

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

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

**THEME :**

**AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU  
PERIMETRE SAHEL ALGEROIS OUEST  
(W.TIPAZA)**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> DJIDERT Alia**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> T. KHETTAL</b>	<b>M C.A</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> O.AZIEZ</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> D.DJODAR</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> D.KOLIAI</b>	<b>Ingénieur en Chef</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> S.LEULMI</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> L.S.BAHBOUH</b>	<b>M A.A</b>	<b>Promotrice</b>

**Septembre 2012**

## Dédicace

*A ma très cher mère qui a toujours été là pour moi, et qui m'a  
donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.  
J'espère qu'elle trouvera dans ce travail toute ma reconnaissance  
et tout mon amour.*

*A mes Sœurs, A mes Frères et son enfants :*  
*Rami, Malek, Choukri, Ramzi, Ayman, Hanene, Ahlem, Ameni,  
Abdo, Marwa, Rayenne et Inesse*

*A mes meilleures amies : Mebarka sousou, Zineb, Ghania, Mebarka  
mimi, Souad, Taous, Yassmina, Hadjar, Rawa, Daouia, Asma,  
Anissa, Aicha (Samira), Khawla, Wissem, Imenne, Madjda, Assia  
Rahma, Linda, Soumia, Nawel Moussi et Nawel.*

*A mes amis : Zidane (Toutou), Darbel, Kamel, Cherif, Khaled et  
Aimed.*

*A tous les étudiants de l'ENSH.*

*Je dédie ce mémoire.*

*Alia. D*

# Remerciements

*Au terme de ce travail. Il m'est agréable d'exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude :*

- \* *A ma promotrice Mme. **L. BAHBOUH** de m'avoir encadré. Je lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux conseils qui m'ont guidé dans l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.*
- \* *A Mr. **T.HOCINI** pour ces conseils et ses consultations qui m'ont tout aidé a la réalisation de mon projet.*
- \* *A Mme HATALI (DHW de TIPAZA), Mr.ABD ELKADER et Mr. CHAREF (ONID de TIPAZA).*

*J'adresse également mes sincères remerciements à :*

*Mr. T.KHATTEL qui m'a fait l'honneur de présider mon jury.*

*Aux membres de jury :*

- *Mr. D.KOLIAI*
- *Mme. LEULMI*
- *Mme D.DJOU DAR*
- *Mme O.AZIEZ*

*qui m'ont fait l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.*

*Enfin, a tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin je leurs dis merci.*

*A.DJIDERT*

## ملخص

الساحل الجزائري هو مساحة من منطقة متيجة بدأ يستعمل للزراعة سنة 2005 , تم دراسة جميع الهياكل الأساسية و القنوات الناقله للمياه لمساحة تقدر ب 2880 هكتار, قمنا بدراسة الجهة الشرقية التي تقدر مساحتها ب 1413.79 هكتار.

تقدر المساحة المستعملة للزرع حاليا ب 10 بالمائة, و هذا نتيجة لفقدان المياه.

لأجل هذا قمنا بتحديث القنوات القديمة من اجل اقتصاد المياه و توسيع الاراضي الزراعية.

## Résumé

Le Sahel Algérois est un secteur du périmètre de la Mitidja, mais en service en 2005.

Toutes les infrastructures et les réseaux d'adduction ont été dimensionnés pour des surfaces 2888 ha dont 1413.79 ha pour le Couloir Est, hors actuellement seul 10 % des terres sont irriguées, faute de ressource en eau.

Aussi, la reconvention des réseaux traditionnels s'impose en vue d'une économie d'eau donc d'une augmentation de la surface irriguée.

## Abstract

The Algerian coast is a surface of Mitidja région that was used for agriculture since 2005, we have studied all fondamental partes and the water transmiting chanel for field of 2888 ha, after making a study for the Eastern side of 1413.79 ha.

This surface is considered of as 10% and this is due to water lack. For this reason, we have tried to renew the old chanel for devoting water through spreading the agricultural fields.

# SOMMAIRE

	<b>Page</b>
<b>1ère PARTIE : CONDITIONS NATURELLES ET AGRO-PEDOLOGIQUES</b>	
Introduction .....	1
<b>CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE.....</b>	
I.1- Présentation de la wilaya.....	2
I.2- Localisation générale de la zone d'étude.....	2
I.3- Milieu naturel.....	4
I.4- Réseau Hydrographique .....	4
I.5- Présentation de périmètre a étudié.....	4
I.6- Géomorphologie de la zone.....	5
I.6.1- Sidi Moussa – Nador (plateau du Hadjout) .....	5
I.6.2- Vallée de L'oued Nador.....	5
I.6.3- Coteaux de Hadjout .....	5
I.7- Aperçu géologique.....	5
I.8- Hydrogéologie .....	6
<b>CHAPITRE II : CLIMATOLOGIE</b>	
II.1- Introduction.....	8
II.2. Les caractéristique climatiques.....	8
II.2.1- Température.....	8
II.2.2- Vitesse de vent.....	8
II.2.3- Evaporation.....	9
II.2.4- Humidité relative.....	9
II.2.5- Tension de vapeur .....	9
II.2.6- Ensoleillement.....	10
II.2.7- Phénomènes météorologique.....	10
II.2.8- Pluviométrie.....	11

# SOMMAIRE

II.3- Classification du climat.....	12
II.3.1- Classification du climat selon l'indice de MARTONNE .....	12
II.3.2- Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER.....	13
II.3.3- Représentation du diagramme Ombrothermique de GAUSSEN.....	13
<b>CHAPITRE III : HYDROLOGIE</b>	
III.1- Détermination de l'année de calcul.....	15
III.1.1- Homogénéité de la série pluviométrique.....	15
III.1.2- Choix du type de loi.....	17
III.1.2.1- Ajustement à la loi normal (Gauss).....	17
III.1.2.2- Ajustement à la loi log-Normale ( <i>GALTON</i> ) .....	20
III.1.3 Test de validité d'un ajustement.....	21
III.1.3.1- Test de validité de l'ajustement à la loi Normale.....	21
III.1.3.2- Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale.....	22
<b>CHAPITRE IV : PEDOLOGIE ET LA SOURCE D'EAU</b>	
IV.1- Pédologie.....	23
IV.1.1- Formation et Evolution des sols.....	23
IV.1.1.1- La Rubéfaction.....	23
IV.1.1.2- La Brunification.....	23
IV.1.1.3- L'Hydromorphie.....	23
IV.1.2- Différents types de sols rencontrés.....	24
IV.1.2.1- Les sols peu évolués .....	24
IV.1.2.2- Les sols calcimagnésiques.....	24
IV.1.2.3- Les vertisols.....	24
IV.1.2.4- Les sols à sesqui oxyde de fer ( fersiallitiques ) .....	24
IV.1.2.5- Les sols hydromorphes.....	24
IV.1.3- Caractéristiques physico-chimiques a ces sols.....	25
IV.1.3.1- Caractéristiques physiques.....	25
a) Couleur .....	25

# SOMMAIRE

b) Structure.....	25
c) Texture.....	25
d) Caractéristique hydrique.....	26
e) Perméabilité ( K en cm/h ) de Henin et Is.....	26
IV.1.3.2- Caractéristiques chimiques.....	26
a) Matière organique M.O .....	26
b) Le calcaire.....	27
c) Salure.....	27
d) Le PH .....	28
IV.2- La source d'eau.....	29
IV.2.1- Modélisation du barrage de Boukerdane.....	29
IV.2.2- Les eaux souterraines.....	30
IV.2.3- Qualité Physico-chimiques des eaux.....	31
CONCLUSION.....	33
<b>2<sup>ème</sup> partie : ETAT ACTUEL</b>	
Introduction.....	34
<b>CHAPITRE I : ETUDE DE L'ETAT ACTUEL</b>	
I.1- Le secteur agricole.....	35
I.1.1- Statut foncier.....	35
I.2- L'adduction.....	35
I.2.1- Caractéristiques du transfert NADOR – BOUKERDANE....	35
I.2.1.1- Préambule.....	35
I.2.1.2- Objet du transfert .....	35
I.2.2- Schéma d'adduction et critères de dimensionnement.....	36
I.2.2.1- Schéma d'adduction.....	36
I.2.2.2- Critères de dimensionnement.....	36

# SOMMAIRE

a) Débit d'équipement.....	38
b) Perte de charge.....	38
I.2.3- Consistances des infrastructures d'adduction.....	39
I.2.3.1- Descriptif des adductions.....	39
I.2.4- Nature des matériaux.....	40
I.2.5- Réservoir COULOIR EST.....	40
I.2.5.1- Réservoir R4.0.....	40
I.2.5.2- RESERVOIR R4.1.....	41
I.2.6- Stations des pompages.....	42
I.2.6.1- Types et débits.....	42
I.3-Répartition des cultures.....	42
I.3.1- La ressource en eau de la zone d'étude .....	44
I.3.1.1- Volume alloué .....	45
I.3.1.2- Volume distribué .....	45
II.4- Le réseau d'irrigation .....	47
Conclusion.....	47
<b>3ème partie : ETAT FUTUR</b>	
Introduction .....	48
<b>Chapitre I : Les besoins en eau d'irrigation</b>	
I.1- Introduction.....	49
I.2- Connaissance des éléments du bilan hydrique.....	49
I.2.1- la pluviomètre.....	49
I.2.1.1. La pluviométrie efficace.....	49
I.2.2- Evapotranspiration et climat .....	50
I.2.3- Evapotranspiration potentielle (ETP) .....	50
I.3- Définition des besoins en eaux .....	50

# SOMMAIRE

I.4- Plan cultural .....	50
I.4.1- Options de cultures, en fonction des aptitudes de la zone, de la technicité et des souhaits des exploitants et surtout de la demande du marché .....	50
I.4.1.1- Maraichage.....	50
I.4.1.2- les arboricultures.....	51
I.4.2- Répartition des cultures.....	51
I.5- Détermination des besoins en eau d'irrigation.....	52
I.5.1- Calcul des besoins en eau d'irrigation pour les cultures...	52
I.5.2- L'évapotranspiration potentielle de référence (ET <sub>o</sub> ).....	52
I.5.3- La pluie efficace.....	54
I.5.4- L'évapotranspiration maximal ou culture (ETM ou ET <sub>c</sub> )..	55
I.6- Quelques définitions.....	55
I.6.1- Les besoins nets.....	55
I.6.2- Les besoins brutes .....	56
I.6.3- Efficience de l'irrigation.....	56
I.7- Calendrier d'occupation des sols .....	56
Conclusion.....	58

## CHAPITRE II : DISTRIBUTION

II.1- Introduction.....	59
II.2- Définition de réseau de distribution.....	59
II.3- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation .....	59
II.3.1- Géométrie et taille de l'ilot.....	59
II.3.2- Implantation des bornes d'irrigation.....	60
II.3.3- Surface irrigable et superficie équipé.....	60
II.4- Traces des réseaux et positionnement des bornes .....	60
II.4.1- Conception générale.....	60

# SOMMAIRE

II.4.2- Positionnement des bornes.....	61
II.5- Consistances des infrastructures de distribution.....	61
II.5.1- Limite du lot.....	61
II.5.2- Nature des matériaux.....	61
II.5.2.1- Tuyaux en P.E .....	61
II.5.2.2- Tuyaux en PVC .....	62
II.6- Critères de dimensionnement.....	62
II.6.1- Le débit fictif.....	62
II.6.2- Le débit caractéristique .....	64
II.6.3- Débit de borne .....	65
II.6.4- Optimisation des réseaux.....	66
II.7- Calcul hydraulique.....	67
Conclusion.....	72
<b>CHAPITRE III : PROCEDES ET LES TECHNIQUES D'ARROSAGES</b>	
III.1- Introduction.....	73
III.2- les différentes techniques d'irrigation.....	73
III.2.1- L'irrigation localisée ( goutte à goutte ).....	73
III.2.1.1- Le goutte à goutte souterrain.....	73
III.2.1.2- Le goutte à goutte en culture hors-sol.....	73
III.2.1.3- Les caractéristiques du goutte à goutte.....	74
III.2.1.4- Les avantages et les inconvénients de systèmes localisées.....	74
III.3- Les équipements d'irrigation.....	75
III.3.1- Caractéristiques.....	75
III.3.1.1-Paramètres d'installation .....	75
a) Débit horaire par hectare <i>l/h</i> .....	75
b) Pression de service.....	76
III.3.2- la tête de station.....	76

# SOMMAIRE

III.3.2.1- Les éléments de la tête de station.....	76
a) Ressource en eau.....	76
b) Compteur d'eau .....	76
c) Régulateur de pression aval.....	77
d) Le clapet anti-retour .....	77
e) La filtration.....	77
III.4- Distribution à la parcelle.....	79
III.4.1- Les distributeurs.....	79
III.4.1.1- les goutteurs.....	79
III.4.1.2- Sensibilité des distributeurs à la pression.....	80
III.4.1.3- Choix des goutteurs .....	81
III.4.1.4- Les canalisations.....	82
Conclusion.....	83
<b>CHAPITRE III : CONCEPTION D'UN RESEAU D'IRRIGATION LOCALISEE</b>	
Introduction .....	84
IV.2-Disponibilité et qualité de l'eau.....	84
IV.3-Forme et dimensions de la parcelle à irriguer.....	85
IV.4-Bases de dimensionnement d'un réseau d'irrigation localisée.....	85
IV.4.1-Détermination du diamètre de la porte rampe.....	85
IV.4.2-Détermination des diamètres des rampes.....	85
IV.5-Projection d'un système d'irrigation goutte à goutte.....	86
IV.5.1- Les besoins en eau de la parcelle d'agrume.....	86
IV.5.2- La pression dans le point le plus défavorable.....	90
Conclusion.....	92
Conclusion générale.....	93

## LISTE DES TABLEAUX

### 1<sup>ère</sup> PARTIE : CONDITIONS NATURELLES ET AGRO-PEDOLOGIQUES

Tableau II.1 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C.....	8
Tableau II.2 : Vitesse du vent en km/h.....	9
Tableau II.3 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm.....	9
Tableau II.4 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %.....	9
Tableau II.5 : Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar.....	10
Tableau II.6 : Ensoleillement en heures.....	10
Tableau II.7 : Phénomènes météorologiques en jours.....	10
Tableau II.8 : Caractéristiques principales de la station de Boukerdane.....	11
Tableau II.9 : Répartition moyenne mensuelle de la pluie à la station.....	11
Tableau II.10: Classification de climat selon MARTONNE.....	12
Tableau II.11: Précipitations et températures moyennes mensuelles.....	14
Tableau III.1 : Test de Wilcoxon pour la station de Boukerdane (020329).....	16
Tableau III.2 : Ajustement à la loi de gauss.....	18
Tableau III.3 : ajustement à la loi de Galton.....	20
Tableau III.4 : Précipitations moyennes mensuelles.....	22
Tableau III.5 : Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul.....	22
Tableau IV.1 : Pédologie du sol de la région.....	25
Tableau IV.2 : Le taux de M.O des sols.....	26
Tableau IV.3 : Les résultats analytiques du sol.....	27
Tableau IV.4 : Salure du sol en mmhos/cm.....	27
Tableau IV.5 : PH du sol.....	28
Tableau IV.6 : Fiche analytique du sol (source ANRH de Blida).....	28
Tableau IV.7 : Caractéristique physique de la solution du sol.....	29
Tableau IV.8 : Les volumes – Surfaces – Hauteur de la retenue.....	29
Tableau IV.9 : Résultats sur la qualité de l'eau.....	32

### 2<sup>ème</sup> PARTIE : ETAT ACTUEL

Tableau I.1 : Occupation du sol .....	35
Tableau I.2 : Les débits d'équipement .....	38
Tableau I.3 : Les débits d'adductions .....	38
Tableau I.4 : Récapitulatif du calcul hydraulique.....	39
Tableau I.5 : Descriptif physique des adductions .....	39
Tableau I.6 : Variation du cote piézométrique de réservoir R4.0.....	40
Tableau I.7 : Stations des pompages de Couloir Est.....	42
Tableau I.8 : Résumé de l'état actuel.....	46

### 3<sup>ème</sup> PARTIE : ETAT FUTUR

Tableau I.1 : superficie des cultures pour les trois secteurs.....	51
Tableau I.2:Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith.....	54

Tableau I.3 : les pluies efficaces.....	55
Tableau I.4 : Calendrier cultural .....	56
Tableau I.5 : Besoins mensuel des cultures .....	57
Tableau I.6 : Récapitulatif des besoins totaux en eau pour le secteur N°III.....	57
Tableau I.7 : Récapitulatif des besoins totaux en eau pour le secteur N°IV.....	57
Tableau I.8 : Récapitulatif des besoins totaux en eau pour le secteur N°V .....	58
Tableau II.1: Superficies irrigables et équipées.....	60
Tableau II.2 :Les besoins en eau du secteur III.....	63
Tableau II.3 :Les besoins en eau du secteur IV.....	63
Tableau II.4 :Les besoins en eau du secteur V.....	64
Tableau II.5 : les débits caractéristiques de chaque secteur.....	64
Tableau II.6: Tableau de comparaison des débits caractéristiques.....	65
Tableau II.7 : débit de chaque borne.....	66
Tableau II.8 : données de départ.....	67
Tableau II.9: Etat des nœuds et des bornes du réseau.....	69
Tableau II.10: Etat des conduites.....	71
Tableau III.1: les débits horaires.....	76
Tableau III.2 : choix des filtres en fonction de l'origine d'eau.....	78
Tableau III.4 : sensibilité du goutteur .....	80
Tableau III.5 : les canalisations de types PVC et PE.....	81
Tableau III.6: les raccords cannelés (les rampes et les portes rampes) .....	83
Tableau IV.1: Les besoins en eau et calcul hydraulique de la parcelle « d'agrume ».....	90
Tableau IV.2 : Les pertes de charge dans les conduites d'amenés.....	91

## LISTE DES FIGURES

### **1<sup>ère</sup> PARTIE : CONDITIONS NATURELLES ET AGRO-PEDOLOGIQUES**

Fig. I.1: Carte de situation géographique.....	3
Fig. I.2: La représentation de la zone d'étude.....	7
Fig. II.1: La répartition mensuelle de la pluie moyenne annuelle.....	11
Fig. II.2: L'irrégularité annuelle des précipitation.....	12
Fig. II.3: Climogramme de GAUSSEN.....	14
Fig. III.1:Ajustement à la loi de GAUSS (loi Normale).....	19
Fig. III.2:Ajustement à la loi log-Normale (loi de GALTON).....	21
Fig. IV.1:Courbes hauteurs-volume-surface de la retenue Boukerdane.....	30

### **2<sup>ème</sup> PARTIE : ETAT ACTUEL**

Fig. I.1 : Schéma d'aménagement du Sahel Algérois.....	37
Fig. I.2 : La répartition des cultures pour l'année 2006.....	43
Fig. I.3 : La répartition des cultures pour l'année 2007.....	43
Fig. I.4 : La répartition des cultures pour l'année 2008.....	43
Fig. I.5 : La répartition des cultures pour l'année 2009.....	43
Fig. I.6: La répartition des cultures pour l'année 2010.....	44
Fig. I.7: La répartition des cultures pour l'année 2011.....	44

## **Liste des planches**

- Planche N°01 Représentation générale de la source d'eau
- Planche N°02 Présentation générale du secteur V
- Planche N°03 Réseau de distribution du secteur V
- Planche N°04 Réseau de goutte à goutte de la surface S25
- Planche N°05 Profil en long de la conduite principale jusqu'à le point le plus défavorable

## INTRODUCTION GENERALE

L'eau est un facteur de production primordial mais ce n'est pas une ressource abondante et les différents utilisateurs sont vite en concurrence, ainsi l'aménagement en culture irriguée pose souvent des problèmes d'arbitrage entre plusieurs utilisations possibles de l'eau ; Cela implique le plus souvent la recherche de l'optimisation des consommations et la réduction des gaspillages.

L'Algérie comme les pays méditerranéens est confrontée de plus en plus au problème du manque d'eau. D'après la Banque Mondiale, l'Algérie se classe parmi les pays les plus pauvres en potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté qu'elle a fixé à 1 000 m<sup>3</sup> par habitant et par an. Ces potentialités correspondent actuellement à un taux de 500 m<sup>3</sup>/ hab/ an qui passera à 400 m<sup>3</sup> / hab / an à l'horizon 2020.

L'étude de l'aménagement hydro agricole du périmètre irrigué de Sahel Algérois, qui constitue ici le thème de notre travail, entre dans le cadre de cette politique de développement.

Le projet de l'aménagement du périmètre à partir des eaux du Barrage de Boukerdane, comporte trois parties principales :

- La première est une étude préliminaire ayant pour objet d'énumérer toutes les données nécessaires pour le dimensionnement ; cette partie contient quatre chapitres qui vont réunir tout ce qui concerne les conditions naturelles et agro-pédologiques.
- La deuxième est une étude de l'état actuel, c'est une enquête au niveau du périmètre de Sahel Algérois ; elle a pour but de connaître les cultures en places et les volumes d'eau alloués à partir du Barrage afin d'assurer le développement agricole de cette région.
- La troisième consiste à choisir le système du goutte-à-goutte pour l'économie de l'eau afin de pouvoir augmenter les surfaces irriguées vu le manque d'eau depuis des années

Enfin on a projeté un réseau de distribution à l'aide du logiciel EPANET.

nous finissons notre travail par une conclusion générale, suivi d'une annexe contenant tous les détails pouvant enrichir ce document.

Pour rendre le travail plus performant nous le complétons par des planches résumant l'essentiel du document.

Première partie

# *CONDITIONS NATURELLES ET AGRO-PEDOLOGIQUES*

**Chapitre I : Généralités sur la zone d'étude**

**Chapitre II : Climatologie**

**Chapitre III : Hydrologie**

**Chapitre IV : Pédologie et la source d'eau**

# **Chapitre I :**

## **GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE**

## **CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE**

### **I.1- Présentation de la wilaya**

La Wilaya de Tipaza est née du dernier découpage, par application de la loi n° 84-09. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Ouest par la Wilaya de Chlef, à l'Est par la Wilaya d'Alger et au Sud par la Wilaya de Blida. Le territoire de la Wilaya de Tipaza couvre une superficie de 2219 Km<sup>2</sup> avec une population de 564074 habitants (source APC de Tipaza) .

### **I.2- Localisation générale de la zone d'étude**

Le Sahel Algérois située à l'ouest d'Alger, la zone est entièrement implantée sur le territoire de la wilaya de Tipaza.

Le relief tourmenté de la région délimité sept zones agricoles comme, ayant leurs caractéristiques propres:

- ✓ Vallée du Nador
- ✓ Plateau du Nador
- ✓ Coteaux de Hadjout
- ✓ Valée de l'oued EL-Hachem
- ✓ Plaine côtière de Cherchell – Sidi Ghiles et Hadjrat Ennous

L'ensemble de la zone est situé à basse altitude (10 à 170 m) et à des distances inférieures à 13 Km de la cote .Néanmoins l'influence maritime est atténuée dans les terres séparées de la cote par des reliefs.

La région bénéficie d'un réseau routier dense et en bon état dont l'ossature est constituée par 2 routes nationales (RN7 et RN11) et une de wilaya (RW7). Un réseau dense de chemins agricoles dessert l'ensemble de l'aire d'étude, de ce fait tout point du périmètre est à moins de 2 Km des routes.

### **I.3- Milieu naturel**

L'étude du milieu naturel représente un facteur déterminant. En effet; le développement des plantes est régi principalement par deux facteurs; le sol qui représente le réservoir nutritionnel et le climat.

Le climat du Sahel se caractérise par l'influence de la mer qui atténue les extrêmes de températures et maintient une humidité relative pratiquement constante au cours de l'année.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 630 mm, les valeurs les plus importantes sont enregistrés au cours du mois de Novembre jusqu'à Janvier .

Dans la région , les vent d'ouest dominant d'Octobre à Avril et les vents Nord-Est prédominant en Juillet-Aout et Septembre . les vents d'Ouest sont redoutable par leur salinité mais apportent de la tiède et représentent ainsi un facteur de précocité pour les cultures alors que les vents Nord-Est sont frais et chauds et peuvent favoriser les maladies cryptogamiques . (source ANRH de Blida)

### **I.4- Réseau Hydrographique**

Les principaux Oueds traversant la région sont ceux de Bourkika, Meured et Nador.

\* Oued Meured qui a une direction Sud Nord, prend naissance à 300 m d'altitude, il traverse la ville de Hadjout par l'Ouest.

\* Oued Bourkika qui est formé par la confluence de plusieurs oueds dont oued Sidi moussa et oued Azib, est de direction Sud Ouest.

\* La confluence de ces deux oueds à la sortie nord de la ville de Hadjout donne naissance à l'oued Nador à une altitude de 50 m. Cet oued continue son cours pour se jeter à la mer.

Quelques oueds de moindre importance, tels que l'oued Meleh, l'oued Bouddlel et l'oued Aissa Ouaziz, traversent le périmètre et se jettent tous dans l'oued Nador.

