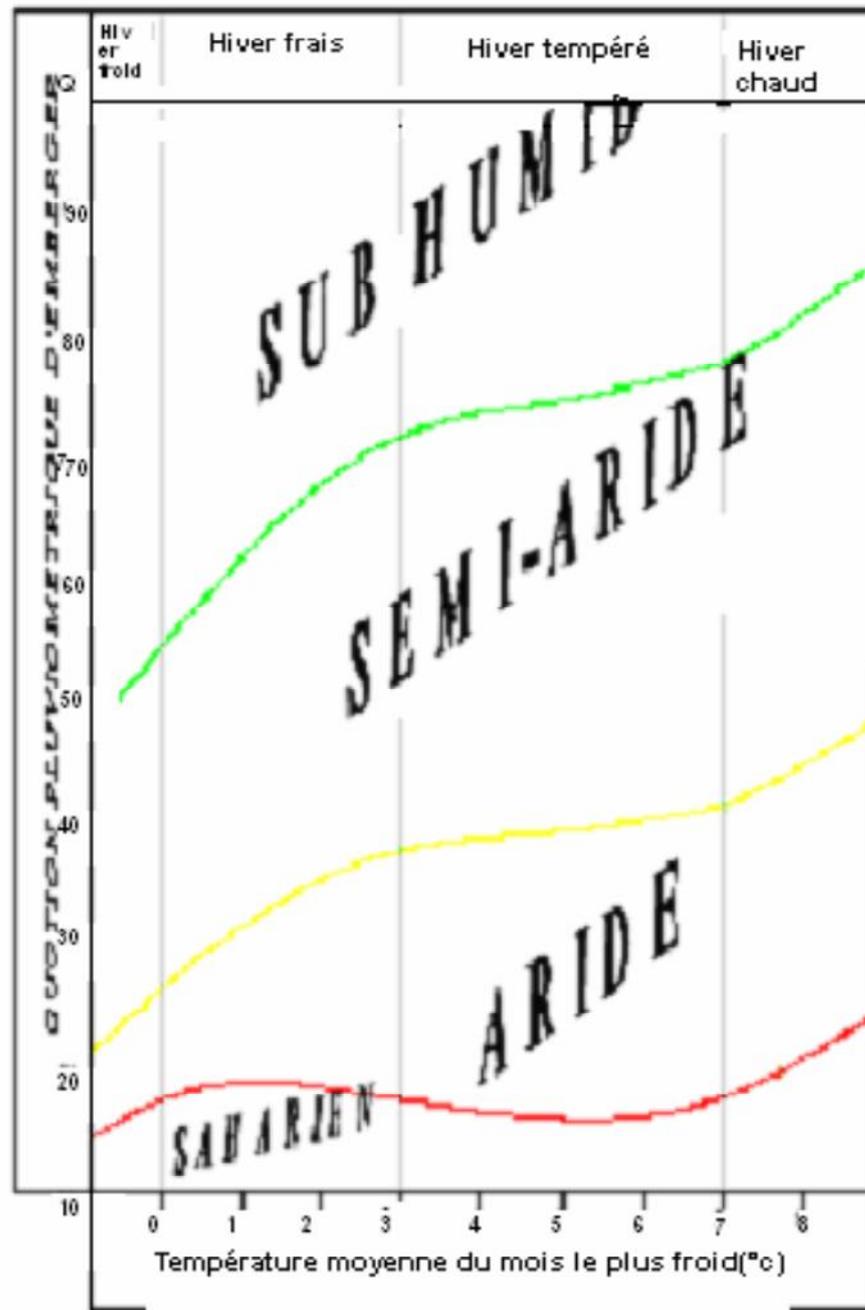
L'irrigation du périmètre sera desservie par un réseau d'adduction gravitaire alimenté par le barrage de Beni-Zid et la détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir du calcul de l'évapotranspiration par la méthode de **Penman** et par le calcul sous le programme du logiciel **CROPWAT8**.

A la fin nous avons abordé le dimensionnement à la parcelle en tenant compte que la technique d'irrigation la plus approprié dans notre cas est l'irrigation localisé (goute à goutte), et on a terminé par l'organisation de chantier pour la détermination des volumes des travaux et le devis estimatif.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] MFE CHEKROUD Hassina Université de Skikda (2007).
- [2] Les techniques d'irrigation (Jean Dunglas) membre de l'académie de l'agriculture de France publié en février 2014.
- [3] Association des cultures, Rotation, Assolement.
- [4] <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/sirte2008/index.stm>.
- [5] MFE BENAOUIDA Ahmed (ENSH 2015).

ANNEXES



Annexe -1- Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE

Annexe -2- Caractéristiques hydriques de quelque sol.

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

Annexe -3- Guide d'estimation du pourcentage en sol humidifié.

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour arvers acouts ac distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe, rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)

Ecartement entre rampes S _i en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m														
	en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
	Pourcentage en sol humidifié p %														
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrivée saison	Récolte	
Bananiier						
tropical	0.4-0.5	0.7-0.85	1.0-1.1	0.9-1.0	0.75-0.85	0.7-0.8
subtropical	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0-1.15	0.85-0.95
Haricot						
vert	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
sec	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
Chou	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
Colza	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs						
doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Osageon						
sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Poisson, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tourte	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Patteque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Lin	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzerne	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes						
sucrés						0.65-0.75
sans sucrage						0.85-0.9
Oliver						0.4-0.6

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

Annexe -4- Tableau des coefficients culturaux.