L'oued Nador draine la partie Ouest de la plaine de la Mitidja , son lit est très encaissé et son débit d'étiage est très important. La plaine alluviale de cet oued couvre sur sa rive droite 150 hectares environ.

Le réseau hydrographique est peu dense et les eaux qui ruissellent sur les collines imperméables du Sahel s'infiltrent en partie dans la bandes côtière sableuse.

### **I.5- Présentation de périmètre a étudier**

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

L'ensemble du périmètre étant numéroté de I à V en allant de l'Ouest en Est. Le notre prend le Couloir Est est dénommé :Sidi moussa-Nador (Secteur N°III : 781,94 Ha), Vallée de l'oued Nador (Secteur N°IV : 332,86 Ha), Hadjout (Secteur n°V : 299 Ha) .Les trois secteurs sont représentés dans la figure I.2.

Le périmètre délimité dans le cadre de cette étude couvre une superficie d'environ 1413.8 Ha ,il est localisé dans la Wilaya de Tipaza , il est limité :

- Au Nord par le Djebel Chenoua, Douar Nora , la ville de Nador , et la ville de Sidi- Moussa ;
- Au Sud, par la RN 67 (Hadjout-Sidi Rached) , et Douar Bourouis ;
- À l'Est par le Douar Lagbala, la forêt de Sidi Simane , village socialiste Errahaba , et la ville de Hadjout ;
- À l'Ouest par la ville de Sidi Amar , Douar Gassem et Douar Beni Slimane ;

## **I.6- Géomorphologie de la zone**

### **I.6.1- Sidi Moussa – Nador ( plateau du Hadjout )**

Il s'étant de part et d'autre de la RN 11 entre les agglomérations de Nador et de Sidi Moussa, le relief est assez régulier et vallonné; l'altitude moyenne est de 100 m NGA. En dehors des zones boisées.

### **I.6.2- Vallée de L'oued Nador**

Elle se forme à l'aval de la confluence des oueds Bourkika, Meured et Bou-Haroun .

Vallée assez encaissée ne laissant place qu'à deux terrasses alluviales avec quelques dizaines d'hectares jusqu'à Nador, elle s'élargit de plus en plus jusqu'à l'embouchure . La pratique de l'irrigation dans cette zone est ancienne; la contrainte majeure étant la limitation des ressources en eau de l'oued Nador et de la nappe.

### **I.6.3- Coteaux de Hadjout**

Les coteaux de Hadjout se situent à l'Ouest de l' oued Hardoun de l'altitude 40 m NGA jusqu'aux limites de pentes des collines environnantes (170 m NGA). Zone vallonnée , elle est traversée de lignes de relief qui entrecoupent des vallées larges.(source ONID,W. Tipaza).

## **I.7- Aperçu géologique**

Le Sahel est une zone anticlinale parallèle à la mer , reliant le massif ancien de Chenoua à l'Ouest à celui de Bouzareah à l'Est . Il forme la limite Nord de la plaine de Mitidja . Deux oueds importantes venant de la Mitidja traversent le Sahel , ce sont à l'Ouest , l'Oued Nador et dans la partie médiane le Mazafran.

A l'Ouest du Mazafran , le Sahel forme une longue bande de terres hautes d'une largeur de 5 Km environ , présentant dans la région de Sidi-Rachad ,un rétrécissement à 3 Km et un abaissement important .

L'axe anticlinal depuis le Sud du Chenoua suit approximativement la ligne de la crête .

Les sédiments constituant les anticlinaux sont d'âge pliocène . Ce sont à la base :  
-Les marnes du plais ancien qui forment partout le substratum de la région du Sahel .  
Ces marnes sont surmontés de sédiments de l'Astien qui présentent les faciès lithologiques suivants :

\* Des marno-calcaires : limon , limon argileux fin , argile limoneuse , jaune et gris fortement calcaire à poches de carbonate , localement riche en fin débris de coquilles .

\* Des greso-calcaires plus ou moins friables , limon sableux à grosses poches farineuses de carbonates , très friable , de grès en plaquettes inter stratifiés de petits lits sableux ou marneux , des grès calcaires durs coquilles .

\* des calcaires en blocs avec des poches de calcaires pulvérulent et quelques strates de grès calcaires dur ou de croutes calcaires minces parfois avec des galets siliceux roulés .

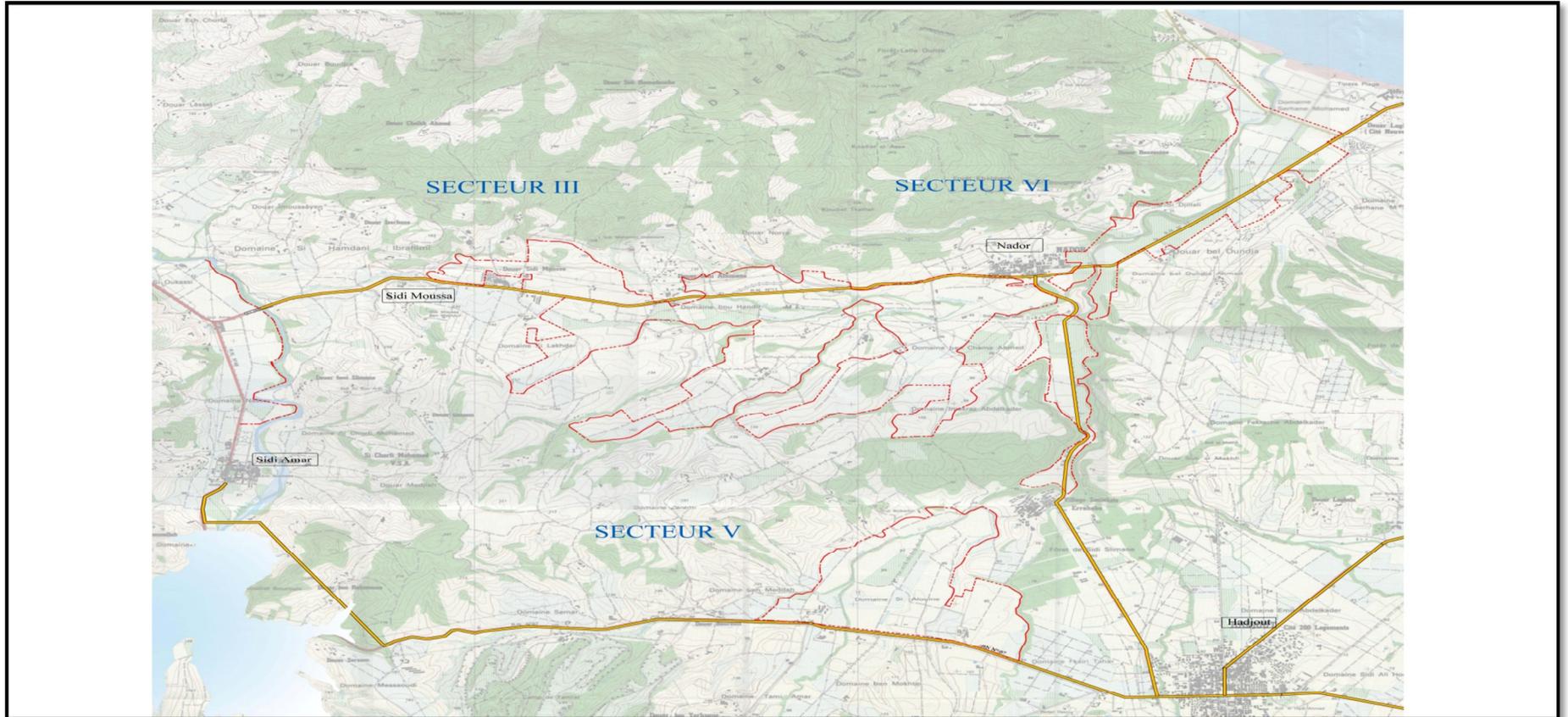
\* Des calcaires durs à lithothamniées . (source ANRH de Blida)

### **I.8- Hydrogéologie**

Pour l'étude de l'aquifère, on remarque une insuffisance dans la connaissance de l'hydrodynamisme général. Les nappes aquifères du Sahel algérois ouest sont situées dans les formations Plio- mio- quaternaire des vallées des oueds El Hachem et Nador.

La nappe de l'aquifère du Nador est captive dans la partie centrale de son extension, où l'alimentation se fait par le drainage, à partir de la nappe phréatique dont la puissance peut atteindre les 20m ; il n'existe pas d'échange entre la nappe et l'oued Nador. Elle se localise entre les coordonnées Lambert : X= 470,4 et 476,2 / Y= 362 et 366,6 Km.





**Figure I.2 : La Représentation de la zone d'étude**



**Chapitre II :**

**CLIMATOLOGIE**

## CHAPITRE II : CLIMATOLOGIE

### II.1- Introduction

Dans l'aménagement d'un périmètre irrigué, l'étude climatologique revêt une importance capitale, car le climat est un facteur qui est déterminant pour le choix des cultures ainsi que pour l'estimation des doses d'irrigation nécessaires.

Cette étude va nous permettre de déterminer le climat de la région où se situe notre périmètre. Pour cela nous allons nous intéresser à un ensemble de phénomène météorologique qui conditionne l'évolution de ce dernier.

L'étude climatologique est basée sur l'analyse des principaux indices. L'estimation des différentes caractéristiques climatiques (température, vitesse du vent, humidité et évaporation...), relative à la zone d'étude est faite sur la base des données relevées à la station climatologique du **Boukerdane (020329)** (X=464,3 Km; Y =359,9 Km et Z=110 m), qui se situe assez proche de la région d'étude avec une altitude similaire pouvant ainsi remplir l'analogie.

Les données ont été collectées auprès des services de l'ANRH de Soumaa (Direction Régionale Centre de Blida) sur la période 1987 – 2011.

### II.2. Les caractéristiques climatiques

#### II.2.1- Température

La distribution mensuelle de la températures est donnée au tableau II.1

**Tableau II.1 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C**

paramètres	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	MOY
$T_{moy}(^{\circ}C)$	23.44	19.29	15.43	12.86	19.90	11.43	13.72	14.88	18.79	23.52	26.24	26.36	18.07
$T_{max}(^{\circ}C)$	28.91	24.67	19.91	16.09	15.75	16.21	18.71	20.16	23.84	29.04	32.46	32.32	23.17
$T_{min}(^{\circ}C)$	18.63	14.28	11.46	7.82	6.52	6.60	10.24	10.99	14.82	19.88	21.35	21.8	13.67

Source ANRH de Blida

D'après le tableau ci-dessus, on enregistre une température moyenne de 18,07°C, et une moyenne minimale pendant le mois de Janvier 6.52°C et une moyenne maximale pendant le mois de Juillet avec 32,46°C.

#### II.2.2- Vitesse de vent

Les valeurs moyennes de la vitesse du vent enregistrées au niveau de la station installée au niveau du barrage de **Boukerdane** sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau II.2 : Vitesse du vent en km/h**

Paramètre	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Moy
Vitesse du vent (km/h)	5,72	5,20	5,07	5,42	5,47	4,84	5,73	5,02	5,77	5,73	5,69	4,55	5,35

Source ANRH de Blida

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année, La moyenne annuelle est de 5.35 km/h. Les vents dominants sont de direction sud-ouest.

### II.2.3- Evaporation

L'évaporation représente un paramètre essentiel dans l'analyse de la ressource en eau, dans ce cas une bonne estimation est nécessaire sur la base de l'évaporimètre classe A installé au niveau du barrage de **Boukerdane**. La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation est donnée au tableau II.3.

**Tableau II.3 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm**

Paramètre	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Moy
EVA MOY (mm)	158,2	127,8	73,2	81,0	61,4	66,3	102,8	129,5	171,5	202,1	229,8	207,2	1610,8

Source : Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009

L'examen de ce tableau montre que l'évaporation est importante pendant la période allant du mois de Mai à Septembre et elle est plus faible du mois de Novembre à Janvier . Le cumul annuel est de 1610,8mm.

### II.2.4- Humidité relative

La distribution mensuelle de l'humidité de l'air est présentée dans le tableau II.4.

**Tableau II.4 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %**

Paramètres	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Moy
Hmax (%)	93,8	94,1	95,4	91,6	92,6	94,6	93,2	95,3	94,8	92,6	92,5	92,6	93,59
Hmin (%)	11,1	10,4	14,3	15,8	11,7	9,3	6,6	10,5	11,7	4,4	2,82	2,4	9,25
Hmoy (%)	52,4	52,3	54,8	53,7	52,2	51,9	49,9	52,9	53,3	48,5	47,7	47,5	51

Source ANRH de Blida

L'examen de la répartition mensuelle, montre que l'humidité relative de l'air est généralement plus élevée en toute année. La valeur maximale est atteinte durant le mois de Novembre (95,4%), lorsque les températures sont minimales. La valeur d'humidité minimale la plus faible est enregistrée en été (2,4 %).

### II.2.5- Tension de vapeur

La distribution moyenne mensuelle de la tension de vapeur d'eau est donnée au tableau II-5.

**Tableau II.5 : Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar**

Paramètre	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	An
Tension de vapeur (mbar)	19,7	17,1	13,2	11,2	10,1	10,5	11,7	12,8	16,3	19,1	22,2	22,7	186,6

Source : Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009

Les valeurs moyennes mensuelles minimales et maximales de la tension de vapeur d'eau se situent respectivement en mois de Janvier (10 mbar) et au mois d'Août (22,7 mbar).

### II.2.6- Ensoleillement

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est assez élevée; la moyenne annuelle est de 7,7 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 2822 heures.

**Tableau II.6: Ensoleillement en heures**

Paramètres	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Année
Moy mensuelle	253	225	170	155	167	180	230	244	267	300	328	303	2822
Heure/jours	8,4	7,2	5,5	5,0	5,4	6,2	7,4	8,1	8,6	10	10,6	9,8	7,7

Source : Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009

### II.2.7- Phénomènes météorologique

Les différentes caractéristiques climatiques sont données dans le tableau suivant pour la période 1993 – 2006.

**Tableau II.7: Phénomènes météorologiques en jours**

Paramètre	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avar	Mai	Juin	Juil.	Aout	An
Gèle	8	7	4	1	0	0	0	0	0	0	1	3	24
Siroco	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	0	2	18
Grêle	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Source : Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009

Le Sirocco qui est un vent saharien violent, très sec et très chaud, augmente l'évapotranspiration des cultures souffle en moyenne pendant 18 jours par an.

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques et biochimiques vis-à-vis du rendement agricole.

La grêle qui provoque, en général, des dégâts sur la production végétale, On remarque que les maximums sont notés dans les mois : décembre, octobre et novembre pour notre station.

### II.2.8- Pluviométrie

Les précipitations représentent un facteur essentiel dans le bilan hydrologique . Les régions que couvre le périmètre sont équipées de (02) stations pluviométriques l'une à Hadjout, l'autre à Boukerdane. Cependant c'est celle de Boukerdane qui a enregistré le plus grand nombre d'années de fonctionnement sans arrêt.

Les caractéristiques principales de la station de Boukerdane sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau II.8 : Caractéristiques principales de la station de Boukerdane**

N°	Code	Nom	X (km)	Y (km)	Z(m)	Période de d'observation
1	020329	Barrage Boukerdane	464,3	359,9	110	1987- 2011

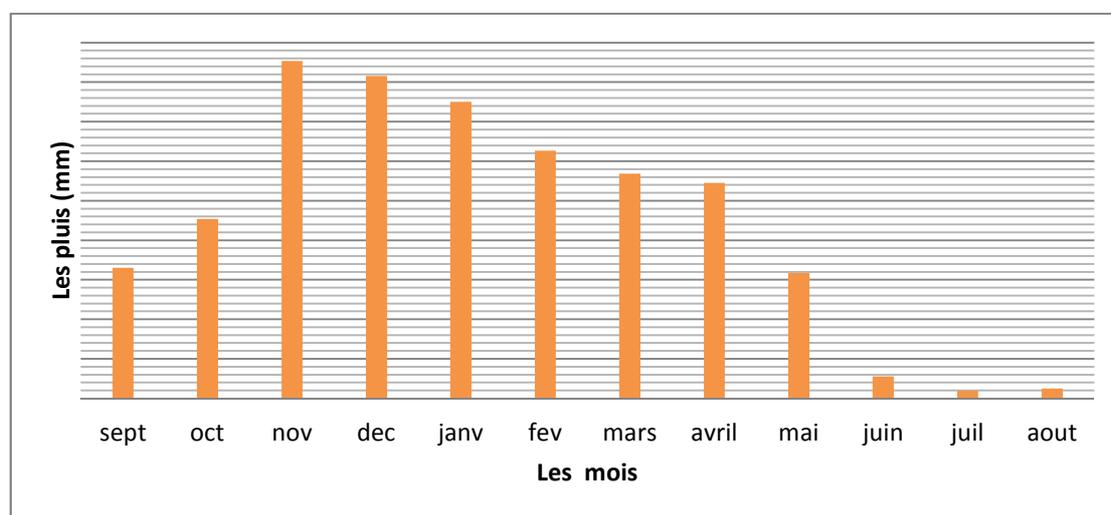
Les pluies moyennes mensuelles et annuelles enregistrées par cette station sont représentées dans l'annexe I.

La répartition mensuelle de la pluie durant ces 25 années de service est représentée dans le tableau qui suit :

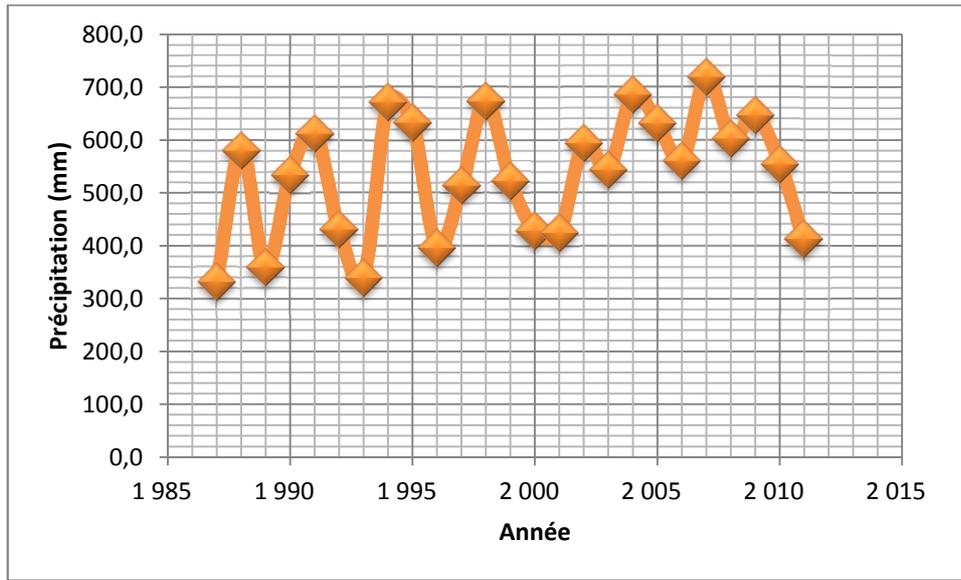
**Tableau II.9 : Répartition moyenne mensuelle de la pluie à la station**

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Tot
<i>P(mm)</i>	33,04	45,36	85,39	81,55	75,05	62,70	56,82	54,49	31,73	5,57	1,90	2,54	536,05
<i>%</i>	6,2	8,5	15,9	15,2	14,0	11,7	10,6	10,2	5,9	1,0	0,4	0,5	<b>100</b>

Source ANRH de Blida



**Fig. II.1:** La répartition mensuelle de la pluie moyenne annuelle



**Fig. II.2:** L'irrégularité annuelle des précipitations

Une variabilité de la pluie annuelle est enregistrée au cours de la période (1987-2011) ceci apparaît nettement sur le graphique ci-dessous, où on enregistre une valeur maximale annuelle de 718,5 mm pour l'année 2007 qui représente l'année la plus pluvieuse, et une valeur minimale annuelle de 331,5 mm enregistrée pour l'année 1987.

**II.3- Classification du climat**

**II.3.1- Classification du climat selon l'indice de MARTONNE**

L'indice d'aridité ou l'indice de *MARTONNE* est un paramètre qui permet la classification de climat afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

L'indice d'aridité est donné par l'expression :

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

Avec :

IA : indice de MARTONNE.

P : précipitation moyenne annuelle de la région en (mm/an).

T : température moyenne annuelle en °C.

On doit classer notre climat de notre région selon le tableau suivant :

**Tableau II.10 : Classification de climat selon MARTONNE**

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

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009

Pour notre cas :

$$P=536,05\text{mm/an et } T_{\text{moy}}=18,07^{\circ}\text{C.}$$

On aura :

$$I = \frac{536,05}{18,07 + 10} = 19,1$$

Selon l'indice d'aridité calculé  $10 < IA=19,1 < 20$  on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise à un régime de climat est *sec*, où l'irrigation est souvent indispensable.

### II.3.2- Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER

La méthode est fondée sur un diagramme dressé par *Mr. EMBERGER* qui nous renseigne sur le type de climat, ainsi que la nature d'hiver dominant d'une région. Le quotient *d'EMBERGER* que nous avons projeté sur le diagramme bioclimatique est le suivant.

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

Q : quotient pluviométrique d'*EMBERGER* ;

P : précipitation moyenne annuelle de la région (mm) ;

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

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

Pour notre cas :

$$P= 536,05 \text{ mm}$$

$$M= 32,46+273 = 305,46\text{K}^{\circ}$$

$$m= 6,52+273 = 279,52 \text{ K}^{\circ}$$

On aura :

$$Q = \frac{2 * 1000 * 536,05}{(305,46)^2 - (279,52)^2} \approx 70,65 \text{ mm}$$

Après la projection des valeurs (Q=70,65 m=6,52°C) dans le diagramme bioclimatique *d'EMBERGER* (le diagramme dans l'annexe II) nous pouvons conclure que le climat de la région est semi-aride et sub-humide.

### II.3.3- Représentation du diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique de *GAUSSEN* est une représentation graphique de variation de précipitations et de températures en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

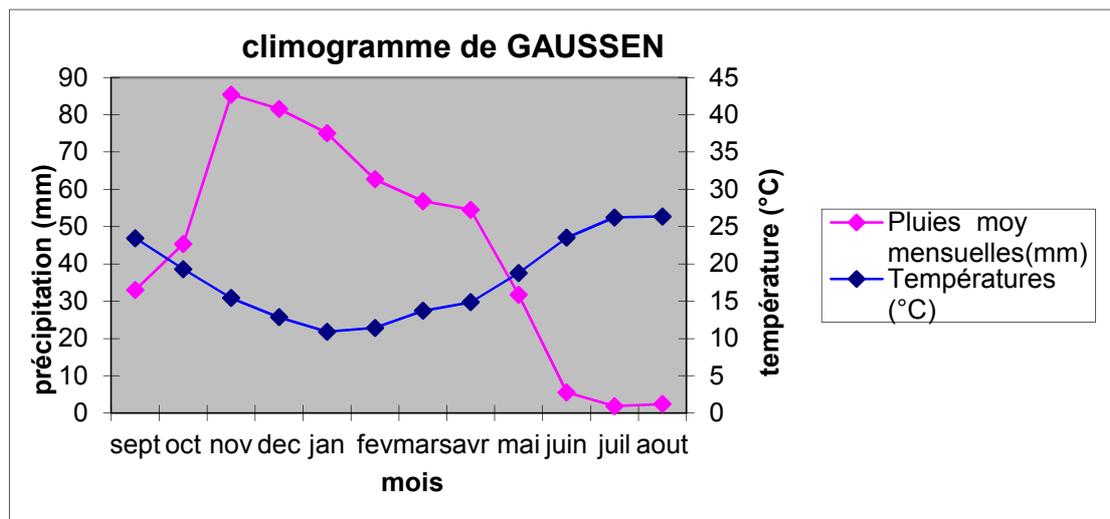
Dans cette représentation, les mois secs sont définis comme étant les mois où le total des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double des températures moyennes mensuelles exprimées en (C°). Le contraire est bien sûr valable pour les mois humides.

Pour la représentation de ces graphiques on a le tableau suivant :

**Tableau II.11: Précipitations et températures moyennes mensuelles**

paramètre	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout
P (mm)	33,04	45,36	85,39	81,55	75,05	62,7	56,82	54,49	31,73	5,57	1,90	2,45
T (C°)	23,44	19,29	15,43	12,86	19,9	11,43	13,72	14,88	18,79	23,52	26,24	26,36

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009



**Fig. II.3: Climogramme de GAUSSEN**

une nécessité D'après ce climogramme on remarque que la période sèche s'étend de mai jusqu'au octobre (6 mois) ce qui confirme que le climat de cette zone est sub-humide et pendant cette période l'irrigation est souvent indispensable. Et la période humide s'étend de mois novembre jusqu'à mois d'avril, pendant cette période l'irrigation peut être une nécessité si on enregistre un déficit en eau.

**Chapitre III :**

**HYDROLOGIE**

## CHAPITRE III : HYDROLOGIE

### III.1- Détermination de l'année de calcul

La détermination de l'année de calcul a pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante. Elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%).

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

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

#### III.1.1- Homogénéité de la série pluviométrique

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

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique d'enregistrement complet, par le test de Mr *Wilcoxon*, repose sur le procédé ci-dessous :

\* On divise la série complète des pluies moyennes annuelles de référence en deux sous-séries : x et y tel que: N2 et N1 représentant respectivement les tailles de ces deux sous-séries, considérant généralement N2 supérieure à N1.

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

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

$$W_{MIN} < W_y < W_{MAX}$$

Avec :  $W_y = |Rang|_y$

$W_y$  : Somme des rangs de sous-série x.

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

$W_{max} = (N_1 + 1)N_2 - W_{min}$ .

Le tableau suivant détaille le résultat du Test d'homogénéité pour la station de Boukardane (020329) .

Tableau III.1: Test de Wilcoxon pour la station de Boukerdane (020329)

Rang	Série d'origine P (mm)	Série X (mm)	Série Y (mm)	TRI (mm)	X union Y
1	331.5	331.5	424.7	718.5	Y
2	579.8	579.8	593.8	685.3	Y
3	358.8	358.8	544.1	673.3	X
4	534.2	534.2	685.3	671.6	X
5	612.4	612.4	631.6	646.7	Y
6	430.7	430.7	560.9	633.5	X
7	339.9	339.9	695.9	631.6	Y
8	671.6	671.6	602.7	612.4	X
9	633.5	633.5	646.7	602.7	Y
10	395.7	395.7	554.4	593.8	Y
11	514.2	514.2	412.7	579.8	X
12	673.3	673.3		560.9	Y
13	521.9	521.9		554.4	Y
14	428.3	428.3		544.1	Y
15	424.7			534.2	X
16	593.8			521.9	X
17	544.1			514.2	X
18	685.3			430.7	X
19	631.6			428.3	Y
20	560.9			424.7	Y
21	718.5			412.7	Y
22	602.7			395.7	X
23	646.7			358.8	X
24	554.4			339.9	X
25	412.7			331.5	X

N1	N2	Wmin	Wy	Wmax
11	14	106.70	133	179.30

$$106.7 < W_y < 179.3$$

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

### III.1.2- Choix du type de loi

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un teste de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité é permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation soit inférieur à 0,5.

#### III.1.2.1- Ajustement à la loi normal (Gauss)

Dans cette méthode la procédure consiste à :

- Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.
- Calculer les fréquences empiriques des valeurs observées par la formule suivantes :

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

Avec :

n : numéro d'ordre

N : nombre d'années observées

On doit calculer :

La moyenne arithmétique :  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$

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

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

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

Pour les calculs on a utilisé le logiciel Hydrolab. (Disponible à L'ENSH), les résultats obtenus sont représentés dans la figure III.1 et le tableau III.2 suivant :

**Tableau III.2 : Ajustement à la loi de gauss**

Taille n= 25

Moyenne= 536.05

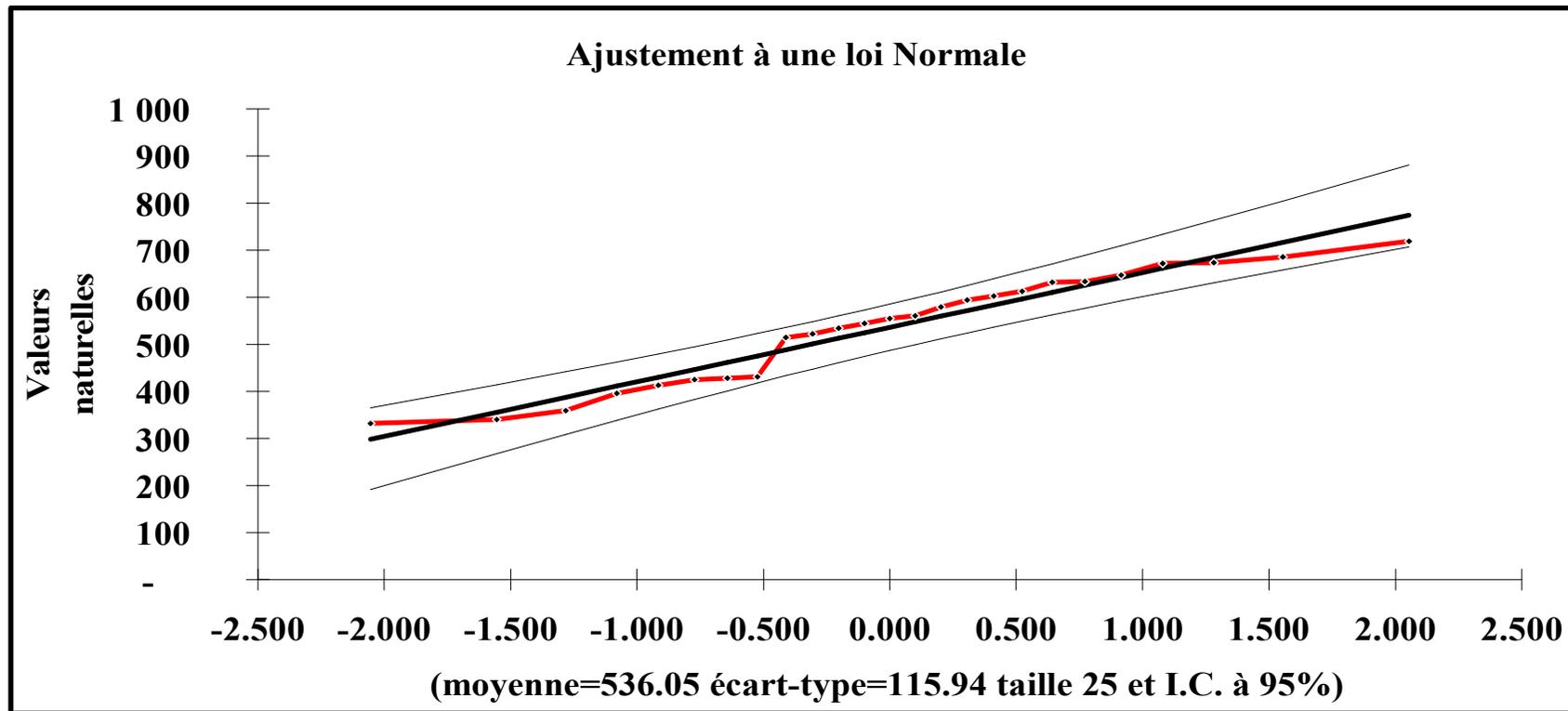
Ecart-type =115.94

I.C. à (en%)= 95

U Gauss= 1.9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
331.5	331.5	1	0.020	-2.054	331.5	297.88	191.21	364.89
579.8	339.9	2	0.060	-1.555	339.9	355.75	267.54	413.93
358.8	358.8	3	0.100	-1.282	358.8	387.44	308.61	441.53
534.2	395.7	4	0.140	-1.080	395.7	410.79	338.39	462.33
612.4	412.7	5	0.180	-0.915	412.7	429.93	362.44	479.75
430.7	424.7	6	0.220	-0.772	424.7	446.54	382.99	495.19
339.9	428.3	7	0.260	-0.643	428.3	461.49	401.19	509.38
671.6	430.7	8	0.300	-0.524	430.7	475.29	417.72	522.75
633.5	514.2	9	0.340	-0.412	514.2	488.28	433.01	535.59
395.7	521.9	10	0.380	-0.305	521.9	500.68	447.36	548.11
514.2	534.2	11	0.420	-0.202	534.2	512.68	461.00	560.48
673.3	544.1	12	0.460	-0.100	544.1	524.43	474.10	572.83
521.9	554.4	13	0.500	0.000	554.4	536.05	486.80	585.29
428.3	560.9	14	0.540	0.100	560.9	547.66	499.27	598.00
424.7	579.8	15	0.580	0.202	579.8	559.41	511.62	611.10
593.8	593.8	16	0.620	0.305	593.8	571.42	523.98	624.74
544.1	602.7	17	0.660	0.412	602.7	583.82	536.51	639.09
685.3	612.4	18	0.700	0.524	612.4	596.80	549.35	654.38
631.6	631.6	19	0.740	0.643	631.6	610.60	562.71	670.90
560.9	633.5	20	0.780	0.772	633.5	625.55	576.90	689.11
718.5	646.7	21	0.820	0.915	646.7	642.17	592.34	709.66
602.7	671.6	22	0.860	1.080	671.6	661.31	609.77	733.70
646.7	673.3	23	0.900	1.282	673.3	684.65	630.57	763.49
554.4	685.3	24	0.940	1.555	685.3	716.35	658.17	804.55
412.7	718.5	25	0.980	2.054	718.5	774.21	707.21	880.88

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne.inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq.théo.	Pér. Ret.
0.2	-0.841	438.49	373.06	487.67	438.49	0.2	1.3
0.5	0.000	536.05	486.80	585.29	536.05	0.5	2.0
0.8	0.841	633.61	584.43	699.03	633.61	0.8	5.0



*Fig. III.1 :Ajustement à la loi de GAUSS (loi Normale)*

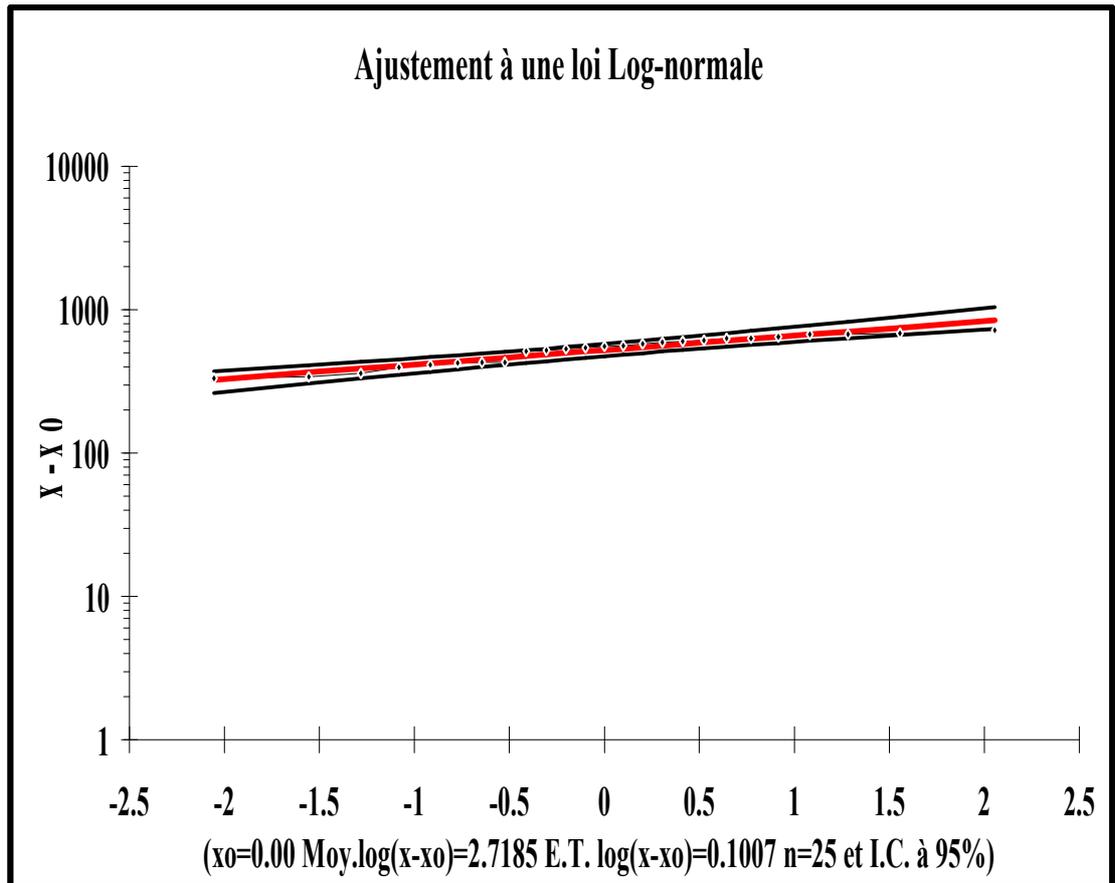
**III.1.2.2- Ajustement à la loi log-Normale (GALTON)**

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Boukerdane à la loi log-Normale sont regroupés dans le tableau III.3 et la figure III.2 suivante :

**Tableau III.3 : ajustement à la loi de Galton**

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
331.5	331.5	1	0.020	-2.054	331.5	324.83	262.42	371.41
579.8	339.9	2	0.060	-1.555	339.9	364.68	305.71	409.68
358.8	358.8	3	0.100	-1.282	358.8	388.55	331.87	432.94
534.2	395.7	4	0.140	-1.080	395.7	407.12	352.24	451.33
612.4	412.7	5	0.180	-0.915	412.7	423.01	369.60	467.33
430.7	424.7	6	0.220	-0.772	424.7	437.30	385.10	481.99
339.9	428.3	7	0.260	-0.643	428.3	450.58	399.38	495.86
671.6	430.7	8	0.300	-0.524	430.7	463.18	412.81	509.30
633.5	514.2	9	0.340	-0.412	514.2	475.37	425.62	522.55
395.7	521.9	10	0.380	-0.305	521.9	487.31	438.02	535.80
514.2	534.2	11	0.420	-0.202	534.2	499.15	450.13	549.22
673.3	544.1	12	0.460	-0.100	544.1	511.01	462.08	562.95
521.9	554.4	13	0.500	0.000	554.4	523.03	473.97	577.16
428.3	560.9	14	0.540	0.100	560.9	535.32	485.93	592.02
424.7	579.8	15	0.580	0.202	579.8	548.05	498.08	607.73
593.8	593.8	16	0.620	0.305	593.8	561.36	510.56	624.53
544.1	602.7	17	0.660	0.412	602.7	575.46	523.50	642.72
685.3	612.4	18	0.700	0.524	612.4	590.60	537.12	662.68
631.6	631.6	19	0.740	0.643	631.6	607.13	551.68	684.95
560.9	633.5	20	0.780	0.772	633.5	625.55	567.56	710.34
718.5	646.7	21	0.820	0.915	646.7	646.69	585.36	740.15
602.7	671.6	22	0.860	1.080	671.6	671.92	606.11	776.61
646.7	673.3	23	0.900	1.282	673.3	704.05	631.86	824.28
554.4	685.3	24	0.940	1.555	685.3	750.12	667.72	894.84
412.7	718.5	25	0.980	2.054	718.5	842.15	736.53	1042.42

Fréquence	Ude Gauss	Valeur théo.	Borne.inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq.théo.	Pér. Ret.
0.2	-0.,841	430.31	377.53	474.79	430.31	0.2	1.3
0.5	0.,000	523.03	473.97	577.16	523.03	0.5	2.0
0.8	0.,841	635.72	576.17	724.58	635.72	0.8	5.0



**Fig. III.2 : Ajustement à la loi log-Normale (loi de GALTON)**

### III.1.3 Test de validité d'un ajustement

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

#### III.1.3.1- Test de validité de l'ajustement à la loi Normale

Test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel *HYFRAN*. On calcule  $\chi^2_{\text{calculé}}$

- On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$ .
- On détermine  $\chi^2_{\text{théorique}}$  sur la table de Pearson III

Avec :

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

la loi adéquate pour une erreur  $\alpha=0,05$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$

Station de Boukerdane

Test d'adéquation : Loi Normale

Résultats :

Khi carré = 2.72  
 p-value p = 0.6057  
 Degrés de liberté :  $\gamma = 4$   
 Nombre des classes : 7

➤ D'après la table de Pearson du  $\chi^2$  :

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.72 < \chi^2_{\text{théorique}} = 7.815 \quad \text{donc l'ajustement est à considérer.}$$

### III.1.3.2- Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale

Station de Boukardane

Test d'adéquation : Loi log-Normale

Résultats

Khi carré = 4.4  
 p-value p = 0.3546  
 Degrés de liberté :  $\gamma = 4$   
 Nombre des classes : 7

D'après la table de Pearson du  $\chi^2$  :

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.40 < \chi^2_{\text{théorique}} = 7.815 \quad \text{donc l'ajustement est à considérer.}$$

Donc on prend l'ajustement de la loi normal (loi de GAUSS) car la plus simple.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la probabilité 80 %.

**Tableau III.4 : Précipitations moyennes mensuelles**

mois	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	Avril	mai	juin	juil	aout	tot
<b>P(mm)</b>	33,04	45,36	85,39	81,55	75,05	62,70	56,82	54,49	31,73	5,57	1,90	2,54	536,05

L'année de calcul est calculée par la formule suivante :

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

Donc le tableau de l'année de calcul est représenté dans le tableau suivant :

**Tableau III.5: Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul**

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	année
<b>P<sub>moy80%</sub></b>	61,39	51,28	46,47	44,57	25,95	4,55	1,55	2,07	27,02	37,10	69,84	66,70	438,49



## **Chapitre IV :**

# **PEDOLOGIE ET LA SOURCE D'EAU**

## CHAPITRE IV : PEDOLOGIE ET LA SOURCE D'EAU

### IV.1- Pédologie

L'étude pédologique est d'une importance capitale lors de toute étude d'aménagement d'un périmètre, ses principaux objectifs sont :

- L'appréciation de potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation en mettant l'accent sur les zones de faibles aptitudes à l'irrigation et la mise en culture pour les éliminer afin d'avoir les délimitations définitives du périmètre irrigable.
- Fournir à l'irrigateur les données fondamentales qui vont lui permettre de fixer les caractéristiques du sol à base desquelles il va choisir les genres de cultures adéquates et les systèmes d'irrigations appropriés.

#### IV.1.1- Formation et Evolution des sols

Les processus pédogénétiques qui ont conditionnés la formation des sols de la région d'étude sont essentiellement :

- La rubéfaction .
- La brunification .
- L'Hydromorphie .

##### • IV.1.1.1- La Rubéfaction

Le processus de rubéfaction a probablement commencé depuis longtemps et agit toujours dans la région d'étude. Il a touché essentiellement les sols en pente . Les sols rubéfiés reposent généralement sur des grès calcaires et des calcaires.

Les caractères de l'altération de ces sols est la conservation des cations basiques (Ca, Mg) au sein du profil, ramenés constamment en surface par le jeu du cycle biogéochimique et les remontées capillaires en saison sèche.

##### • IV.1.1.2- La Brunification

Ils s'agit de sols intergrades, incomplètement rubéfiés ayant subi une décarbonatation encore incomplète .

La rubéfaction n'est pas complète et ne dépasse pas la gamme 5 YR du code Munssel.

Ces sols se trouvent en juxtaposition avec les sols rouges méditerranéens .

##### • IV.1.1.3- L'Hydromorphie

La texture fine à très fine présente au niveau des terrasses alluviales a conduit à l'apparition de l'hydromorphie surtout en profondeur avec des pseudo-gley dans certaines unités des sols peu évolués .

#### **IV.1.2- Différents types de sols rencontrés**

La cartographie pédologique a fait ressortir cinq classe de sols :

- Sols peu évolués.
- Sols calcimagnésiques.
- Vertisols.
- Sols fersiallitiques.
- Sols hydromorphes.

##### **IV.1.2.1- Les sols peu évolués**

Ils présentent un profil de type A/C, moyennement profond à profond de textures fines à moyennes . Les structures sont de types massives à prismatic-lamellaire en profondeur présentant ainsi un obstacle à l'enracinement des plantes.

##### **IV.1.2.2- Les sols calcimagnésiques**

Ils se caractérisent par un horizon d'accumulation de calcaires donnant naissance le plus souvent à un horizon différencié (Bca). Ils se retrouvent avec les sols rouges méditerranéens.

##### **IV.1.2.3- Les vertisols**

Ils occupent une superficie réduite , donc peu représentatifs comme unité pédologique Ils sont riche en argile gonflante (Montmorillonite) et caractérisée par une homogénéité du profil.

##### **IV.1.2.4- Les sols à sesqui oxyde de fer ( fersiallitiques )**

Ils sont surtout localisés dans la partie Ouest et se trouvent en pente . Dans le groupe des sols rouges non lessivé ; le type modal est le plus représentatif , il repose sur plusieurs matériaux : alluvions , argile , calcaire , et calcareo-greux . Les sous-groupes hydromorphes-vertiques occupent des superficies moins importantes .

\*Les groupes des sols bruns non lessives est représenté par deux sous-groupes modal et hydromorphe . Généralement ils se retrouvent en juxtaposition avec les sols rouges méditerranées.

##### **IV.1.2.5- Les sols hydromorphes**

Ils sont rencontrés dans la zone d'étude sont caractérisés par des phénomènes de réduction de fer liés par une saturation temporaires ou permanente des pores par l'eau . Le fer ferreux s'accumule dans le profil en lui conférant une teinte gris verdâtre

Ces sols sont représentés par un seul groupe : sols à pseudo-gley .

**Tableau IV.1: Pédologie du sol de la région**

Classe	Sous classe	Groupe	Sous-groupe	Famille	Séries
Sesquioxydes de fer	Sols rouges formes sous climat de type méditerranéen	Sols rouges peu lessives	Vertique	Alluvion anciennes ou alluvions colluvions	Sur encroutement calcaire
Calcimagnésiques	Sols carbonatés	Brun calcaire	Modal	Alluvions colluvions	Sur sol noircis enterré
Sols peu évolués	Sols peu évolués	D'apport alluvial	Modal	Alluvions calcaires	profond

Source : ANRH (Blida)

#### IV.1.3- Caractéristiques physico-chimiques a ces sols

##### IV.1.3.1- Caractéristiques physiques

###### a) Couleur

Dans la région d'étude, ou à la prédominance de deux couleurs : la couleur rouge et brune. La couleur rouge est due dans une large mesure à la présence du fer sous forme d'oxyde ou hydroxyde des ferriques. Les couleurs sombres (brun, brun grisâtre) sont données par l'incorporation de la matière organique. Les sols rouges ont des couleurs qui vont du 5 YR jusqu'à 25 YR. Les couleurs brunes correspondent à une valeur de 10 YR caractérisent les sols peu évolués (modal et hydromorphe).

###### b) Structure

La structure d'un sol permet de déterminer le niveau de développement du profil pédologique. Dans la zone d'étude, les structures des sols sont les suivantes :

- Polyédrique moyenne à fine.
- Grumeleuse en surface devenant le plus souvent massive à sous –structures polyédrique.
- Prismatique due à la présence d'argile en proportion élevée (>40%).

###### c) Texture

La détermination de la texture du sol sert à :

- Reserve en eau du sol.
- Infiltration de l'eau.
- Choix du système d'irrigation.
- Pilotage de l'irrigation.

Dans la zone d'étude, les textures des sols sont les suivants :

- Texture fine à très fine.
- Texture moyenne.

**d) Caractéristique hydrique***Humidité au point de flétrissement ( Pf 4,2 )*

- Pour les textures très fines , elle est compris entre 16% et 20% avec une moyenne de 18%.
- Pour les textures fines , elle comprise entre 10,2% et 13,2% avec une moyenne de 16,95%.
- Pour les textures moyennes , cette humidité est comprise entre 9,2% et 15% avec une moyenne de 12,1%.

*Humidité équivalente ( Pf 2,5 )*

- Pour les textures très fines , elle est compris entre 21% et 28% avec une moyenne de 24,5% .
- Pour les textures fines , elle comprise entre 14,4% et 18,7% avec une moyenne de 16,5% .
- Pour les textures moyennes , cette humidité est comprise entre 13,9% et 24% avec une moyenne de 18,95%.

**e) Perméabilité ( K en cm/h ) de Henin et Is****\*Perméabilité**

- Pour les textures moyennes , la perméabilité est comprise entre 3,1 et 7, 3 cm /h. Elle correspond à des sols perméables .
- Pour les textures fines , elle se situe entre 1,3 et 7,6 cm /h . Elle correspond à des sols assez perméables .
- Pour les textures très fines , elle se situe entre 1,3 et 2,4 cm/h. Elle correspond à des sols assez perméables .

**\* Is**

Les sols hydromorphes donnent une stabilité structurale moyenne , bonne chez les calcimagnésiques. Elle a tendance d'occuper les trois classes c'est-à-dire bonne, moyenne à médiocre dans les sols à sesquioxyde de fer. Dans les sols peu évolués, elle est moyenne à bonne.

**IV.1.3.2- Caractéristiques chimiques****a) Matière organique M.O****Tableau IV.2: Le taux de M.O des sols.**

Classe	Taux de M.O ( %)	C/N
Sols peu évolués	0,9 – 2,80	8 – 10
Sols calcimagnésiques	0,7 – 1,12	8 – 10
Vertisols	0,5 – 0,90	9 – 10
Sols à sesquioxyde de fer	1,2 – 2,50	9 – 10
Sols hydromorphes	1,4 – 2,54	9 – 10

Source : ANRH (Blida)

D'une façon générale, ces sols sont moyennement pourvus à pauvres en matière organique. Ce sont surtout les horizons de surface qui sont moyennement pourvus en matière organique. Celle-ci décroît progressivement avec la profondeur. On constate par ailleurs que le rapport C/N est une bonne décomposition de la matière organique, contenant un taux d'acide humique élevé (humus stable).

### b) Le calcaire

**Tableau IV.3 : Les résultats analytiques du sol**

Classe	Les résultats
Sols peu évolués et calcimagnésiques	Taux de calcaires actifs élevés, généralement supérieur à 8%. La quantité de calcaire total peut arriver à 60% dans les horizons de profondeur pour certains profils pédologiques.
Sols sesquioxyde de fer	Le calcaire total est sous forme de traces pour quelques profils, pour le reste, ils sont décarbonatés.
Sols hydromorphes	Ces sols sont moyennement pourvus avec des taux de calcaire actif ne dépassant pas les 7%.

*Source ANRH (Blida)*

### c) Salure

**Tableau IV.4 : Salure du sol en mmhos/cm**

Classe	Sols peu évolués	Sols Calcimagnésiques	Vertisols	Sols à sesquioxydes de fer	Sols hydromorphes
Salure	< 2	0,4 – 1,02	0,4 – 1,02	0,5 – 1,42	Salins ou légèrement salins

*(Source ANRH Blida)*

## d) Le PH

Tableau IV.5 : PH du sol

Classe des sols	PH
Peu évolués	PH Neutre à faiblement alcalin , PH augmente avec la profondeur
Calcimagnésiques	PH Faiblement alcalin, PH entre (7,2-7,8)
Vertisols	PH neutre pour les horizons de surface, et faiblement alcalin en profondeur
Sesquioxyde de fer	PH neutre à faiblement alcalin . En profondeur ,ils ont tendance à devenir faiblement à modérément acide
Hydromorphes	PH Faiblement alcalins

( Source ANRH Blida )

Tableau IV.6 : Fiche analytique du sol (source ANRH de Blida)

Type du sol	Profondeur (cm)	Granulométrie ( % )					Complexe absorbant (meq/100g de sol)			
		A	Lf	Lg	Sf	Sg	Ca	Mg	K	Na
Sesquioxydes de fer	0 – 40	43	30	10	8	5	24	2	0,32	0,43
	40 – 75	38	34	10	8	5	22	3	0,23	0,43
	75 – 120	48	28	8	7	5	20	4	0,17	0,43
Calcimagnésique	0 – 30	48	35	6	5	12	33	3	0,24	0,38
	30 – 70	49	36	6	5	1	34	3	0,20	0,43
	70 – 110	53	34	5	3	1	35	5	0,20	0,54
Peu évolués	0 – 22	33	45	16	5	1	32	3	0,86	0,76
	22 – 53	33	43	17	4	0	31	3	1,14	0,64
	53 – 84	37	42	3	18	0	36	5	0,97	0,32
	84 – 115	40	54	3	0	0	29	4	1,52	0,15

Tableau IV.7 : Caractéristique physique de la solution du sol

Type du sol	Profond	Solution du sol		Caractéristiques physiques	
		C.E (mmho/cm)	PH	PF 4,2	PF 2,5
Sesquioxydes de fer	0 - 35	0,51	7,76	9,40	19,3
	35 - 50	0,49	7,20	8,30	18,1
	50 - 80	0,90	6,60	1,50	22,7
Calcimagnésique	0 - 30	0,58	7,90	-	27,1
	30 - 60	0,37	8,00	-	28,4
	60 - 110	0,35	8,08	-	31,3
Peu évolués	0 - 30	0,62	7,90	10,6	26,4
	30 - 65	0,49	8,00	11,4	25,8
	65 - 110	0,70	8,14	12,6	26,3
	-	0,65	8,02	-	-

Source ANRH de Blida

## IV.2- La source d'eau

Vu le site de la région ; la variété de ressource en eau se présente, en premier lieu, en eaux superficielles, particulièrement, les apports de l'oued El Hachem et les eaux transférées de l'oued Nador stockés dans le barrage de Boukerdane, puis les eaux souterraines.

### IV.2.1- Modélisation du barrage de Boukerdane

#### \*La géométrie de la retenue

L'identité de la retenue est représentée par le tableau IV.8, le paragraphe des caractéristiques de la retenue ainsi que ses courbes caractéristiques.

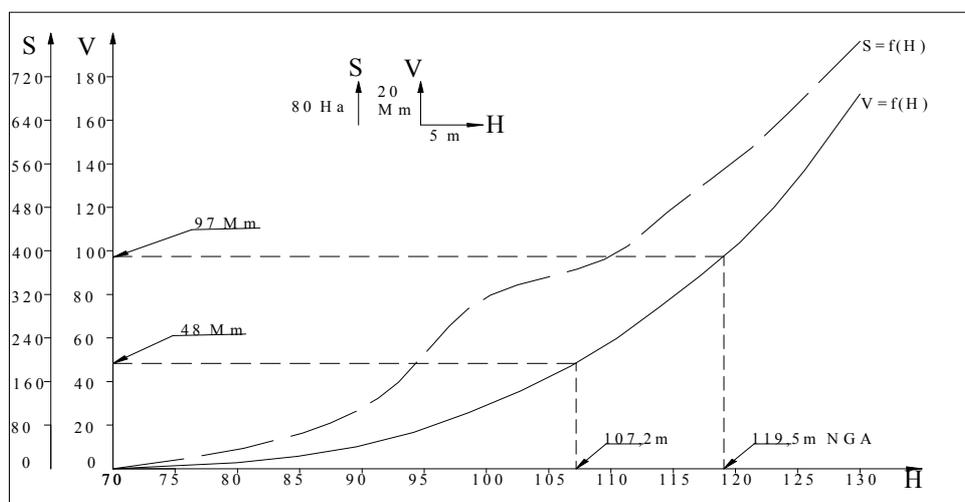
Tableau IV.8 : Les volumes – Surfaces – Hauteur de la retenue

H [m NGA]	70	93	100	105	110	115	120	125	130
V[Mm <sup>3</sup> ]	0	14,8	29	41,5	58	79	102	133	172
S [Ha]	0	160	245	315	390	480	565	670	785

Source : Bureau d'exploitation du barrage de Boukerdane

**\*Caractéristiques de la retenue :**

- Coordonnées.....X=464,30; Y=359,90; Z=110m NGA
- Niveau normal de la retenue .....119,50m NGA
- Niveau des plus hautes eaux .....123,00m NGA
- Niveau minimum avec la garde d'envasement.....107,00m NGA
- Surface du plan d'eau normal.....550,00 Ha
- Capacité total de la retenue.....97,00 Mm<sup>3</sup>
- Réserve d'envasement.....0,80 Mm<sup>3</sup>
- Volume régularisable.....49 Mm<sup>3</sup>



**Fig. IV.1: Courbes hauteur- volume- surface de la retenue Boukerdane**

#### IV.2.2- Les eaux souterraines

Pour l'étude de l'aquifère, on remarque une insuffisance dans la connaissance tant de l'hydrodynamisme général. Les nappes aquifères du Sahel algérois ouest sont situées dans la formation Plio- mio- quaternaire des vallées des oueds El Hachem et Nador.

La nappe de l'aquifère du Nador ( la définition en chapitre I : I.8- Hydrogéologie)

La nappe de l'aquifère El Hachem est libre dans sa partie nord, puis devient captive au sud où apparaît un dédoublement du principal horizon aquifère ; l'alimentation est, donc, par drainance à partir de la nappe phréatique, par infiltration des pluies efficaces à partir des zones d'affleurement des formations perméable dans les limites latérales et, particulièrement, par l'oued El Hachem dont la relation avec la nappe est bien établie, or la mise en eau de la retenue de Boukourdane a réduit la recharge dans un rapport de 2/3, soit de 8/12 Mm<sup>3</sup>/an.

D'après les données actuelles, les volumes prélevés de ces deux nappes sont estimés à 6Mm<sup>3</sup>, dont 0,8Mm<sup>3</sup> pour l'irrigation.

### IV.2.3- Qualité Physico-chimiques des eaux

D'après S.T. Powell Rapporté par Ven Techow (1964) les qualités physico- chimiques se référant aux caractéristiques physiques, biologiques et à la teneur en matière minérale de l'eau (Ogé Jean Pierre Louis, 1984).

Certains auteurs déterminent les qualités de l'eau en tenant compte de la nature du sol, du climat local, des types de culture de méthodes d'irrigation, des conditions locales de drainage. Cependant dans la pratique on considère uniquement le dosage de certains éléments minéraux qui renseignent significativement sur les qualités physico-chimiques des eaux étudiées.

Dans ces textes on adoptera deux indices :

→ Le T.A.S (taux d'absorption de sodium) ou S.A.R et le C.E. (conductivité électrique). C'est aux U.S.A en 1953 que ces indices ont été adoptés par Richard et Al du laboratoire de Riverside.

L'équation de Gapon en (1933) donne le T.A.S

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

T.A.S : Taux d'absorption du sodium

$Na^+$  : quantité de sodium en  $m_{eq}/l$  dosée dans l'eau

$Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  : ion calcium et magnésium en  $m_{eq}/l$  dosée dans l'eau

$M_{eq}/l$  : milli équivalent par litre

#### \*Interprétation du T.A.S (conditions limites)

$T.A.S < 10$  : Le risque alcalin est faible

$10 < T.A.S < 18$  : Le risque est moyen

$18 < T.A.S < 26$  : Le risque est élevé

$26 < T.A.S$  : Le risque est très élevé

→ **La conductivité électrique (C.E)**

Cet indice renseigne sur la salinité générale de l'eau et est exprimé en mho/cm.

**\*Interprétation de la conductivité électrique**

CE<250 ìmho/cm : Risque de salinité faible

250<C.E<750 ìmho/cm : risque de salinité moyen

750<C.E<2250 ìmho/cm : risque de salinité élevé

2250<C.E ìmho/cm : risque de salinité très élevé

**Tableau IV.9 : Résultats sur la qualité de l'eau**

Description	CE ìmhos/cm	Na (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	T.A.S ou SAR (ìmho/cm)
<b>Résultats</b>	<b>710</b>	<b>1.30</b>	<b>0.39</b>	<b>0.8</b>	<b>1.68</b>

Source : ANRH de Blida

D'après le tableau ci-dessus on remarque que la :

- Le risque alcalin est faible
- Le risque de salinité moyen

## CONCLUSION

L'aire d'étude subit l'influence du climat littoral, qui se caractérise par un régime pluviométrique à pluie abondante en hiver et presque nulle en été.

En tenant compte des conditions climatiques, et des potentialités en sols avec toutes leurs particularités et la qualité des eaux, l'aire d'étude présente des conditions très favorables, pour l'irrigation et développement des cultures.

Troisième partie

*ETAT ACTUEL*

**Chapitre I : Etude de l'état actuel**

**Chapitre I :**

**ETUDE DE L'ETAT  
ACTUEL**

## **Introduction**

L'étude de l'état actuel a pour but de présenter un développement agricole cohérent en se basant sur une analyse des contraintes socio-économiques et des facteurs qui influent sur la production .

A cet effet il a été procédé à une enquête sur le terrain auprès des agricultures, leurs représentants ( chambres d'agriculture et associations ), et les services techniques et spécialisés de la wilaya :

- ✓ DSA
- ✓ Subdivisions
- ✓ O.N.I.D
- ✓ D.H.W

L'enquête a porté sur les caractéristiques foncières, la répartition culturale par grandes spéculations : maraichage, arboricultures, les systèmes de production, les techniques culturales ainsi que les résultats obtenues.

## CHAPITRE I : ETUDE DE L'ETAT ACTUEL

### I.1- Le secteur agricole

#### I.1.1- Statut foncier

Le périmètre Sahel Algérois Ouest s'étale de la commune de Hadjret Ennous vers Tipaza en allant de l'Ouest à l'Est et vers Sidi Amar et Hadjout en allant du Nord au Sud.

Suite à la loi 87/19, du 8 Décembre 1987, les domaines agricoles spécialistes (DSA) ont été réorganisés en EAC ou EAI.

Les EAC ont été créés le plus souvent sur la base du revenu global de l'exploitation, ce revenu est intimement lié à la taille de l'exploitation et aux cultures pratiquées en sec ou irrigué.

Dans la zone d'étude deux types de propriété existent, le secteur réorganisé avec des EAC et EAI et le secteur privé.

**Tableau I.1: Occupation du sol**

Secteur	EAC (ha)	EAI (ha)	Privé (ha)	Surface total(ha)
III	590.7	63.41	0	654.11
IV	258.09	25.06	0	283.15
V	239.8	19.07	11.62	270.49

( Source : ONID( unité de Cherrhell. Tipaza))

### I.2- L'adduction

#### I.2.1- Caractéristiques du transfert NADOR – BOUKERDANE

##### I.2.1.1- Préambule

La dérivation des eaux de l'oued Nador vers le barrage de Boukerdane a fait l'objet d'un d'A.P.D en Juillet 1993.

##### I.2.1.2- Objet du transfert

Il est conçu pour permettre, essentiellement, le transfert des eaux de l'oued Nador vers le barrage de Boukerdane en hiver et l'irrigation en été.

En hiver, les stations de pompage en cascade **SP1** et **SP2** refoulent l'eau vers le barrage. En été, la mise sous pression pour l'irrigation est assurée par la station **SP3**.

Les débits nominaux sont de 4 m<sup>3</sup>/s pour le remplissage et 4,6 m<sup>3</sup>/s pour l'irrigation.

### I.2.1.3- Fonctionnement du transfert

Celui-ci a 3 régimes de fonctionnement désignés : **hiver – été**

- **Hiver** – Il est utilisé pour le transfert des volumes pompés dans l’oued par les stations *SP1-SP2* vers le barrage de Boukedane via le réservoir de restitution, *SP3* pour cette configuration est à l’arrêt.
- **Eté** – Il assure les besoins de l’irrigation des périmètres du Sahel Algérois Ouest et du secteur C de la Mitidja Ouest. La station *SP3* est utilisée dans ce cas, pour la mise en pression du transfert via le réservoir R2 (Sidi Moussa)

### I.2.2- Schéma d’adduction et critères de dimensionnement

#### I.2.2.1- Schéma d’adduction

Il se caractérise par l’existence de deux couloirs distincts : Ouest et Est (voir la figure I.1). (Source. Service d’exploitation du barrage de Boukerdane)

#### I.2.2.2- Critères de dimensionnement

##### \* Dispositions générales

Le **COULOIR EST** est constitué, d’un piquage sur le transfert, d’un adducteur d’un réservoir **R4.0** équipé d’un brise charge, d’un départ pour le secteur **IV** et d’un filtre. A son aval se trouve la station **SP4**, un adducteur et le réservoir **R4.1**. De cet ouvrage une adduction commune alimente les secteurs **III** et **V** qui se divisent en 2 adductions spécifiques. Pour assurer l’aspersion au niveau du secteur **III**, il est prévu un surpresseur **SSP3** en tête du réseau de distribution.

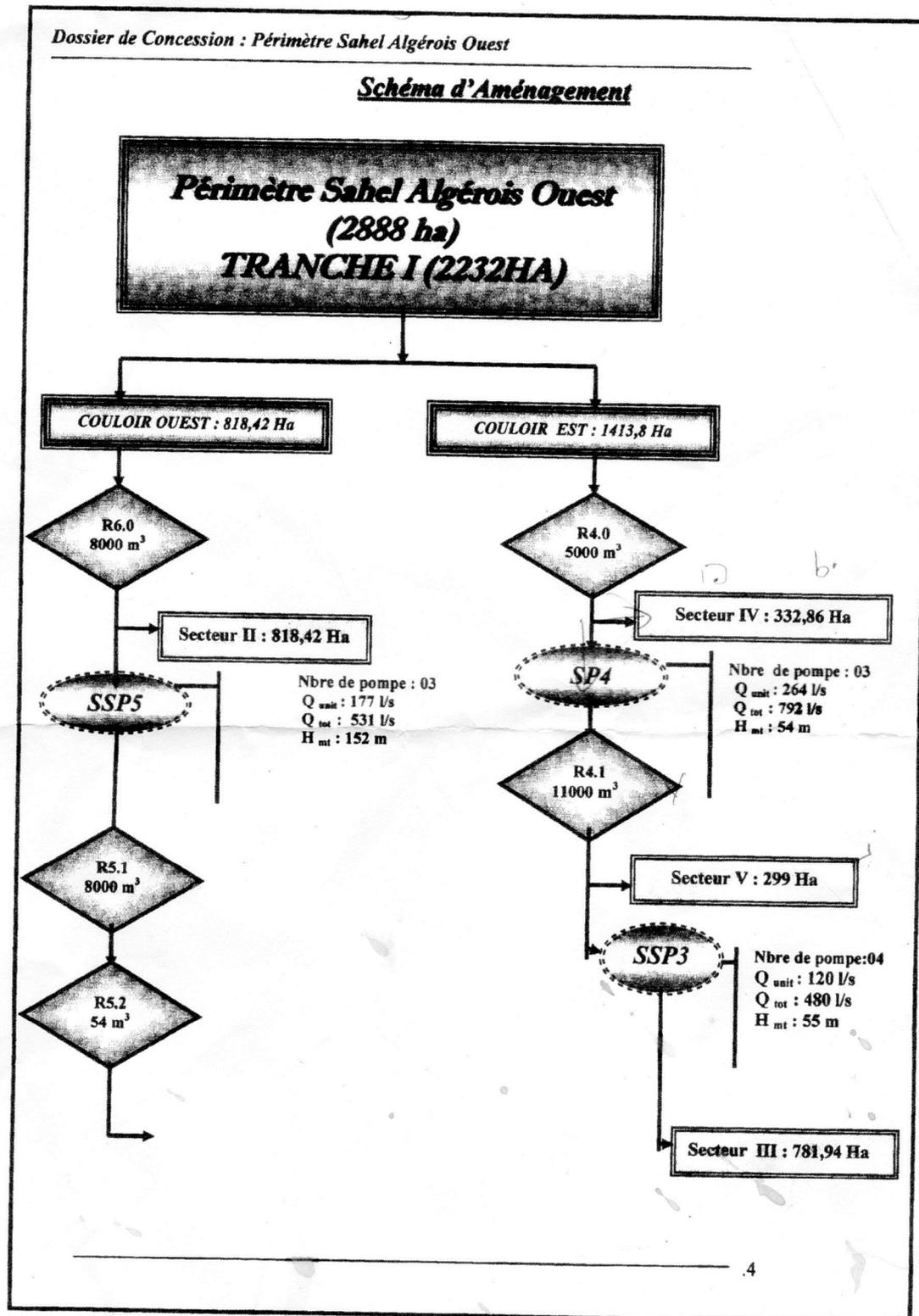


Fig. I.1 : Schéma d'aménagement du Sahel Algérois

### a) Débit d'équipement

Les évaluations économiques menées au titre des études de variantes d'aménagement ont montré que le pompage durant les heures de pointe est plus pénalisant que la construction d'ouvrage de régulation; en conséquence, les débits des adductions sont calculés pour un fonctionnement de 20 heures.

Ces débits sont les suivants :

**Tableau I.2 : les débits d'équipement**

Secteur	Besoins nets de pointe (hm <sup>3</sup> )	Débit (l/s)
I	0.821	526
II	0.732	469
III	0.743	475
IV	0.495	317
V	0.376	243
<b>Périmètre</b>	<b>3.169</b>	<b>2030</b>

*Source : Service d'exploitation du barrage de Boukerdane*

Sous ces conditions les débits des adductions sont :

**Tableau I.3 : Les débits d'adductions**

Couloir	Tronçon	Débit (l/s)
<b>EST-Bretelle Nord</b>	Piquage Transfert-Réservoir R4.0	1030
<b>EST-Bretelle Sud</b>	R4.0-Secteur IV	317
	Refoulement SP4-R4.1	718
	Tronçon commun au secteur II et III	718
	Adduction spécifique secteur III	475
	Adduction spécifique secteur V	243

*Source : Service d'exploitation du barrage de Boukerdane*

### b) Perte de charge

Le tableau ci-dessous résume les résultats du calcul hydraulique :

**Tableau I.4 : Récapitulatif du calcul hydraulique**

Couloir	Tronçon	Débit (l/s)	Diam. (mm)	Longueur (m)	Perte de Charge Totale (m)	Cote piézométrique (m)		Cote T.N (m)	
						Amont Tronçon	Aval Tronçon	Amont Tronçon	Aval Tronçon
Est	R4.0-R4.1	718	700	922	4.72	104.00	142.00	103.00	43.47
	R4.1-Int	718	1000	1436	1.16	142.00	141.54	43.47	51.34
	Int-SSP3	475	600	2583	13.10	141.54	128.44	51.34	38.50
	Int-Sect.V	243	600	1582	2.16	141.54	139.38	51.34	52.60

Source : Service d'exploitation du barrage de Boukerdane

### I.2.3- Consistances des infrastructures d'adduction

#### I.2.3.1- Descriptif des adductions

Le réseau d'adduction pour la desserte des secteurs du périmètre est composé d'un ensemble de conduites reliées entre elles par des stations de pompage ou par des réservoirs.

Le réseau pour la desserte du couloir Est est composé de six ( 06 ) tronçons :

- **Tronçon 1** : Transfert Nador – Réservoir R4.0
- **Tronçon 2** : Réservoir R4.0 – Secteur IV
- **Tronçon 3** : Sp4 – Réservoir R4.1
- **Tronçon 4** : Réservoir R4.1 – INT
- **Tronçon 5** : INT – Secteur III
- **Tronçon 6** : INT – Secteur V

**Tableau I.5 : Descriptif physique des adductions**

Désignation	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Débit (l/s)
<b>COULOIR EST</b>			
Tête morte Conduite Transfert – R4.0	800	426	1035
Refoulement R4.0–R4.1	700	922	718
Tronçon commun R4.1 – SIII / SV	1000	1436	718
Adduction spécifique secteur III SIII/SV-SIII	600	2583	475
Adduction spécifique secteur V SIII/SV-SV	600	1582	243

Source : Service d'exploitation du barrage de Boukerdane

### I.2.4- Nature des matériaux

La nature des matériaux est choisie en fonction des contraintes d'utilisation (principalement pression), de la nature des terrains et des disponibilités en Algérie.

- Le béton précontraint à emboîtement pour les adductions en terrains agricoles.
- L'acier revêtu intérieurement en ciment et protégé extérieurement contre la corrosion pour les terrains accidentés (forte pente, traversée d'oued) et franchissement de route.

### I.2.5- Réservoir COULOIR EST

#### I.2.5.1- Réservoir R4.0

Il dessert les secteurs III, IV et V est constituée également la bêche d'aspiration de la station de pompage SP4.

#### a- Dimensionnement

##### a.1- Calage hydraulique

Ce réservoir est alimenté depuis un piquage sur le transfert à l'amont immédiat de SP2, par une conduite de 800mm, de longueur de 426m.

Le débit nominal, somme des débits des secteurs III, IV et V, est de 1035 l/s.

La variation de la cote piézométrique en régime permanent à l'entrée du réservoir en fonction du débit et de la perte de charge de la conduite de transfert est indiquée ci-après :

**Tableau I.6 : Variation du cote piézométrique de réservoir R4.0**

Débit nominal (l/s)	Cote SP2		Perte de charge adducteur SP2 / R4.0			Cote arrivée R4.0	
	mNGA		$\phi$	L	J	mNGA	
	min	max	mm	m	m	Min	max
0	115	151	800	457	0	115	151
1030	115	151	800	457	2.4	112.60	148.60

$\phi$  : diamètre de la conduite.

L : longueur de la conduite.

J : gradient hydraulique.

La cote du seuil de l'obturateur est 105.30m NGA, les variations de pression à l'entrée du réservoir sont :

En statique :  $\Delta = 45.70$

En régime permanent :  $\Delta = 43.30$        $\Delta = 7.30$

En régime permanent :  $\Delta = 42.70$        $\Delta = -43.30$

### **a.2- Volume de réservoir R4.0**

Il est prévu un volume de stockage et un volume tampon pour l'inertie de la conduite.

Volume de stockage :  $V_s = 4565 \text{ m}^3$

Volume d'inertie de la conduite :  $V_i = 17 \text{ m}^3$

Le volume utile de R4.0 est :  $V_u = 4565 + 17 = 4582 \text{ m}^3$

On retient                       $V = 5000 \text{ m}^3$

### **a.3- Dimensions du réservoir**

Ce réservoir aura les dimensions suivantes : Marnage 3 m et section  $1700 \text{ m}^2$ . Le plan d'eau varie entre 102 et 99 m.NGA.

#### **1.2.5.2- RESERVOIR R4.1**

Ce réservoir est destiné à stocker les volumes de 4 heures de pointe des secteurs III et IV et à la régulation des groupes de pompage de SP4. Il est au TN 142 m.NGA.

### **a- Dimensionnement**

#### **a.1- Calage hydraulique**

Il sera constitué d'un premier bassin avec seuil déversant et le réservoir calé à la cote 143,65m.NGA.

#### **a.2- Volume de réservoir R4.1**

Le volume de stockage est :  $V_s = 10340 \text{ m}^3$

On retient                       $V = 11000 \text{ m}^3$

Il est évident que le volume de régulation est largement intégré .

#### **a.3- Dimensions du réservoir**

On retient un marnage de 3 m de régulation, ce qui conduit à une section de 3666 m<sup>2</sup> arrondie à 3721 m<sup>2</sup>.

Le volume total du réservoir est donc de 11163 m<sup>3</sup>.

## I.2.6- Stations des pompages

### I.2.6.1- Types et débits

Les stations de pompage projetées peuvent être classées en deux catégories :

- Station qui alimente le réservoirs ;il s'agit :
  - Pour le couloir Est, de la station SP4 qui refoule dans le réservoir R4.1 à partir de R4.0. Elle alimente les secteurs III et V.
- Station de mise en pression ;il s'agit :
  - La station SSP3 pour le secteur III. Cette dernière est en ligne sur l'adducteur d'irrigation concerné.

Les débits d'équipements des stations sont rappelés ci-après :

**Tableau I.7 : Stations des pompages de Couloir Est**

Stations	Nombre de groupes	Débit unitaires l/s	Débit global l/s
SP4	3	264	792
SSP3	4	120	480

Source : Service d'exploitation du barrage de Boukerdane

→ La station SP4 est, elle, au TN 100 directement mise en charge par le réservoir R4.0. Elle refoule vers R4.1 via un adducteur de 922 m en DN 700 par un seuil déversant du réservoir R4.1. les groupes sont asservis au niveau du réservoir **R4.1**.

Il est aussi prévu une vanne d'isolement et un by-pass motorisés au refoulement et une vanne motorisée à l'aspiration.

→ Le surpresseur SSP3 est à la cote 38,50 m NGA. Il est au bout de l'adducteur spécifique constitué d'un tronçon de 1436 m en DN 1000 et d'un tronçon de 2486 m en DN 600. Ce surpresseur assure une cote nominale de **180 m NGA** au réseau d'irrigation du secteur III.

## I.3-Répartition des cultures

D'après l'enquête faite et la collecte des données auprès de l'ONID (annexe III), on a résumer la répartition des cultures irriguées en fonction des années après mise en service de boukerdane dans les figures suivantes :

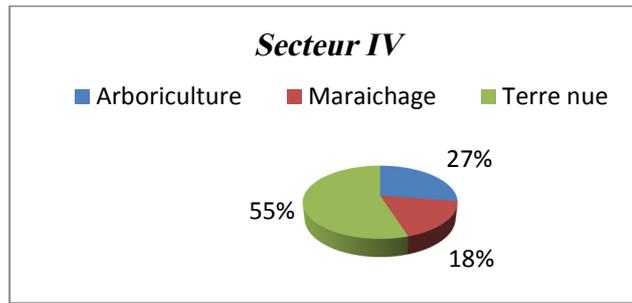


Fig. I.2 : La répartition des cultures pour l'année 2006

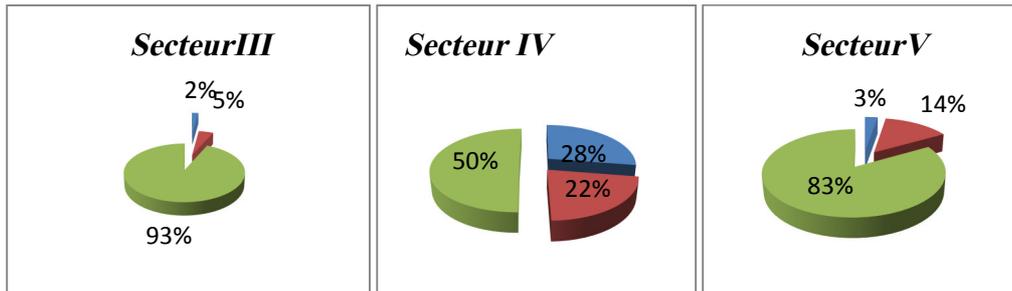


Fig. I.3 : La répartition des cultures pour l'année 2007

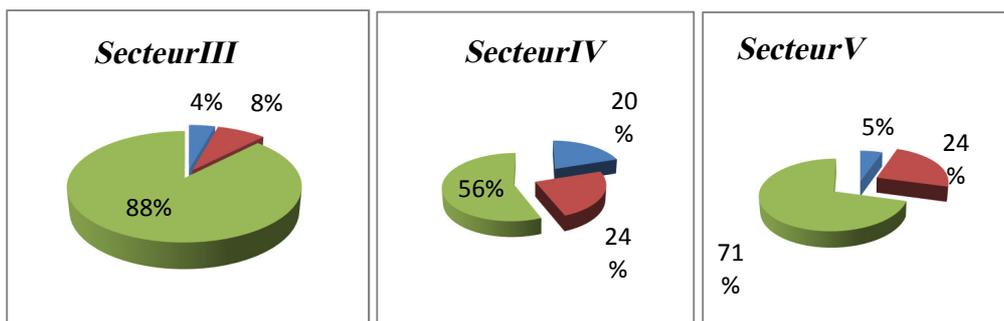


Fig. I.4 : La répartition des cultures pour l'année 2008

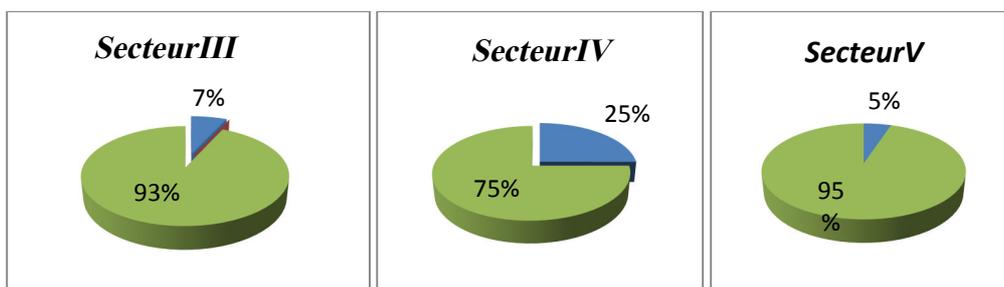
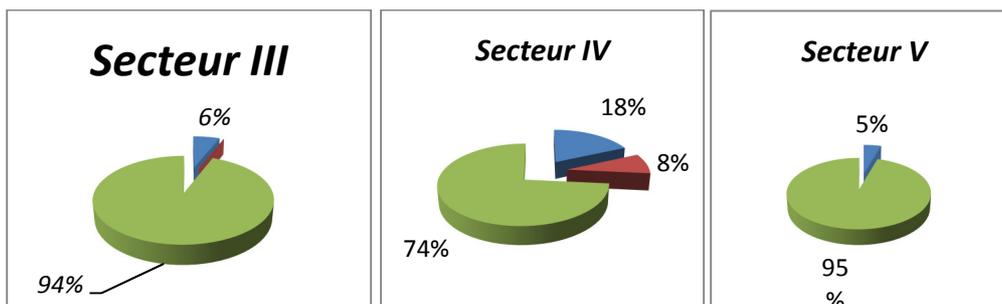
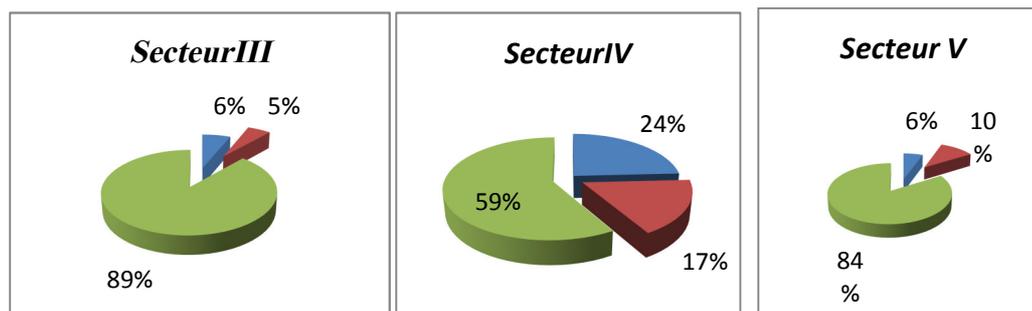


Fig. I.5: La répartition des cultures pour l'année 2009



**Fig. I.6: La répartition des cultures pour l'année 2010**



**Fig. I.7: La répartition des cultures pour l'année 2011**

L'analyse des figures d'occupation du sol, montre que la plus part des surfaces sont des terres nues et ça pour les trois secteurs.

L'analyse montre aussi qu'il y a deux types des cultures dont la surfaces occupées est faible l' arboricultures et le maraichage :

- Les maraichages : pomme de terre, tomate, choux.
- Les arboricultures : agrume, et les vigne.

Cette situation est due aux conditions de manque de ressource en ea

### **I.3.1- La ressource en eau de la zone d'étude**

La ressource en eau principale de la zone d'étude est le barrage de boukourdane Cette retenue se situe sur l'oued Hachem à environ 1,3 Km au Sud de village de Sidi Amar ( wilaya de Tipaza ).

Le barrage a une capacité de 97 millions de m<sup>3</sup> dont 49 millions de m<sup>3</sup> seulement seront régularisés.

Les eaux du barrage sont affectées à l'AEP des villes de Cherchell, Nador et de Tipaza et à l'irrigation du périmètre du Sahel Algérois et du secteur C de la Mitidja.

- Le Barrage de Boukourdane mise en service en 1996
- Mise en service du périmètre de Sahel Algérois : 2005

- Mise en service du périmètre de Mitidja Ouest (secteur C) : 2004
- La prévision étude de Barrage de Boukourdane :
  - ☞ 18 millions m, pour le Sahel Algérois
  - ☞ 13 millions m, pour le secteur C de la Mitidja Ouest.

#### **I.3.1.1- Volume alloué**

Le volume alloués c'est la totalité des volumes ( volume de Sahel Algérois + volume de secteur C de la Mitidja Ouest ) qui sort du Barrage.

Le tableau I.8 représente les volumes alloués du Barrage de Boukourdane depuis l'année 2005.

#### **I.3.1.2- Volume distribué**

Le volume distribué c'est le volume nécessaire pour satisfaire les besoins en eau des cultures.

Le tableau I.8 représente les volumes distribués de chaque secteur.

Ces informations sont résumées dans le tableau I.8.

Tableau I.8: Résumé de l'état actuel

Année	Secteur	Volume distribuée(m³)	Volume alloué de Boukourdane(m³)	Assolement réalisé				Sup. Irriguée(Ha)	Sup. Irrigable(Ha)
				Arboriculture		Maraichage			
				Ha	%	Ha	%		
2005	-	-	5000000	-	-	-	-	-	1242.68
2006	IV	671730	7650000	83	27.5	53	17.56	136	301.82
2007	III	142260	6500000	14	2.1	30	4.51	44	665.63
	IV	859613		83	27.5	67	22.2	150	301.82
	V	203398		7.5	2.72	38.5	13.99	46	275.23
	Total	1205271		104.5	8.41	135.5	10.90	240	1242.68
2008	III	390249	4000000	28.5	4.28	53.5	8.04	82	665.63
	IV	625072		60	19.88	72	23.86	132	301.82
	V	345342		15	5.45	65.5	23.80	80.5	275.23
	Total	1360663		103.5	8.33	191	15.37	294.5	1242.68
2009	III	106146	2500000	45.5	6.84	0	0	45.5	665.63
	IV	182785		75.5	25.01	0	0	75.5	301.82
	V	77948		14	5.09	0	0	14	275.23
	Total	366879		135	10.86	0	0	135	1242.68
2010	III	105385	3000000	39.5	5.93	0	0	39.5	665.63
	IV	266222		55	18.22	25	8.28	80	301.82
	V	71279		12.5	4.54	0	0	12.5	275.23
	Total	442904		107	8.61	25	2.01	132	1242.68
2011	III	284158	5000000	41	6.16	35	5.26	76	665.63
	IV	597390		73	24.19	52.5	17.39	125.5	301.82
	V	205205		15.5	5.63	29	10.54	44.5	275.23
	Total			129.5	10.42	116.5	9.7	246	1242.23



#### **II.4- Le réseau d'irrigation**

Le réseau d'irrigation projeté initialement à été fait à l'aide du logiciel RESEAU, les résultats figurent dans les annexes de l'état actuel (annexe IV).

#### **Conclusion**

Dans cette partie on conclut que depuis la mise en service du barrage de boukerdane les surfaces irriguées au niveau de chaque secteur ont nettement diminuées à cause du manque d'eau

- la plus part des terres de Sahel Algérois sont devenues des terres nues ;
- le réseau projeté initialement fonctionne à l'heure actuel cependant les surfaces équipées ne sont jamais irriguées à 100%.

Ainsi la seule manière d'augmenter ces surfaces c'est d'avoir un système plus efficient ou augmenter la ressource par l'utilisation des eaux usées épurées des step de HADJOUT et de TIPAZA, solution en projet

Pour notre part nous optons pour la première solution ,nous allons reconsidérer le mode d'irrigation c'est-à-dire utiliser l'irrigation localisée qui nous permettra tout en gardant les mêmes cultures augmenter les surfaces cultivées.

## Troisième partie

# ETAT FUTUR

**Chapitre I : Les besoins en eau d'irrigation**

**Chapitre II : Distribution**

**Chapitre III : Procédé et technique d'arrosage**

**Chapitre IV : Conception d'un réseau d'irrigation localisée**

Troisième partie



ETAT FUTURE

**Chapitre 1 : Les besoins en eau d'irrigation**

**Chapitre 2 : Distribution**

**Chapitre 3 : Procédé et technique d'irrigation**

**Chapitre 4 : Conception d'un réseau d'irrigation localisée**

**Chapitre 5 : Equipements d'irrigation et la distribution à la parcelle**

**Chapitre 6 : Organe et entretien d'un réseau goutte-à-goutte**

## **INTRODUCTION**

Le thème central de cette partie de l'étude est l'occupation future des sols du périmètre, lorsque le développement hydro-agricole projeté aura atteint sa vitesse de croisière, en vue de dimensionner le réseau collectif d'irrigation.

Le périmètre étudié (le couloir EST de sahel Algérois) souffre depuis des années d'un manque de disponibilités en eau. Les ressources en eau de cette est le barrage de Boukardane qui est utilise pour l'A.E.P et l'Irrigation.

Donc l'étude d'un réseau d'irrigation goutte-à-goutte ne nous offre un avantage considérable dans l'économie de l'eau qui consiste une richesse indispensable pour le fonctionnement d'un réseau d'irrigation.

Les étapes à suivre pour la réalisation d'un tel réseau énumères comme suit :

- Calcul des besoins en eau de la parcelle.
- Distribution de l'eau à l'aide d'un logiciel Epannet.
- Procédé et technique d'irrigation.
- Conception d'un réseau d'irrigation localisée.
- Equipements d'irrigation et la distribution à la parcelle.
- Organe et entretien d'un réseau goutte-à-goutte.

# **Chapitre I :**

## **LES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION**

## Chapitre I : Les besoins en eau d'irrigation

### I.1- Introduction

La connaissance des phénomènes d'interaction entre l'eau, le sol et la plante est utile pour deux grandes catégories d'utilisateurs :

- Le praticien, veut savoir comment optimiser la conduite d'irrigation il veut également prévoir un ordre de grandeur de ses besoins en eau.
- Le projecteur, veut pouvoir déterminer les quantités d'eau nécessaire à l'irrigation au niveau d'un périmètre.

Donc le praticien peut utiliser le bilan hydrique d'une culture pour calculer les besoins en eau d'un périmètre.

### I.2- Connaissance des éléments du bilan hydrique

Etablir un bilan hydrique consiste à déterminer, au niveau d'une parcelle ou d'un périmètre :

- D'une part la quantité totale d'eau reçue.
- D'autre part la quantité totale d'eau perdue. Les quantités reçues proviennent :de la pluies, l'irrigation et la contribution du sol à la l'alimentation hydrique.  
(Source : Evaluation des quantités d'eau nécessaire au l'irrigation).

#### I.2.1- la pluviomètre

la formulation du bilan hydrique suppose que la pluie sera stockée dans le sol et réutilisée par la plante. La comptabilisation de la pluie mesurée au pluviomètre n'est pas donc suffisante.

##### I.2.1.1. La pluviométrie efficace

La part de pluie non utilisée peut être :

- Soit de la pluie qui tombe sur un sol déjà à la capacité de rétention.
- Soit de la pluie qui ne peut pénétrer que partiellement dans le sol pour des raisons indépendantes de l'état d'humidité de ce dernier et se trouve évacuée par ruissellement.  
(Source : Jean Robert Tiercelin, 1998).

### **I.2.2- Evapotranspiration et climat**

Des progrès décisifs ont été faits dans l'estimation des besoins en eau des cultures à partir du moment où ont été pris en compte les phénomènes physiques intervenant au niveau du couvert végétal. La consommation d'eau de ce couvert correspond en effet à la restitution à l'atmosphère à l'état de vapeur d'une certaine quantité d'eau soit prélevée dans le sol ou niveau de racines.

(Source : Tome I) et (Source : Henri Tardieu)

### **I.2.3- Evapotranspiration potentielle (ETP)**

La quantité d'eau évapotranspirable dépendra donc de l'importance des disponibilités énergétiques mobilisables, c'est-à-dire du bilan des échanges radiatifs, il y a des éléments essentiels de caractérisation du climat locale : rayonnement solaire, températures, permettent d'évaluer.

Cette quantité d'eau évapotranspirable a partir des seules données climatiques.

### **I.3- Définition des besoins en eaux**

Le besoin en eau d'irrigation, B, est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage, percolation profonde, inégalité de répartition...etc).

### **I.4- Plan cultural**

Afin de quantifier les besoins en eau des cultures, il faut étudier et prévoir l'évolution de la répartition culturale de la situation existante et celle projetée dans le périmètre. Ce passage permettra l'augmentation des superficies occupées par les mêmes cultures.

Les cultures pratiquées au niveau des exploitations enquêtées sont généralement l'arboriculture telle que les agrumes et les vignes, et aussi les cultures maraîchage.

#### **I.4.1- Options de cultures, en fonction des aptitudes de la zone, de la technicité et des souhaits des exploitants et surtout de la demande du marché**

La gamme des cultures techniquement possibles à l'irrigation, compte-tenu des sols, du climat, de la localisation de la zone est très ouverte.

##### **I.4.1.1- Maraîchage**

La zone du frais a une tradition maraîchère.

Ce type de culture irriguée arrive largement en tête dans les choix des exploitants. La vocation primeur du littoral peut permettre d'éviter les périodes de plus forts approvisionnement du marché nationale et de bénéficier de meilleurs prix.

*a) La pomme de terre* peut continuer à jouer un rôle dominant, avec des ventes diversifiées du point de vue des variétés sur le marché du frais.

*b) La tomate*, devrait constituer un deuxième point fort du maraichage. Les agricultures pourront être très longuement présents sur le marché avec des tomates et maintenir une permanence de contacts avec des circuits de distribution, ce qui est commercialement favorable.

*c) Les choux* sont des cultures déjà pratiquées, à très petite échelle, et qui sont appelées à être développées.

#### **I.4.1.2- les arboricultures**

*a) Les vignes* : les quantités de vins exportées qui représentaient un tiers des exportations agricoles.

Un léger accroissement du vignoble à raisin de table est souhaité par les exploitants, qui sont satisfaits des valorisations obtenues.

*b) Les agrumes* : les productions des cultures pérennes ont eu tendance à diminuer en Algérie, au cours de la dernière année. Le vieillissement des plantations n'étant généralement pas compensé par les entrées en production de jeunes vergers, spécialement en agrumes.

#### **I.4.2- Répartition des cultures**

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

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

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

**Tableau I.1 : superficie des cultures pour les trois secteurs**

Secteur	Surface irriguée (ha)					
	Agrume	P.de terre	Choux	Tomate	Vigne	Total
III		500	100			600
IV	50	200		50		300
V	50	100		50	50	250

## I.5- Détermination des besoins en eau d'irrigation

### I.5.1- Calcul des besoins en eau d'irrigation pour les cultures

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = (P_{\text{eff}} + \text{RFU}) - \text{ETM}$$

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

ETM : évapotranspiration (mm / mois).

RFU : réserve facilement utilisable .

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

Y : degré de tarissement.

D<sub>a</sub> : densité apparente.

Z : profondeur d'enracinement.

H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement

→ Pour notre travail on prend la RFU directement en fonction de texture (texture fin) à partir de l'abaque l'annexe V.

P<sub>eff</sub> : pluie efficace

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

L'irrigation est fait lorsque  $B < 0$ .

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. Pour cela on définit :

#### I.5.2- L'évapotranspiration potentielle de référence (E<sub>To</sub>)

C'est l'évapotranspiration maximale (c.à.d le sol est à sa capacité de retentions) d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

L'évapotranspiration correspond aussi à la quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes.

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus communément employées sont:

- Méthode de lysimètre
- Méthode des stations expérimentales
- Méthode directe de l'évaporation
- Méthodes empiriques

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- Prinstley- Taylor, Makkink, Turc, Hargreaves, Blaney – Cridle, Thornthwaite et la formula Penman et Monteith modifiée.

Sur la base des résultats de plusieurs études, notamment celle de Jensen (1990), la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des besoins en eau des cultures (Smith 1992) , a conduit à recommander la méthode de Penman Monteith modifiée comme méthode privilégiée l'estimation de ETo du gazon.

- La formule de M<sup>f</sup> Penman et Montheit modifiée se présentant comme suit:

$$E_{To} = C \times [ w \times R_n + ( 1 - w ) \times F ( u ) \times ( e_a - e_d ) ]$$

**E<sub>To</sub>** : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour.

**w**: facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

**R<sub>n</sub>** : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ jr

**F ( u )** : fonction liée au vent.

**e<sub>a</sub>** : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

**e<sub>d</sub>**: tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

**( e<sub>a</sub> - e<sub>d</sub> )** : constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de M<sup>f</sup> Penman et Montheit 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 données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

**Tableau I.2:Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith**

<b>Mois</b>	<b>Temp Moy (°C)</b>	<b>Humidité (%)</b>	<b>Vent (m/s)</b>	<b>Insolation (heures)</b>	<b>Ray. (MJ/m<sup>2</sup>/jour)</b>	<b>ETo mm/jour</b>
<b>Janvier</b>	19.9	52	1.5	5.4	16.8	2.80
<b>Février</b>	11.4	51	1.3	6.2	18.8	3.00
<b>Mars</b>	13.7	49	1.6	7.4	21.1	3.63
<b>Avril</b>	14.9	52	1.4	8.1	21.8	3.65
<b>Mai</b>	18.8	53	1.6	8.6	21.5	4.06
<b>Juin</b>	23.5	48	1.6	10	22.7	4.80
<b>Juillet</b>	26.2	47	1.5	10.6	23.8	5.22
<b>Août</b>	26.4	47	1.3	9.8	23,7	5.08
<b>Septembre</b>	23.4	52	1.6	7.7	21,3	4.56
<b>Octobre</b>	19.3	52	1.4	8.4	22.2	4.18
<b>Novembre</b>	15.4	54	1.4	7.2	19.6	3.40
<b>Décembre</b>	12.9	53	1.5	5.5	16.7	2.93
<b>Moyenne</b>	18.1	51	1.4	7.9	20.8	3.94

\*Station de Boukardane : *Latitude : 2° 17' 59''- Longitude : 36° 32' 18*Altitude :110

### I.5.3- La pluie efficace

La pluie efficace, Peff, représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde. Le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures.

**Tableau I.3 : les pluies efficaces**

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff.(mm)
Janvier	61.4	55.4
Février	51.3	47.1
Mars	46.5	43
Avril	44.6	41.4
Mai	25.9	24.9
Juin	4.6	4.5
Juillet	1.6	1.5
Août	2.1	2.1
Septembre	27.0	25.9
Octobre	37.1	34.9
Novembre	69.8	62
Décembre	66.7	59.6
Total	438.5	402.3

#### **I.5.4- L'évapotranspiration maximal ou culture (ETM ou ET<sub>c</sub>)**

L'évapotranspiration d'une culture, ET<sub>c</sub>, se calcule en multipliant l'évapotranspiration de référence ET<sub>o</sub> par un coefficient cultural, K<sub>c</sub>.

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

**K<sub>c</sub>** : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques qui y règnent.

#### **I.6- Quelques définitions**

##### **I.6.1- Les besoins nets**

c'est la quantité d'eau qu'il est nécessaire de fournir à une culture à fin de satisfaire les besoins en eau de cette culture, définis pour un certain niveau de production, cette quantité ne comprend ni les apports naturels, ni les divers pertes subies.

### I.6.2- Les besoins brutes

C'est la quantité d'eau qu'il est nécessaire de prélever dans la ressource à fin de satisfaire les besoins en eau de cette culture, elle est définie pour un certain niveau de production. Cette quantité comprend donc les divers pertes subies pendant le transport, la distribution et pendant le stockage ainsi que les besoins de lessivage s'il y a lieu.

### I.6.3- Efficience de l'irrigation

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u$$

Avec:  $E_i$ : Efficience d'irrigation en (%)

$E_e$ : Efficience de transport (%)

$E_d$ : Efficacité de type de distribution en (%)

$E_u$ : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible vu le nombre importants des variables qui interviennent dans le calcul.

On considère une efficience globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égale à 0,75.

### I.7- Calendrier d'occupation des sols

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles culturels retenus pour notre étude, est tracée dans le calendrier ci-dessous :

**Tableau I.4: Calendrier cultural**

Cultures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maraichage	P.de terre											
	Tomate											
	Choux											
Arboriculture	Agrume											
	vigne											

- Les résultats de calcul pour les différents cultures sont représentés dans l'annexes VI.
- Les besoins mensuel des cultures sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau I.5 : Besoins mensuel des cultures**

<i>Cultures</i>	<i>Besoins mensuel (mm)</i>											
	<i>Jan.</i>	<i>Fév.</i>	<i>Mars.</i>	<i>Avr.</i>	<i>Mais.</i>	<i>Juin.</i>	<i>Juillet.</i>	<i>Aout.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec.</i>
<i>Agrumes</i>	0	0	0	0	38.46	99.18	115.01	108.14	67.12	51.92	0	0
<i>P.de terre</i>	0	26.85	35.78								0	0
<i>Choux</i>								60.89	69.86	88.2	0	
<i>Tomates</i>				0	0	75.3	127.96	123.88	56.18			
<i>Vignes</i>	0	0	0	0	0	50.7	127.96	116.01	63.02	29.89	0	0

- **NB :**
  - Les valeurs de Kc sont représentés dans l'abaque dans l'annexe VII
- **Voilà les tableaux récapitulatifs des besoins totaux en eau pour les trois secteurs :**

**Tableau I.6: Récapitulatif des besoins totaux en eau pour le secteur N°III**

Cultures	S (Ha)	Bnet (mm)	Bnet (m <sup>3</sup> /Ha)	eff	Bbrute (m <sup>3</sup> /Ha)	Bbrute (m <sup>3</sup> )
P.de terre	500	62.63	626.3	0.75	835.07	417533
Choux	100	218.95	2189.5	0.75	2919.33	291933
Total	600	281.58	2815.8	0.75	3754.4	709467

**Tableau I.7: Récapitulatif des besoins totaux en eau pour le secteur N°IV**

Cultures	S (Ha)	Bnet (mm)	Bnet (m <sup>3</sup> /Ha)	eff	Bbrute (m <sup>3</sup> /Ha)	Bbrute (m <sup>3</sup> )
Agrumes	50	479.83	4798.3	0.75	6397.73	319887
P.de terre	200	62.63	626.3	0.75	835.07	167013
Tomate	50	383.32	3833.2	0.75	5110.93	255547
Total	300	925.78	9257.8	0.75	12343.73	742447

**Tableau I.8: Récapitulatif des besoins totaux en eau pour le secteur N°V**

Cultures	S (Ha)	Bnet (mm)	Bnet (m <sup>3</sup> /Ha)	eff	Bbrute (m <sup>3</sup> /Ha)	Bbrute (m <sup>3</sup> )
Agrumes	50	479.83	4798.3	0.75	6397.73	319887
P.de terre	100	62.63	626.3	0.75	835.07	83507
Tomate	50	383.32	3833.2	0.75	5110.93	255547
Vigne	50	387.58	3875.8	0.75	5167.73	258387
Total	250	1313.36	13133.6	0.75	17511.47	917327

▪ **Calcul le volume total pour les trois secteurs**

$$V = 709467 + 742447 + 917327 = 2369241 \text{ m}^3$$

$$V = 2369241 \text{ m}^3$$

**Conclusion**

Le calcul des besoins en eau des plantes est très important pour le dimensionnement de réseau d'irrigation.

En définitive, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ **2.36Mm<sup>3</sup>** d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoins en eau d'irrigation, avec une marge de sécurité satisfaisante.

Donc le volume total nécessaire du périmètre est de **2.36 Mm<sup>3</sup>** pour toute l'année.

Ce volume est largement couvert par le volume fourni par le barrage de Boukerdane depuis l'année 2006 pour de telles surfaces.



**Chapitre II :**

**DISTRIBUTION**

## CHAPITRE II : DISTRIBUTION

### II.1- Introduction

Dans ce chapitre, nous allons dimensionner un réseau de conduites de distribution vers les ilots à l'aide du logiciel **EPANET**, C'est-à-dire : déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau. Pour le calcul des dimensions du réseau, il convient d'utiliser ou émettre des hypothèses les plus défavorables. Les canalisations doivent être dimensionnées à partir du point le plus défavorable avec une pression de service suffisante.

Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits qui transitent pour chaque tronçon.

Notre zone d'étude est de trois secteurs (secteur N°III, secteur N°IV et secteur N°V) ; mais nous avons choisi le secteur N°V pour exécuter le calcul du réseau de distribution.

### II.2- Définition de réseau de distribution

Le tracé de réseau de distribution par conduite sous /pression :

Définition : c'est une canalisation destinée à transporter l'eau à sous pression liant la source aux ilots à irriguer par l'intermédiaire des bornes. Semblable a celui de l'alimentation potable, seule différence on évite les réseaux maillés on utilise uniquement les réseaux ramifiés. les débits sont importants par apport a ceux de l'AEP.

### II.3- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation

#### II.3.1- Géométrie et taille de l'ilot

L'ilot type de forme régulière appliquée de façon répétitive n'est pas retenu parce que le remembrement préalable à l'aménagement n'est pas envisageable à court terme.

La taille de l'ilot type est limitée de manière à ce que le débit de la borne n'excède pas 30 l/s.

Par ailleurs, pour éliminer tout risque de conflit entre agriculteurs et d'autre part permettre la mise en place d'une tarification rapportée au volume réellement consommé, les limites des îlots coïncident avec celles des parcelles et dans le cas du partage d'une même parcelle, la limite physique de l'ilot est facilement matérialisable sur le terrain.

En définitif l'îlot est soit une parcelle unique ou partie de parcelle soit le regroupement de plusieurs parcelles.

### II.3.2- Implantation des bornes d'irrigation

Le projet est conçu pour que la majorité des agricultures dispose d'une prise autonome et d'une pression suffisante pour la pratique de l'irrigation localisé( ou l'aspersion au plus tard).

La borne d'irrigation est implantée à la limite des parcelles constituant l'îlot, et dans le respect de la règle relative à la longueur maximale de la conduite.

### II.3.3- Surface irrigable et superficie équipée

- **Surface irrigable (SI)** : c'est la surface agricole utile nette.
- **Superficie équipée (SE)** : c'est la somme de la nature irrigable et des superficies occupées par les émissaires naturels ( oueds et chaabats ) et les infrastructures d'irrigation , d'assainissement, de desserte et de protection contre les vents.

Sous ces définitions les superficies irrigables et équipées des trois secteurs de Couloir Est et du périmètre sont :

*Tableau II.1 : Superficies irrigables et équipées*

N°	Secteurs	SAU nette (Ha)	Surface équipée (Ha)
III	Sidi Moussa - Nador	665.63	781.94
IV	Vallée de l'oued Nador	301.82	332.86
V	Hadjout	275.23	298.99
<b>Périmètre</b>		<b>1242.68</b>	<b>1413.79</b>

Source : Ressources en eaux (DHW)

## II.4- Traces des réseaux et positionnement des bornes

### II.4.1- Conception générale

La distribution de l'eau sera assurée par des réseaux du type ramifié sous pression.

Les conduites sont implantées à la limites des ilots et suivent autant que possible les routes et pistes existantes.

D'une manière générale, les tracés passent assez loin des zones bâties.

→ **Définition** : Un réseau ramifié est constitué d'une conduite principale et une série de tronçons disposés a partir de la conduite principale appelé conduites secondaire. Il présente une indétermination sur les grandeurs et les signes (sens) des débits et des pertes de charge dans chaque tronçon.

## II.4.2- Positionnement des bornes

Nous avons tenu compte des points suivant :

- Facteur technique : rayon de la borne.
- facteur économique : ne pas exagérer dans l'implantation.
- Facteur sociale : chaque irrigant doit avoir sa borne.

## II.5- Consistances des infrastructures de distribution

### II.5.1- Limite du lot

Les infrastructures de distribution englobent :

- Les conduites et leur appareillage de protection (ventouses et soupapes anti-bélier) et de fonctionnement (vannes de sectionnement, vidange, de distribution).
- Les bornes d'irrigation équipées de compteur, réducteur de pression et limiteur de débit et éventuellement de micro soupape.

### II.5.2- Nature des matériaux

La nature des matériaux est choisie en fonction des contraintes d'utilisation (principalement pression) et de travaux et des disponibilités en Algérie.

Les tuyaux couramment utilisés en irrigation sont les tuyaux en PVC (polyvinyle de chlorure), PEHD et PEBD (polyéthylène haute densité ou bas densité).

#### II.5.2.1- Tuyaux en P.E

##### ✚ Les avantages :

- Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage ;
- Disponibilité sur le marché ;
- Facilité de pose (grande flexibilité), possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres ;
- Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite) ;
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible) ;
- Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50 ans à une température de 20°C.

##### ✚ Les inconvénients :

- Nécessite une grande technicité pour la jonction.

### II.5.2.2- Tuyaux en PVC

Les tuyaux e PVC (polychlorures de vinyle) : sont des polymères obtenus par différents procédés de polymérisation, les plus utilisés sont :

- Polymérisation en suspension.
- Polymérisation en émulsion.
- 

#### ✚ Les avantages :

- Les tuyaux PVC sont très souples et légers d'une grande facilité de pose de faible rugosité d'une grande résistance aux agents chimiques.

#### ✚ Les inconvénients :

- Les effets de coups de bélier et le principal inconvénient.
- Dans notre cas, nous avons opté pour les tuyaux en polyéthylène, suite à des nombreux avantages qu'ils procurent.

## II.6- Critères de dimensionnement

### II.6.1- Le débit fictif

La somme de besoins de toute les cultures pratiquées dans un périmètre irrigué (assolement) nous donne le besoin total en eau ,c'est besoins sont fonction du climat ,du type de sol, du type de culture et de stades phénologiques (stades végétatifs de la culture).

Si on fait la somme des besoins durant toute l'année pour un assolement choisi on obtient le débit continu moyen.

$$= \frac{\Sigma}{\quad}$$

- Les inconvénients si on considère ce  $q$  pour le calcul du réseau c'est qu'on peut aboutir soit à un surdimensionnement ou sous dimensionnement.
- Pour éviter ces inconvénients on a recours au calcul de **débit fictif continu spécifique** on cherchera donc à calculer ce débit en **période du pointe** basé généralement sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante en eau, le débit fictif continu s'exprime comme suit :

$$= \frac{* \quad *}{* \quad *}$$

Avec :

- ✎  $B$  : besoins en eau (mm)
- ✎  $T$  : la durée d'irrigation en jours = 26 jours
- ✎  $K$  : efficience de l'irrigation

☞  $t$  : la durée d'irrigation en heures = 20 heures

“Ce débit représente le débit véhiculé par le système d'irrigation afin de satisfaire les besoins en eau des cultures et pour une superficie irrigués données ,généralement 1Ha”

☞ NB : on prend le qfc de la culture la plus exigeante en eau si le qfc de mois de pointe est supérieur à 1,5 l/s/Ha.

Donc on a calculé le débit de chaque secteur :

→ **Secteur N° III**

**Tableau II.2 :Les besoins en eau du secteur III**

Cultures	Jan.	Fev.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
<b>P.de terre</b>	0	26.85	35.78								0	0
<b>Choux</b>								60.9	69.86	88.2	0	
<b>Total</b>	0	26.85	35.78					60.9	<b>69.86</b>	88.2	0	0

Les besoins de mois de pointe sont de **69.86mm**

$$= \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ L/s/Ha} \quad q_s = 0.63 \text{ l/s /Ha} < 1.5 \text{ l/s/Ha}$$

(verifier).

→ **Secteur N° IV**

**Tableau II. 3 :Les besoins en eau du secteur IV**

Cultures	Jan.	Fev.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
<b>Agrumes</b>	0	0	0	0	0	99.18	115.01	108.14	67.12	51.92	0	0
<b>P.de terre</b>	0	26.85	35.78								0	0
<b>Tomate</b>				0	0	75.3	<b>127.96</b>	123.88	56.18			
<b>Total</b>	0	26.85	35.78	0	0	174.48	<b>242.97</b>	232.02	123.3	51.92	0	0

Les besoins de mois de pointe sont de **242.97mm**

$$= \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ L/s/Ha} \quad q_s = 1.73 \text{ l/s /Ha} > 1.5 \text{ l/s /Ha}$$

D’ou on prend : les besoins de la plante la plus exigeante ; dans notre cas : c’est Tomate avec **127.96 mm** au mois de juillet).

$$= \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ L/s/Ha} ; q_s = 0.91 \text{ l/s /Ha} < 1.5 \text{ l/s/Ha} \text{ (verifier).}$$

## → Secteur N° V

Tableau II. 4 : Les besoins en eau du secteur V

Cultures	Jan.	Fev.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Agrumes	0	0	0	0	0	99.18	115.01	108.14	67.12	51.92	0	0
P.de terre	0	26.85	35.78								0	0
Tomate				0	0	75.3	127.96	123.88	56.18			
Vigne	0	0	0	0	0	50.7	127.96	116.01	63.02	29.89	0	0
Total	0	26.85	35.78	0	0	225.18	370.93	348.03	186.32	81.81	0	0

Les besoins de mois de pointe sont de **370.93mm**

$$= \frac{\dots *}{\dots * * * *} = \dots \quad L/s/Ha \quad q_s = 2.64 \text{ l/s/Ha} > 1.5 \text{ l/s/Ha}$$

D'où on prend : les besoins de la plante la plus exigeante ; dans notre cas : c'est Tomate avec **127.96 mm** au mois de juillet).

$$= \frac{\dots *}{\dots * * * *} = \dots \quad L/s/Ha \quad ; q_s = 0.91 \text{ l/s/Ha} < 1.5 \text{ l/s/Ha} \quad (\text{verifier}).$$

## II.6.2- Le débit caractéristique

Le débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque surface, , il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s * S$$

qs : débit spécifique (l/s/ha)

S : la superficie totale à irriguer en Ha.

On résume les débits caractéristiques de chaque secteur dans le tableau II.5.

Tableau II.5 : les débits caractéristiques de chaque secteur

Secteur		S	Q <sub>car</sub> = q <sub>s</sub> . S
	(l/s/Ha)	(Ha)	(l/s)
III	0.63	600	378
IV	0.91	300	273
V	0.91	250	227.5

☞ **Remarque :** le tableau suivant (tableau N°II.6) représente la comparaison entre notre calcul des débits caractéristiques et les débits d'adductions (l'adduction qu'existe sur le terrain).

☞ Tableau de comparaison

**Tableau II.6: Tableau de comparaison des débits caractéristiques**

<i>Secteur</i>	<i>Débits (L/S)</i>	
	<i>Q<sub>car(cal)</sub></i>	<i>Q<sub>d'adduction</sub></i>
<i>III</i>	378	475
<i>IV</i>	273	317
<i>V</i>	227.5	243

➔ On remarque : les débits trouvés sont nettement inférieurs à ceux qui peuvent transiter par le réseau existant. Donc le redimensionnement des conduites d'adduction n'est pas nécessaire.

**$Q_{d'adduction} > Q_{car} \rightarrow$  pas de redimensionnement de l'adduction**

### II.6.3- Débit de borne

Le débit de prise ou tubulure est calculé pour couvrir les besoins de pointe de la culture la plus exigeante sur la totalité de la parcelle pour des durées journalières et mensuelles respectivement de **20h** et **26jours**, l'efficacité à la parcelle étant de 75%. Le débit de la borne est la somme des débits des tubulures.

$$= \sum * \dots \dots /$$

Avec :

**Sp** : Superficie desservie par une prise (ha)

**qs** : Débit spécifique égal à **0,91 l/s**

**Tableau II.7 : débit de chaque borne**

BORNES	S(Ha)	Nbre de prise	qs (l/s/Ha)	Q=s*qs(l/s)
B1	9.13	1	0.91	8.31
B2	8.61	1	0.91	7.84
B3	11.14	1	0.91	10.14
B4	6.34	1	0.91	5.77
B5	10.23	1	0.91	9.31
B6	7.79	1	0.91	7.09
B7	2.98	1	0.91	2.71
B8	9.06	1	0.91	8.24
B9	4.47	1	0.91	4.07
B10	6.68	1	0.91	6.08
B11	9.11	1	0.91	8.29
B12	11.04	1	0.91	10.05
B13	10.28	1	0.91	9.35
B14	8.51	1	0.91	7.74
B15	3.68	1	0.91	3.35
B16	8.02	1	0.91	7.3
B17	8.67	3	0.91	7.89
B18	7.34	1	0.91	6.68
B19	11.21	1	0.91	10.2
B20	1.32	1	0.91	1.2
B21	13.55	1	0.91	12.33
B22	12.95	1	0.91	11.78
B23	14.95	1	0.91	13.65
B24	9.81	1	0.91	8.93
B25	11.49	1	0.91	10.46
B26	11.21	1	0.91	10.2
B27	6.45	1	0.91	5.87
B28	4.82	3	0.91	4.39
B29	11.21	1	0.91	10.2

#### II.6.4- Optimisation des réseaux

L'optimisation des diamètres des conduites de distribution est effectuée pour que la pression disponible soit pour :

- L'irrigation localisée → la pression égale à 1bar
- L'aspersion → la pression égale à 4bars

Cette condition doit être vérifiée pour 100% de SAU. Elle a été faite au moyen du logiciel EPANET pour le choix des diamètres.

## II.7- Calcul hydraulique

*A l'aide d'EPANET* : un logiciel qui permet le calcul des réseaux de distribution d'eau, tant en mode statique qu'en mode dynamique. Il donne le débit à chaque conduite, la pression à chaque nœud.

### Données d'entrée d'EPANET

- Les altitudes et les débits des bornes et des nœuds : Voir tableau II.8
- Débit caractéristique de chaque borne (tableau II.7).
- les unités : système international.
- Tenir compte des conditions suivantes :
  - $V = 0.5 \text{ m/s}$  à  $1.5 \text{ m/s}$
  - Assurer une pression minimale de fonctionnement au point le plus défavorable avec :

$$C_{P(p+def)} = C_{TN} + P_{sol}^{min} + \sum R_{-(P+D)}$$

- $C_{P(p+def)}$  : Côte de point le plus défavorable .
- $C_{TN}$  : cote de terrain naturel.
- $P_{sol}^{min}$  : pression fonctionnement minimale (dépend de système d'irrigation a la parcelle) = **40mce pour l'aspersion dans le cas d'une reconversion à l'aspersion.**
- $\sum Pdc_{R-(P+D)}$  : les pertes de charges du réservoir jusqu'à point le plus défavorable.

**Tableau II.8 : données de départ**

État des Noeuds du Réseau	Altitude	Demande Base
Les unités	m	LPS
Nœud B4	80	5.77
Nœud N5	86.8702	0
Nœud B5	83.7557	9.31
Nœud N(2-3)	90	0
Nœud N(2-3)'	80.2585	0
Nœud B2	80	7.84
Nœud B3	88.4924	10.14
Nœud N(1-4)	80	0
Nœud B1	80	8.31
Nœud N6	87.2244	0
Nœud B7	88.6487	2.71

Nœud B6	81.7337	7.09
Nœud B14	68.0241	7.74
Nœud N14	69.055	0
Nœud N.F	60.6629	0
Nœud N13	70	0
Nœud B13	70	9.35
Nœud N16	70	0
Nœud B16	70	7.3
Nœud N15	70	0
Nœud B15	70	3.35
Nœud B17	70	7.89
Nœud B10	60	6.08
Nœud N10	59.672	0
Nœud N11	59.5312	0
Nœud B11	55.4504	8.29
Nœud B9	60	4.07
Nœud N.E	54.9265	0
Nœud N.D	50.7463	0
Nœud B12	64.114	10.05
Nœud N12	63.7042	0
Nœud N22	65.689	0
Nœud B22	64.7335	11.78
Nœud N24	70	0
Nœud B24	70	8.93
Nœud N(25-26)	70	0
Nœud B25	70	10.46
Nœud B26	70	10.2
Nœud N19	56.795	0
Nœud B19	59.9709	10.2
Nœud N.C	50.375	0
Nœud N18	57.6397	0
Nœud B18	52.7346	6.68
Nœud N20	56.4105	0
Nœud B20	58.5908	1.2
Nœud N21	60	0
Nœud B21	60	12.33
Nœud N23	70	0
Nœud B23	69.7282	13.65
Nœud N27	70	0
Nœud B27	70	5.87
Nœud N(28-29)	70	0

Nœud B28	70	4.39
Nœud B29	73.5524	10.2
Nœud N8	51.8047	0
Nœud B8	54.1909	8.24
Nœud N.B	54.0996	0
Nœud N.A	51.34	273
Nœud N(7-17)	70	0

N : Nœud, B :Borne

Les tableaux ci-dessous représentent les résultats de l'EPANET :

*Tableau II.9: Etat des nœuds et des bornes du réseau*

	<i>Altitude</i>	<i>Demande</i>	<i>Charge</i>	<i>Pression</i>
<i>Les unités</i>	m	LPS	m	m
<i>Noeud B4</i>	80	5.77	126.74	46.74
<i>Noeud N5</i>	86.8702	0	129.4	42.53
<i>Noeud B5</i>	83.7557	9.31	128.57	44.81
<i>Noeud N(2-3)</i>	90	0	131.68	41.68
<i>Noeud N(2-3)'</i>	80.2585	0	130.06	49.8
<i>Noeud B2</i>	80	7.84	128.45	48.45
<i>Noeud B3</i>	88.4924	10.14	128.98	40.48
<i>Noeud N(1-4)</i>	80	0	128.29	48.29
<i>Noeud B1</i>	80	8.31	126.7	46.7
<i>Noeud N6</i>	87.2244	0	132.36	45.13
<i>Noeud B7</i>	88.6487	2.71	128.84	40.2
<i>Noeud B6</i>	81.7337	7.09	131.03	49.29
<i>Noeud B14</i>	68.0241	7.74	134.26	66.23
<i>Noeud N14</i>	69.055	0	134.9	65.85
<i>Noeud N.F</i>	60.6629	0	136.55	75.89
<i>Noeud N13</i>	70	0	134.55	64.55
<i>Noeud B13</i>	70	9.35	133.96	63.96
<i>Noeud N16</i>	70	0	131.99	61.99
<i>Noeud B16</i>	70	7.3	129.88	59.88
<i>Noeud N15</i>	70	0	131.35	61.35
<i>Noeud B15</i>	70	3.35	130.83	60.83
<i>Noeud B17</i>	70	7.89	130.41	60.41
<i>Noeud B10</i>	60	6.08	137.56	77.56
<i>Noeud N10</i>	59.672	0	138.05	78.38
<i>Noeud N11</i>	59.5312	0	138.27	78.73

<i>Noeud B11</i>	55.4504	8.29	136.81	81.36
<i>Noeud B9</i>	60	4.07	134.8	74.8
<i>Noeud N.E</i>	54.9265	0	139.66	84.73
<i>Noeud N.D</i>	50.7463	0	140.14	89.39
<i>Noeud B12</i>	64.114	10.05	136.08	71.96
<i>Noeud N12</i>	63.7042	0	137.01	73.3
<i>Noeud N22</i>	65.689	0	136.65	70.96
<i>Noeud B22</i>	64.7335	11.78	135.48	70.75
<i>Noeud N24</i>	70	0	133.61	63.61
<i>Noeud B24</i>	70	8.93	132.03	62.03
<i>Noeud N(25-26)</i>	70	0	131.85	61.85
<i>Noeud B25</i>	70	10.46	130.38	60.38
<i>Noeud B26</i>	70	10.2	129.83	59.83
<i>Noeud N19</i>	56.795	0	139.12	82.32
<i>Noeud B19</i>	59.9709	10.2	138.73	78.76
<i>Noeud N.C</i>	50.375	0	140.57	90.2
<i>Noeud N18</i>	57.6397	0	138.78	81.14
<i>Noeud B18</i>	52.7346	6.68	137.99	85.25
<i>Noeud N20</i>	56.4105	0	137.93	81.52
<i>Noeud B20</i>	58.5908	1.2	137.28	78.69
<i>Noeud N21</i>	60	0	136.97	76.97
<i>Noeud B21</i>	60	12.33	135.63	75.63
<i>Noeud N23</i>	70	0	133.83	63.83
<i>Noeud B23</i>	69.7282	13.65	132.79	63.06
<i>Noeud N27</i>	70	0	132.8	62.8
<i>Noeud B27</i>	70	5.87	132.22	62.22
<i>Noeud N(28-29)</i>	70	0	129.84	59.84
<i>Noeud B28</i>	70	4.39	126.91	56.91
<i>Noeud B29</i>	73.5524	10.2	128.03	54.48
<i>Noeud N8</i>	51.8047	0	140.73	88.93
<i>Noeud B8</i>	54.1909	8.24	138.91	84.72
<i>Noeud N.B</i>	54.0996	0	141.25	87.15
<i>Noeud N.A</i>	51.34	273	142.58	91.24
<i>Noeud N(7-17)</i>	70	0	130.47	60.47
<i>Réservoir R4.1</i>	141	228.02	143	2

**Remarque :** Le logiciel EPANET ne reconnaît que les nœuds ainsi on a nommé les bornes par des nœuds. Celle qu'on a ajoutée on lui attribue un zéro comme demande pour ne pas affecter les demandes des autres bornes.

Tableau II.10: Etat des conduites

	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
Les unités	m	mm	LPS	m/s	m/km
Tuyau (N5-B5)	162.64	125	9.31	0.76	5.11
Tuyau (N5-N(2-3))	193.05	150	23.39	1.32	11.78
Tuyau N(2-3)-N(2-3)'	226.62	150	17.98	1.02	7.12
Tuyau (N(2-3)')-B2)	141.98	100	7.84	1	11.37
Tuyau (N(2-3)')-B3)	180.77	125	10.14	0.83	6.01
Tuyau (N(1-4)-B4)	242.82	100	5.77	0.73	6.36
Tuyau (N(1-4)-N5)	248.95	150	14.08	0.8	4.47
Tuyau (N(1-4)-B1)	125.1	100	8.31	1.06	12.7
Tuyau (N(2-3)-N6)	257.2	250	41.37	0.84	2.65
Tuyau (N6-B6)	141.68	100	7.09	0.9	9.39
Tuyau (N14-B14)	58.13	100	7.74	0.99	11.09
Tuyau (N.F-N14)	345.87	250	56.2	1.14	4.76
Tuyau (N.F-N13)	436.22	200	30.6	0.97	4.6
Tuyau (N13-B13)	114.31	125	9.35	0.76	5.15
Tuyau (N13-N16)	260.62	150	21.25	1.2	9.8
Tuyau (N16-B16)	212.29	100	7.3	0.93	9.92
Tuyau (N16-N15)	145.24	150	13.95	0.79	4.4
Tuyau (N15-B15)	54.2	75	3.35	0.76	9.68
Tuyau (N10-N.F)	345.22	300	86.8	1.23	4.36
Tuyau (N10-B10)	70.35	100	6.08	0.77	7.02
Tuyau (N11-N10)	42.31	300	92.88	1.31	4.97
Tuyau (N11-B11)	115.37	100	8.29	1.06	12.64
Tuyau (N.E-N11)	237.92	300	101.17	1.43	5.86
Tuyau (N.E-B9)	347	75	4.07	0.92	14
Tuyau (N.D-N.E)	165.47	350	105.24	1.09	2.9
Tuyau (N.D-N12)	778.86	250	51.42	1.05	4.02
Tuyau (N12-B12)	158.06	125	10.05	0.82	5.91
Tuyau (N12-N22)	135.77	250	41.37	0.84	2.65
Tuyau (N22-B22)	146.34	125	11.78	0.96	7.99
Tuyau (N22-N24)	703.8	200	29.59	0.94	4.31
Tuyau N24-B24	108.7	100	8.93	1.14	14.57
Tuyau (N24-N(25-26))	189.98	150	20.66	1.17	9.29
Tuyau (N(25-26)-B25)	230.82	125	10.46	0.85	6.37
Tuyau (N(25-26)-B26)	332.65	125	10.2	0.83	6.08
Tuyau (N19-B19)	63.07	125	10.2	0.83	6.08
Tuyau (N.C-N.D)	137.17	400	156.66	1.25	3.17
Tuyau (N.C-N19)	244.39	250	63.12	1.29	5.95

Tuyau (N19-N18)	79.35	250	52.92	1.08	4.24
Tuyau (N18-B18)	94.54	100	6.68	0.85	8.38
Tuyau (N18-N20)	260.43	250	46.24	0.94	3.28
Tuyau (N20-B20)	59.81	50	1.2	0.61	10.81
Tuyau (N20-N21)	308.14	250	45.04	0.92	3.12
Tuyau (N21-B21)	153.28	125	12.33	1	8.72
Tuyau (N21-N23)	600.58	200	32.71	1.04	5.22
Tuyau (N23-B23)	121.1	125	13.65	1	8.61
Tuyau (N23-N27)	113.03	150	20.46	1.16	9.12
Tuyau (N27-B27)	89.02	100	5.87	0.75	6.57
Tuyau(N27-N(28-29))	618.72	150	14.59	0.83	4.79
Tuyau(N(28-29)-B28)	180.91	75	4.39	0.99	16.16
Tuyau(N(28-29)-B29)	297.16	125	10.2	0.83	6.08
Tuyau (N8-N.C)	81.66	500	219.78	1.12	1.97
Tuyau (N8-B8)	145.76	100	8.24	1.05	12.5
Tuyau (N.B-N8)	243.75	500	228.02	1.16	2.11
Tuyau AD(N.A-N.B)	1582	600	228.02	0.81	0.84
Tuyau AD(R4.1-N.A)	1436	1000	501.02	0.64	0.29
Tuyau (N15-N(7-17))	135	125	10.6	0.86	6.54
Tuyau (N(7-17)-B17)	157	200	7.89	0.25	0.36
Tuyau (N(7-17)-B7)	250	75	2.71	0.61	6.5
Tuyau (N14-N6)	709.61	250	48.46	0.99	3.59

### Conclusion

Après avoir simulé hydrauliquement le réseau de notre zone, nous avons constaté les points suivants :

- Les vitesses restent toujours dans un même intervalle (0.5 à 1.5 m/s).
- Les diamètres des conduites sont moyens.
- La pression dans le point plus défavorable (bornes 7) égale 40.20 mce, ceci permet de faire le système d'aspersion plus tard. (si la quantité d'eau est disponible).

## **Chapitre III :**

# **PROCEDES ET TECHNIQUES D'ARROSAGES**

## CHAPITRE III : PROCEDES ET LES TECHNIQUES D'ARROSAGES

### III.1- Introduction

De point de vue technique, l'irrigation est l'humidification artificielle du sol, au cas où l'humidité du sol est insuffisante suivant l'influence sur le sol et les plantes.

Dans ce chapitre le problème que se pose : « *quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport, comment répartir cette eau sur le sol de façon à ce que les plantes en tirent le maximum de profit* ».

### III.2- les différentes techniques d'irrigation

L'irrigation peut être subdivisée en trois grands types :

- L'irrigation de surface
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée ou micro irrigation.

(Source : KULKER, 1988)

Nous ne développerons que la technique d'irrigation localisée ; système utilisé dans notre étude.

#### III.2.1- L'irrigation localisée ( goutte à goutte )

Cette méthode apporte l'eau à faible vitesse et en petite quantité, l'eau est répartie par des tuyaux, sur cela sont fixés des goutteurs dont le rôle est de réduire la pression pour assurer un écoulement faible et régulier.

Le risque d'obstruction des goutteurs est le principal désavantage de ce système d'irrigation, il y a deux types de goutte à goutte.

##### III.2.1.1- Le goutte à goutte souterrain

Depuis les débuts du goutte à goutte on a essayé d'enterrer les rampes pour rendre le travail plus facile, mais leur obstruction reste difficile à éviter, soit de l'intérieur par les dépôts très fins d'argile, ( impossible à filtrer ) , soit de l'extérieur par les racines elles-mêmes.

##### III.2.1.2- Le goutte à goutte en culture hors-sol

Les cultures hors-sol prennent de plus en plus d'importance dans de nombreux domaines de production : fleurs, légumes, ...etc. L'eau et les engrais doivent être administrés avec beaucoup de précision.

### III.2.1.3- Les caractéristiques du goutte à goutte

Un système d'irrigation localisée ne peut être efficace et performant si la filtration est correcte et, plus encore si l'automatisation de l'installation est poussée.

- Le fonctionnement de l'irrigation localisée est totalement indépendant des autres opérations culturales.
- Le rendement hydraulique en goutte à goutte est optimal seulement si les pertes, dues à l'évaporation (aspersion) et aux ruissellements hors de la parcelle (irrigation à la raie), sont inexistantes.

***NB** : le rendement hydraulique est le rapport entre les besoins en eau d'irrigation et la quantité d'eau fournie à la parcelle. Il est toujours inférieurs à 1.*

- En irrigation localisée, chaque arbre est alimenté par un ou plusieurs goutteurs. Plus le nombre de goutteurs par arbre est élevé et moins la variation entre les arbres est importante. De ce fait l'homogénéité d'apport ne sera que meilleurs.

### III.2.1.4- Les avantages et les inconvénients de systèmes localisé

#### a) Les avantages

##### **Agronomiques**

- Bonne humidité du sol sans gêner l'aération
- Fertilisation par des engrais mélangés avec l'eau
- L'atmosphère au voisinage des cultures agricoles, n'est pas irrigué comme c'est le cas avec l'aspersion
- Les mauvaises herbes se développent peu

##### **Cultureaux**

- Non gêne des activités culturales
- Technique compatible avec les cultures faites sous paille et sous paillage plastique, les rampes se trouvant sous la couverture.

##### **Economiques**

- Economie d'eau
- Augmentation du rendement agricole
- Cout d'exploitation faible
- Ce prêt bien à l'automatisation
- Indépendance complète vis-à-vis des irrégularités du relief, de la forme des parcelle et du vent.

(Source :Mr. Messahel MekKi)

**b) Les inconvénients**

- *Sensibilité à l'obstruction*

Faible section de passage de l'eau dans les distributeurs  $\Rightarrow$  obstruction facile par, le sable, limon, matière organique, algue et gels bactériens, précipitations d'engrais, présence de fer.etc.

Suivant les résultats d'une enquête, l'obstruction est due à des causes.

- Biologiques  $\rightarrow$  37% des cas
- Chimiques  $\rightarrow$  22 % des cas
- Physiques  $\rightarrow$  31 % des cas

D'où nécessité d'avoir une bonne filtration

- *Salinisation*

En irrigation localisée, les sels s'accumulent particulièrement aux limites extérieures du volume de sol humidifié ( le bulbe ).

Une légère pluie peut entrainer les sels en profondeur dans la zone racinaire

- *Développement racinaire trop limitée*

En irrigation localisée les racines se concentrent dans la zone humidifiée si le bulbe est trop petit  $\Rightarrow$  enracinement insuffisant.

Influence donc sur les rendement, et stabilité des arbres.

Il faudra pour remédier à ces problèmes, jouer sur le positionnement des goutteurs.

\*\*\*Source : Les cours de l'irrigation de l'ENSH

**III.3- Les équipements d'irrigation**

Pour faire un projet d'irrigation, après tous les calculs, il faut savoir *Comment on relie la borne d'irrigation et les plantes ? , d'autre part :comment on a fait le réseau de goutte-à-goutte ?*

Pour cela, dans ce chapitre on a essayé de répondre à ces question

**III.3.1- Caractéristiques**

**III.3.1.1-Paramètres d'installation**

- a) Débit horaire par hectare *l/h*

*Tableau III.1: les débits horaires*

<i>Distributeur</i>	<i>Débit horaire</i>	<i>Nbre de distributeurs/ha</i>	<i>Débit/ha m<sup>3</sup></i>
Goutteurs	2	2000 à 2500	4 à 5
Goutteurs	4	1500 à 2000	6 à 8
Mini diffuseurs	20	500 à 1000	10 à 20
Micro asperseurs	100	200 à 500	20 à 50

*Source : GROUPE CHIALI*

▪ **b) Pression de service**

La pression de service d'un réseau d'irrigation à la parcelle est de l'ordre de **01 bar** (10.2 m de colonne d'eau).

On peut dépasser cette pression dans le cas de diffuseurs ou micro asperseurs.

Dans le cas de goutteurs autorégulant, la pression de service peut varier entre **0.5 à 3 bars** sans que leur débit change.

▪ **c) Secteur (poste)**

C'est la surface couverte à un moment donné par des distributeurs fonctionnant en même temps.

### III.3.2- la tête de station

La station de tête comprend les différents appareils nécessaires pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité du réseau ainsi que la protection de l'environnement.

Les différentes fonctions assurées concernent le conditionnement hydraulique de l'eau, la filtration, ...etc.

#### III.3.2.1- Les éléments de la tête de station

**a) Ressource en eau**

borne d'un réseau collectif.

**b) Compteur d'eau**

L'installation d'un compteur d'eau en tête de station est indispensable pour :

- Vérifier le bon fonctionnement d'un réseau pour un contrôle régulier des débits (volume/temps) et détecter un limonage ou une obstruction des distributeurs.
- Connaître la pluviométrie horaire apportée réellement sur une parcelle lors d'un arrosage.
- Connaître par hectare le volume d'eau apporté pour l'ensemble de la campagne d'irrigation.

**c) Régulateur de pression aval :**

le rôle de pression aval est de maintenir constante la valeur de la pression aval lorsque la pression amont est trop élevée et variable, il est réglable manuellement préréglé en usine. Il se place :

- En amont de la station de tête et protégé l'installation contre les risques de surpression.
- En tête des différents postes pour obtenir la valeur de la pression prévue lors de la conception du projet.

**d) Le clapet anti-retour :**

le clapet anti-retour comprend un béliet à l'intérieur duquel un clapet permet le passage de l'eau dans un seul sens, il évite les risques de pollution par retour de l'eau du réseau d'irrigation et de la solution fertilisante dans la source, le puits ou le réseau collectif en cas d'arrêt.

**e) La filtration**

Dans cette opération un nombre important de particules inertes et vivantes en suspension est arrêté.

- Particules inertes : sable, limons et argiles.
  - Particules vivantes : algues et bactéries.
- « La filtration est une étape obligatoire et indispensable en irrigation localisée »

Pour une capacité de filtration donnée il est préférable de prévoir plusieurs filtres en parallèle plutôt qu'un seul gros filtre.

### L'installation de tête

Située au départ du réseau, l'installation de tête assure :

- L'amélioration physique, chimique, et biologique de l'eau ;
- Le pilotage du réseau ;
- La gestion de l'apport d'eau aux différentes parcelles ou postes ;

**e.1-Les types des filtres****e.1.1-le séparateur de sable ( hydrocyclone)**

Le dispositif comme son nom l'indique sépare par centrifugation les particules de sable (de densité supérieur à 1.1) de l'eau.

Les particules se décantent dans une chambre d'accumulation munie d'une purge.

**e.1.2- Le filtre à sable ( à gravier)**

C'est une cuve métallique étanche fonctionnant à une pression maximale de *10 bars* et contenant des sables calibrés pouvant arrêter les éléments solides en suspension dans l'eau.

Cet équipement est indispensable pour arrêter les éléments organiques. la hauteur du sable dans le filtre est de l'ordre de *60cm*, elle est équivalente au  $\frac{2}{3}$  du volume du filtre.

*NB* : Ce filtre est utilisé pour les eaux chargées.

**e.1.3- Le filtre à tamis**

Il est constitué d'une toile en plastique ou en acier inoxydable, qui stoppe les impuretés dont le diamètre est supérieur à la maille de filtration.

La filtration est meilleure si la vitesse de passage de l'eau à travers le tamis est du même ordre que celle passant à travers le filtre à sable soit, *2.8 cm/s*.

**e.1.4- Le filtre à disques**

Ayant le même rôle que le filtre à tamis mais, le filtre à disque est cependant plus performant.

Ce filtre est composé de disques superposés avec des espaces vides provoqués par des rainures et permettant l'arrêt des impuretés contenues dans l'eau.

*« Ces différents filtres existent en acier inoxydable, en acier galvanisé ou encore revêtus en époxy »*

**e.2- Choix des filtres**

Le choix du dispositif de filtration dans le réseau d'irrigation localisée repose sur la nature de l'eau d'utilisation, comme cela est indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau III.2 : choix des filtres en fonction de l'origine d'eau**

Origine de l'eau	Dispositif approprié
Forage, puits (eau souterraine)	Hydrocyclone +filtre à tamis ou à disques
Bassin, oued, barrage, lac, etc.	Filtre à gravier +filtre à tamis ou à disques

*Source : GROUPE CHIALI*

**e.3- L'injecteur d'engrais**

- Le dilueur

C'est une cuve hermétique sous pression dans laquelle est introduit l'engrais (solide ou liquide).

Le dilueur est monté en dérivation par rapport à la canalisation principale, généralement entre le filtre à gravier et le filtre à tamis ou à disques.

Il peut être soit en acier galvanisé ou en revêtement intérieur époxy.

→ *Avantages*

Il est d'un fonctionnement hydraulique autonome, simple et commode à l'emploi. Il permet d'utiliser directement des engrais solides solubles.

→ *Inconvénients et précaution d'utilisation*

- Le temps de dissolution des fertilisants n'est pas toujours connu.
- La concentration des engrais dans le réseau varie sensiblement entre le début et la fin du poste d'irrigation.
- A chaque changement de poste d'irrigation, la cuve doit être vidée et rechargée.

### **III.4- Distribution à la parcelle**

#### **III.4.1- Les distributeurs**

Il existe deux types de distributeurs à savoir :

- Le goutteurs.
- Le mini-diffuseur.

##### **III.4.1.1- les goutteurs**

La pression de l'eau dans la rampe est dissipée par le passage de l'eau à travers le goutteur.

Ils sont caractérisés par un faible débit (quelques litres par heures).

Ce débit est exprimé par la formule suivante :

$$q = K * H^x$$

K : constante dimensionnelle

H : pression en mec

X : coefficient caractérisant le goutteur

Nous distinguons deux types de goutteurs :

**a) Goutteurs turbulent (à chicane)**

Lors de passage de l'eau à travers le labyrinthe, une dissipation d'énergie est provoquée sous la forme d'une perte de charge.

Leur débits est varié avec la variation de la pression.

Le débit varie nominal est donné pour une pression de *01bar*.

**b) Goutteurs auto-régulant**

Le débit reste insensible aux variations de pression dans une plage de *0.5 à 3 bars*, grâce à une membrane en silicone installée à l'intérieur du goutteur.

**c) Goutteurs incorporés**

Le goutteur est inséré à l'intérieur du tuyau lors de son extrusion.

Ce type est fabriqué pour différents espacements entre les goutteurs.

Les tubes à goutteurs intégrés sont la solution parfaite pour les cultures maraichères, les espaces paysagers complexes, les bandes axiales, les zones résidentielles et collectives et pour toute zone où les arroseurs ne peuvent pas être installés.

**d) Les mini-diffuseurs**

Les mini-diffuseurs pulvérisent l'eau sous forme de taches sur une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

Leur débit varie généralement de *0 à 70 l/h* à une pression de *1 bar*.

Ils sont montés en dérivation, soit directement sur la rampe ou reliés à celle-ci par un tube conducteur (micro-tube).

**III.4.1.2- Sensibilité des distributeurs à la pression**

Elle est donnée par le coefficient  $x$ .

Plus cette valeur tend vers 1, plus le distributeur est sensible aux variations de pression.

**Tableau III.4 : sensibilité du goutteur**

Sensibilité du goutteur	Coefficient $x$
Sensible à la pression	$0.6 < x < 0.8$
Moyennement sensible	Voisin de 0.5
Peu sensible	$0.3 < x < 0.4$

Source : GROUPE CHIALI

### III.4.1.3- Choix des goutteurs

Les goutteurs seront choisis selon :

- Le type de sol;
- La nature des cultures;
- La qualité de l'eau d'irrigation;
- La configuration de la parcelle à irriguer.

#### a) Type de sol

La nature de sol doit être prise en considération lors du choix du goutteur. Le sol doit transmettre l'eau aux racines des plantes.

- Pour un sol à perméabilité moyenne, la diffusion latérale de l'eau est meilleur. De ce fait, l'utilisation de goutteur de 4l/s à 8l/s convient et conduit à des investissements moindres.
- Pour un sol à forte perméabilité, la diffusion latérale est faible. Il est recommandé de choisir des mini-diffuseurs qui arrosent une surface de sol allant d'un ( 1 ) à quelques mètres carrés.

#### b) Nature des cultures

- Cultures pérennes : pour ces cultures telles que les arbres fruitiers, où l'installation est fixe, tous les types de goutteurs sont valables.
- Cultures maraîchères : on utilise soit les goutteurs intégrés d'un débit de 2l/s ou les gaines souples.
- Cultures hors sol : on utilise soit les capillaires, soit des goutteurs en dérivation montés sur micro-tube.

### III.4.1.4- Les canalisations

Les conduites utilisées en irrigation localisée sont soit en PVC soit en polyéthylène (haute et basse densité).

*Tableau III.5 : les canalisations de types PVC et PE*

Nature de la conduite	PVC	Polyéthylène	Localisation
Antenne d'amenée	-	-	Enterrée
Porte rampes		-	Enterrée
Rampes		-	en surface

*Source : GROUPE CHIALI*

#### → Choix des conduites

Le choix se fait selon :

- Leur emplacement : en surface ou en enterré ( PVC ou PE );
- La pression de service du réseau ( Ps );
- Le débit de transit ( diamètre ).

**a) Accessoires en PVC**

Les tuyaux en PVC sont raccordés entre eux par assemblage à coller ou à emboîtement.

Il en est de même pour les pièces particulières (tés, coudes, réduction, etc.).

**b) Accessoires en polypropylène**

**Raccords à compression**

Pour les conduites d'amenée et porte-rampes, ils sont constitués de deux parties :

- L'une assurant l'étanchéité (joint torique);
- L'autre assurant la liaison (griffe).

Ils sont utilisés pour raccorder les conduites en polyéthylène de diamètre généralement inférieur ou égal à 90 mm. Ils peuvent servir également comme transition entre conduites en polyéthylène et celles en PVC.

**c) Accessoires en polyéthylène**

Ces types d'accessoires sont employés pour raccorder uniquement les conduites en polyéthylène de diamètre supérieur à 90 mm.

Ils sont soudés au tube par électrofusion.

**d) Raccords cannelés**

Utilisés pour les raccords :

- rampe / rampe;
- rampe / porte-rampe.

On distingue :

**Tableau III.6: les raccords cannelés (les rampes et les portes rampes)**

<b>Raccords</b>	<b>Applications</b>
Les prises de jonction (départ de rampe)	branchement rampes / porte-rampe
Fermeture de bout de ligne (fin de rampe)	fermetures de l'extrémité de la rampe
Manchons et coudes	liaison entre tuyaux constituant une rampe
Tés	dérivation entre rampe
Coudes	changement de direction des rampes
Tétines	jonction micro - tube / rampe

**NB :**

- les avantages et les inconvénients de type de matériau PVC et PE dans le chapitre II « distribution » (3<sup>ème</sup> partie).
- Le matériau qu'on a choisi c'est le PE

**Conclusion**

Vue le déficit hydrique qui persiste depuis plusieurs années et vue l'augmentation de la demande en eau (consommation domestique, industrielle et en irrigation), l'irrigation se rapproche de plus en plus vers les systèmes dont l'apport de l'eau est de faible quantités tel que l'irrigation par le goutte à goutte.



## **Chapitre IV :**

# **CONCEPTION D'UN RESEAU D'IRRIGATION LOCALISEE**

## CHAPITRE IV : CONCEPTION D'UN RESEAU D'IRRIGATION LOCALISEE

### IV.1-Introduction

Une bonne conception d'un réseau d'irrigation localisée (goutte à goutte) nécessite la collecte des informations suivantes :

- La disponibilité et la qualité de l'eau d'irrigation;
- La forme et les dimensions de la parcelle à irriguer;
- Les besoins en eau des cultures;
- Les taches d'exploitations.

### IV.2- Disponibilité et qualité de l'eau

La qualité de l'eau : un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs.

C'est en fonction de la qualité de l'eau et de sa disponibilité que s'opèrent les choix suivants :

- Le degré de filtration;
- Le type de distributeur;
- Le nombre de postes d'irrigation.

La qualité de l'eau est caractérisée par sa source

- Eau de surface → qualité médiocre à mauvaise
- Eau souterraine → qualité bonne à médiocre
- Eau de réseau collectif → qualité bonne à mauvaise selon l'origine de l'eau

La disponibilité de l'eau dans le temps, en débit et en pression, conditionne la conception du projet.

→ **Dans le temps**

Si l'eau est disponible sur l'exploitation, suivant un tour d'eau dont la période est :

- Supérieur à 5 jours → l'irrigation localisée n'est pas recommandée
- De 2 à 5 jours → mini-diffuseur
- Inférieure à 2 jours → goutteur ou mini-diffuseurs

→ **En débit**

Du débit  $Q$  disponible pour l'irrigation et des besoins  $B$  en période de pointe dépendent :

- La surface maximale  $S$  des postes d'irrigation :  $S = Q / B$ ;
- Le choix du type de goutteur;
- Le nombre de postes d'irrigation;
- La nécessité d'automatisation.
- 

→ **En pression**

- 0.5 à 3 bars → goutteurs auto-régulant
- 1 bar → goutteur turbulent, mini-diffuseur

**NB :** La qualité de l'eau qu' on a utilisé pour ce système d'irrigation c'est l'eau de barrage de Boukardane (l'eau de ce barrage est utilisé pour l'A.E.P ;voir premier partie «La source d'eau »).

**IV.3- Forme et dimensions de la parcelle à irriguer**

Il est nécessaire d'établir un plan détaillé, sur lequel seront reportés :

- Les points cotés;
- Les courbes de niveau;
- Le point d'alimentation en eau;
- Le sens des lignes de cultures et densité;
- Toute autre indication jugée utile.

Toutes ces données conditionnent :

- Le choix des distributeurs;
- La longueur et le diamètre des rampes;
- La disposition et le diamètre des portes rampes.

**IV.4- Bases de dimensionnement d'un réseau d'irrigation localisée****IV.4.1- Détermination du diamètre de la porte-rampe**

On calcul le diamètre de la porte-rampe de telle sorte que la perte de charge ne dépasse pas 0,6 m.

**IV.4.2- Détermination des diamètre des rampes**

On calcul le diamètre de la porte-rampe de telle sorte que la perte de charge ne dépasse pas 1,2 m.

→ **Conditions hydrauliques**

Variation maximale de débit entre goutteurs

Variation maximale de la pression

$$q = K \times H^x ; x=0.5$$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n}$$

$H_n$  : Pression nominale

$$H=10\text{mce}$$

Règle de Christiansen :

$$\Delta q / q = 10\% = 0,1 \quad \text{ou} \quad \Delta H / H = 0,2$$

$$\Delta q / q = 0,5 * \Delta H / H \quad \Longrightarrow \quad 0,1 = 0,5 * \Delta H / 10 \quad \Longrightarrow \quad \Delta H = 1 / 0,5 = 2\text{mce}$$

Perte de charge singulière : 10% de  $\Delta H$

Perte de charge linéaire : 1/3  $\Longrightarrow$  dans porte rampe

2/3  $\Longrightarrow$  dans la rampe

Perte de charge linéaire :  $\Delta H - 0,10 \Delta H = 1,8 \text{ mce}$

Pour la porte rampe :  $\Delta H = 1,8 * 1/3 = 0,6\text{mce}$

Pour la rampe :  $\Delta H = 1,8 * 2/3 = 1,2\text{mce}$

→ La perte de charge sera calculée en fonction :

- De l'écart entre la pression juste après la sortie du filtre et le distributeur le plus éloigné ;
- De la vitesse dans cette canalisation (ne pas dépasser 2m/s).

#### IV.5- Projection d'un système d'irrigation goutte à goutte

##### IV.5.1- Les besoins en eau de la parcelle d'agrume

Les données de base :

-Texture fine.

- Surface totale d'agrume est égale à 15ha.

-  $S_a$  : espacement entre les arbres sur la ligne est égal 5m.

-  $S_r$  : espacement entre les lignes de rangés d'arbres est égal 5m.

- Débit de goutteur est égal 4l/h.

- Débit spécifique  $q_s = 0.91\text{L/s/ha}$ .

- Temps de travail maximal par jour est égal 20 heures.

⇒ Les besoins du mois de pointe : 115.01 mm (juillet)

- **1. Besoins journaliers :**

$$= \frac{(\quad)}{\quad} = \quad .$$

$$B_j = 4\text{mm/j}$$

- **2. Besoins journaliers en tenant compte de la réduction .**

Les besoins en eau en irrigation localisée sont réduits car seule une partie du sol est humidifiée de plus on prend en compte un coefficient de couverture du sol qui permet aussi une réduction de l'ETM. les besoins s'expriment par la formule suivante.

$$\rightarrow B_{jl} = B_j * K_r \quad \text{en mm/j}$$

$$\rightarrow K_r = C_s + 0.5 * (1 - C_s) \quad \text{Formule Garzoli}$$

- ✓ **Bjl** : besoins journalier pour l'irrigation localisée.
- ✓ **K<sub>r</sub>** : coefficient de réduction
- ✓ **Cs** : couverture du sol en%, dépend du type de culture, et stade physiologique de la culture.

Représente la fraction de la surface du sol réellement couverte par le feuillage des plantes en projection verticale.

**Donc**

$$K_r = 0.6 + 0.5 * (1 - 0.6) = 0.8$$

$$B_{jl} = 4 * 0.8 = 3.2 \text{ mm/j}$$

$$B_{jl} = 3.2 \text{ mm/j}$$

- **3. Dose nette pratique : Dose nette maximale**

$$= ( \quad - \quad ) * \quad * \quad * \quad \text{---}$$

- ✓ **Dp** : dose nette pratique mm/mois.
- ✓ **Hcc** : capacité au champ (humidité) en %.
- ✓ **Hpf** : humidité au point de flétrissement en %.
- ✓ **Y** : degré de tarissement (1/3 ; 2/3).
- ✓ **Z** : profondeur racinaire ( m ).
- ✓ **P** : pourcentage de sol humidifié.

$$= \frac{* \quad * \quad *}{*}$$

- ✓ **ng** : nombre de goutteurs = 2
- ✓ **eg** : espacement entre goutteurs = 5
- ✓ **Lh** : largeur de la bande humidifiée = écartement entre rampes

$$= \frac{100 * 2 * 5 * 1}{5 * 5} = 40\%$$

$$D'ou : D_p = 108 * 0.4 = 44 \text{ mm}$$

$$D_p = 44 \text{ mm}$$

- **4. Dose nette pratique réelle :**

→  $D_r = 90\%$  ou  $80\%$  de la dose max.

$$D_r = 0.9 * 44 = 40 \text{ mm}$$

$$D_r = 40 \text{ mm}$$

- **5. Dose brute :**

$$= \frac{\quad}{*} = \frac{\quad}{.} =$$

- ✓ **Cu** : coefficient d'uniformité
- ✓ **Eff** : efficacité, rendement du système d'irrigation localisée = 0,85

$$D_b = 48 \text{ mm}$$

- **6. Fréquence des arrosages : Espacement entre deux arrosages**

$$= \frac{150}{11} = 13 \text{ jours}$$

✓ F : fréquence minimale (espacement maximale entre arrosage) = **13 jours**

- **7. Durée d'arrosage :**

$$= \frac{48 * 5 * 5}{2 * 4} = 150h$$

✓ **Db** : la dose brute

✓ : nombre de goutteurs

✓ : débit d'un goutteur

=

- **8. Durée d'arrosage journalière:**

$$= \frac{150}{13} = 12h \quad /$$

*dj = 12 heures / j*

- **9. Nombre de poste :**

$$= \frac{24 * 13}{20} = 16$$

*N = 16 postes*

- **10. Surface de la parcelle : (poste)**

$$= \frac{15}{16} = 0.9$$

- **11. Surface de la rampe :**

$$\rightarrow Al = Lr * Sr = 100 * 5 = 500 \text{ m}^2$$

*Al = 500 m<sup>2</sup>*

- **12. Nombre de rampe par poste :**

$$= \frac{9000}{500} = 18$$

*Nr = 18*

- **13. Nombre de goutteurs par rampe :**

$$= \frac{100}{5} = 20$$

$$\rightarrow Ng = 20 * 2 = 40$$

*Ng = 40*

- 14. Débit d'un rampe :

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

$$Q_r = 160 \text{ l/h}$$

- 15. Débit d'une porte rampe :

$$\rightarrow Q_{pr} = N_r * Q_r = 18 * 160 = 2880 \text{ l/h}$$

$$Q_{pr} = 2880 \text{ l/h}$$

- 16. Calcul hydraulique :

→ Canalisation :

- Le diamètre de la rampe :

$$D = \left[ \frac{P'_{dc} \times 2,75}{0,478 \times Q_r^{1,75} \times L_r} \right]^{(-1/4,75)}$$

$$D = \left[ \frac{1,2 \times 2,75}{0,478 \times (160)^{1,75} \times 100} \right]^{(-1/4,75)} = 11 \text{ mm}$$

$$D_n = 16 \text{ mm}$$

Si on recalcule les pertes de charge :

$$j_{PEHD} = \left[ \frac{0,478 \times D^{-4,75} \times Q^{1,75} \times L}{2,75} \right]$$

$$j_{PEHD} = \left[ \frac{0,478 \times (16)^{-4,75} \times (160)^{1,75} \times 100}{2,75} \right] = 0,23 \text{ mce}$$

$j_{PEHD} = 0,23 \text{ m} < 1,2 \text{ m} \Rightarrow$  la condition est vérifiée

- Le diamètre de la porte rampe :

$$D = \left[ \frac{P'_{dc} \times 2,75}{0,478 \times Q_r^{1,75} \times L_r} \right]^{(-1/4,75)}$$

$$D = \left[ \frac{0,6 \times 2,75}{0,478 \times (2880)^{1,75} \times 90} \right]^{(-1/4,75)} = 37 \text{ mm}$$

$$D_n = 40 \text{ mm}$$

Si on recalcule les pertes de charge :

$$j_{PEHD} = \left[ \frac{0,478 \times D^{-4,75} \times Q^{1,75} \times L}{2,75} \right]$$

$$j_{PEHD} = \left[ \frac{0,478 \times (40)^{-4,75} \times (2880)^{1,75} \times 90}{2,75} \right] = 0,44 \text{ mce}$$

$j_{PEHD} = 0,44 \text{ m} < 1,2 \text{ m} \Rightarrow$  la condition est vérifiée

→ Tout les calculs sont représentés dans le tableau suivant

**Tableau IV.1: Les besoins en eau et calcul hydraulique de la parcelle « d'agrume »**

<b>Calcule des paramètres hydrauliques</b>	<b>unité</b>	<b>Agrume</b>
Surface totale	ha	15
La distance entre les rampes	m	5
La distance entre les cultures	m	5
Débit de gouteur	l/heure	4
Temps maximal de travail	heure	20
Besoin du mois de pointe	mm	115.01
Besoin journalier	mm/j	4
Kr		0,8
Besoin*kr = Bjl	mm	3.2
Dose nette maximale : Dp	mm	44
Dose nette pratique réelle	mm	40
Dose brute	mm	48
Fréquence des arrosages	j	13
La durée d'arrosage	heure	150
La durée d'arrosage journalier	heure/j	12
Nombre de poste	poste	16
Surface de la parcelle (poste)	ha	0.9
surface de rampe	ha	0,05
Nombre de rampe par poste	-	18
Nombre de gouteurs par rampe	-	40
Q par rampe	l/h	160
Q par portes rampe	l/h	2880
diamètre de la rampe	mm	16
diamètre de porte rampe	mm	40
j <sub>PEHD</sub> de la rampe	m	0.23
j <sub>PEHD</sub> de porte rampe	m	0.44

#### **IV.5.2- La pression dans le point le plus défavorable**

##### **IV.5.2.1- Calcul la perte de charge de la conduite d'amené**

###### **a) Calcul des pertes de charge**

pertes de charge linéaire

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

- Du diamètre D de la conduite en (m);
- Du débit Q en (m<sup>3</sup>/s);

-De la rugosité absolue  $K_s$ , exprimée en mm;

-De la longueur du tronçon  $L$  en (m).

$$\Delta H_i = \lambda \frac{L V^5}{g D^5}$$

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

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

-  $I$ : gradient hydraulique en (m/m)

-Le coefficient  $\lambda$  est obtenu par la formule de Nikuradzé:

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \cdot \ln I)^{-2}$$

### b) Pertes de charge singulières

Elles sont générées par les singularités telles que les coudes, vannes, clapets, branchements...etc. Les pertes sont estimées de 10 % à 15% des pertes de charge linéaires (on prend 15% dans notre cas)

Elles sont données par la formule suivante :

$$\Delta H_s = 0,15 * \Delta H_l$$

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

C'est la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières

$$\begin{aligned} \Delta H_t &= \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,15 * \Delta H_l \\ \Rightarrow \Delta H_t &= 1,15 * \Delta H_l \end{aligned}$$

**Tableau IV.2 : Les pertes de charge dans les conduites d'amenés**

Conduite	Vitesse (m/s)	Q (l/S)	D (mm)	$\lambda$	$\Delta H_t$
A	1.1	0.8	30	0.093	4.39
B	1.1	2.4	50	0.083	10.11
C	1.1	4	60	0.081	1.35
D	1.1	7.2	90	0.072	2.55
E	1.1	7.2	90	0.072	1.99

**N.B :** on a pas irriguée tout les postes en même temps, on irrigue 9 poste après on fait l'irrigation pour les derniers.

Les conduites sont représentés dans l'annexe VIII

**Donc :**  $P = 31.06$  mce

**Conclusion**

L'objectif de l'utilisation du goutte-à-goutte est l'économie d'eau, en effet la réduction des besoins journaliers induit une réduction de près de 30%. L'utilisation de faible débit permet aussi de conserver la structure des sols lourds de notre zone d'étude. L'avantage aussi réside dans l'économie en main d'œuvre qui devient rare.

## CONCLUSION GENERALE

Comme son nom l'indique, le périmètre du sahel algérois est situé dans la zone littorale, à 110 km environ de la capitale Alger et à 13 km de la côte. Il s'étend sur une superficie de 5000 ha, et concerne sept zones agricoles (la vallée du Nador, le plateau du Nador, les coteaux de Hadjout, la vallée de l'oued El hachem, les plaines de Cherchell, Sidi Ghiles, et Hadjret Ennous). Il est alimenté à partir de barrage de Boukerdane. Notre étude s'est consacrée principalement au couloir Est de ce périmètre.

Les exploitations agricoles, irriguées principalement à partir du barrage de Boukourdane, ont toutes été équipées en bornes d'irrigation. Cependant les surfaces initialement prévu n'ont pu être toutes irriguées à cause du manque d'eau. La céréaliculture, grande consommatrice d'eau, à été abandonnée au profit du maraîchage qui y est de plus en plus pratiqué avec en plus le développement des cultures intercalaires. La vigne ainsi que l'arboriculture prennent aussi une part dans l'assolement. Le cout de ce projet était très important mais la rentabilité actuelle très faible à cause du déficit en eau qui ne permet pas d'exploiter de grande surface d'une part et d'avoir de bon rendement d'autre part.

Les agriculteurs sont dans l'obligation d'adopter les méthodes d'irrigation du goutte à goutte ou l'aspersion pour économiser cette ressource de plus en plus rare, c'est ainsi qu'on à été amené à calculer les besoins en eau des cultures qui sont pratiquées actuellement et de dimensionner en conséquence un réseau d'irrigation localisée qui sera étendu par la suite à l'ensemble des cultures adaptées à ce système. Avant d'arriver à la parcelle nous avons de même dimensionné le réseau de distribution à l'aide du logiciel EPANET.

Il faut cependant pouvoir assurer une bonne assistance et vulgarisation de ces systèmes d'irrigation pour que le projet soit rentable et efficace.

## *RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES*

BULLETIN FAO N°36. Irrigation localisée, calcul, mise en place, exploitation, contrôle du fonctionnement, FAO. Rome

HENRI TARDIEU. Traité d'irrigation on préface

JEAN ROBERT TIERCELIN. Traité d'irrigation, technique et documentation. France, 1978

KULKER. La maîtrise de l'irrigation sous pression, aspersion et goutte à goutte.

Edition Nathan. Paris.

MESSAHEL MEKKI. Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation). Edition O.P.U. Alger, 1988

# ANNEXES

## ANNEXE I

*Pluie annuelles (mm) observée au niveau de la station pluviométrique de Boukerdane durant la période (1987-2011).*

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1987	30.80	44.90	58.20	0.7	36.60	26.10	34.80	43.30	35.20	19.50	2.10	0.00	331.50
1988	59.90	19.50	66.80	161.10	28.00	31.00	96.10	89.10	10.90	11.10	0.00	6.30	579.80
1989	16.50	6.00	68.50	21.70	86.60	0.00	57.10	55.90	43.60	0.00	2.60	0.30	358.80
1990	2.30	17.20	48.50	102.20	131.30	68.40	102.90	21.50	27.00	6.90	2.20	3.80	534.20
1991	5.50	135.90	23.10	10.50	170.20	38.00	74.80	74.00	52.20	23.10	5.10	0.00	612.40
1992	0.00	73.20	74.60	87.60	5.50	85.40	28.90	65.00	8.30	2.20	0.00	0.00	430.70
1993	19.90	21.10	54.10	35.20	97.40	31.90	2.80	70.30	7.20	0.00	0.00	0.00	339.90
1994	107.10	76.40	55.10	52.70	140.90	89.60	106.40	11.60	7.20	19.80	2.10	2.70	671.60
1995	62.00	25.00	56.40	20.00	58.10	152.50	33.90	199.20	6.60	14.50	4.50	0.80	633.50
1996	41.40	91.30	35.00	20.40	50.70	44.00	6.00	69.10	26.20	0.00	2.80	8.80	395.70
1997	23.10	46.60	96.90	47.90	7.60	36.00	34.40	76.40	140.90	1.30	0.00	3.10	514.20
1998	37.50	26.20	114.90	69.00	126.70	168.80	115.50	11.60	0.90	0.70	0.00	1.50	673.30
1999	10.70	12.80	131.80	260.00	7.80	6.90	23.00	18.20	49.50	1.20	0.00	0.00	521.90
2000	6.30	86.00	74.80	29.60	107.80	50.50	0.80	60.70	11.50	0.30	0.00	0.00	428.30
2001	18.00	11.30	175.20	46.20	23.40	19.50	65.20	28.90	22.50	0.00	6.50	8.00	424.70
2002	26.50	24.50	90.50	74.10	155.10	124.90	13.30	43.30	39.80	0.00	0.00	1.80	593.80
2003	2.70	27.70	106.10	60.50	81.30	46.50	52.40	76.20	83.10	3.60	0.00	4.00	544.10
2004	27.70	27.70	120.30	143.00	98.90	145.00	95.00	24.10	3.00	0.00	0.00	0.60	685.30
2005	13.70	33.20	78.70	133.70	136.70	67.80	19.20	8.20	140.40	0.00	0.00	0.00	631.60
2006	71.40	2.00	19.10	210.80	12.40	44.80	103.00	92.50	2.80	0.00	2.10	0.00	560.90
2007	75.80	120.20	196.40	123.00	22.60	20.50	88.50	9.50	41.50	5.00	15.50	0.00	718.50
2008	34.90	59.50	103.00	85.00	78.00	65.30	73.00	86.50	0.00	0.00	0.00	17.50	602.70
2009	101.20	3.50	81.00	117.00	97.50	104.50	98.00	38.00	0.00	6.00	0.00	0.00	646.70
2010	19.50	97.60	99.00	59.50	108.60	82.60	36.40	33.20	0.00	18.00	0.00	0.00	554.40
2011	11.60	44.60	106.80	68.00	6.60	16.90	59.20	56.00	33.00	6.00	2.00	2.00	412.70
<b>MOY</b>	<b>33.04</b>	<b>45.36</b>	<b>85.39</b>	<b>81.55</b>	<b>75.05</b>	<b>62.70</b>	<b>56.82</b>	<b>54.49</b>	<b>31.73</b>	<b>5.57</b>	<b>1.90</b>	<b>2.45</b>	<b>536.05</b>

ANNEXE II

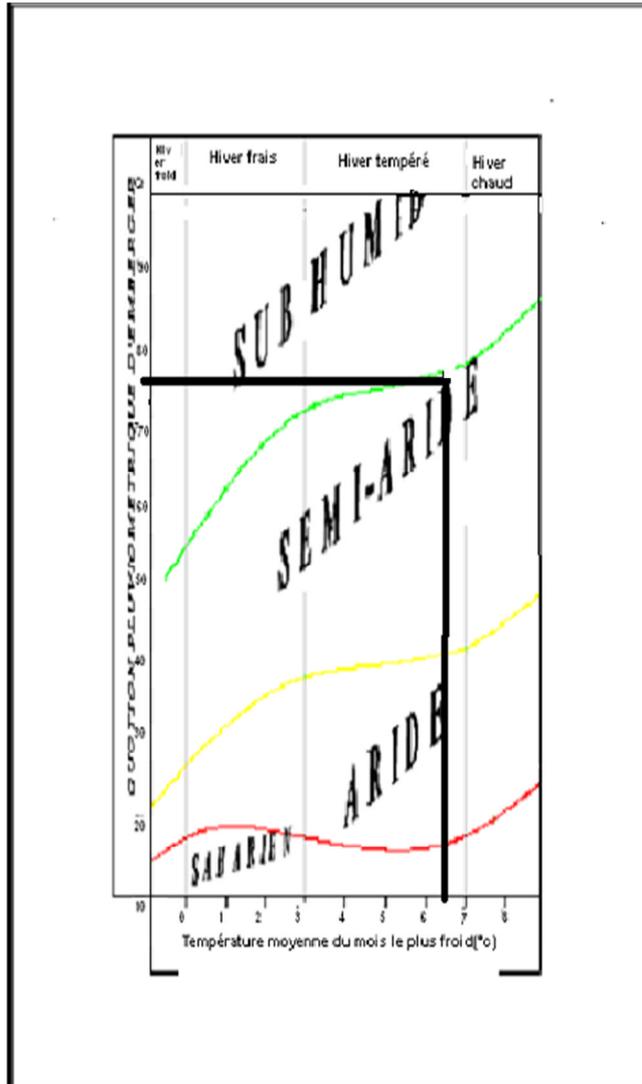


Diagramme bioclimatique d'EMBERGER



**RAPPORT D'EXPLOITATION MENSUEL**

MOIS : NOVEMBRE

**I. SOUSCRIPTION ET IRRIGATION :**

Périmètre	Superficies souscrite ( Ha)		Superficies irriguée ( Ha)		OBS
	MOIS	cumul	MOIS	cumul	
Sahel Algérois					
Secteur II	7	105		120	
Secteur IV	4	119,53		136	
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>224,53</b>		<b>256</b>	

**II - MODULATION DES VOLUMES :**

Périmètre	Ressource	Laché ( Hm <sup>3</sup> )		Mise en tête du réseau		Distribué ( Hm <sup>3</sup> )	
		MOIS	cumul	MOIS	cumul	MOIS	cumul
Sahel Algérois							
Secteur II	Boukerdane					101 616	681 338
Secteur IV						101 184	671 730
<b>TOTAL</b>						<b>202 800</b>	<b>1 353 068</b>

**III - ASSOLEMENT REALISE**

ARRÊTÉ AU 31/10/2006

Périmètre	ARBORICULTURE		FOURRAGE		MARAICHAGE	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Sahel Algérois						
Secteur II	27	24,55	1	100	92	63,45
Secteur IV	83	75,45	0	0	53	36,55
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>145</b>	<b>100</b>

2006

OFFICE NATIONAL DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE  
ONID

PROJET: SAHEL ALGEROIS  
CHERCHELL

ANNEX III (suite)

RAPPORT D'EXPLOITATION HEBDOMADAIRE

SEMAINE : 17/11/2007 AU 23/11/2007

I- SOUSCRIPTION ET IRRIGATION:

Périmètre Sahel Algerois	Superficies souscrites(ha)		Superficies irriguées(ha)		Observations
	semaine	cumul	semaine	cumul	
Secteur II	2	198,5	8,5	235	
Secteur III	0	42,5	0	44	
Secteur IV	3	143	14,5	150	
Secteur V	0	46,5	0	46	
TOTAL	5	430,5	23	475	

II- MODULATION DES VOLUMES:

Périmètre Sahel Algerois	Ressources	Volume lâché(m³)		Volume distribué(m³)		Observations
		semaine	cumul	semaine	cumul	
Secteur II						
Secteur III				2612		
					1212518	
Secteur IV	BOUKERDANE			0	142260	
Secteur V				8657	859613	
TOTAL				0	203398	
					11270	2417789

III- ASSOLEMENT REALISE:

Périmètre Sahel Algerois	ARBORICULTURE		FOURRAGE		MARAICHAGE	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Secteur II	38,5		1		195,5	
Secteur III	14		0		30	
Secteur IV	83		0		67	
Secteur V	7,5		0		38,5	
TOTAL	143		1		331	

OFFICE NATIONAL DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE  
ONID

PROJET: SAHEL ALGEROIS  
CHERCHELL

ANID

ANNEXE III (suite)

RAPPORT D'EXPLOITATION HEBDOMADAIRE

SEMAINE : 21/10/2008 AU 27/10/2008

I- SOUSCRIPTION ET IRRIGATION:

Périmètre	Superficies souscrites (ha)		Superficies irriguées (ha)		Observations
	semaine	cumul	semaine	cumul	
Sahel Algerois	0	123.25	0	166	
Secteur II	0	123.25	0	166	
Secteur III	0	87.5	0	82	
Secteur V	0	62.5	0	80.5	
Hor périmètre	0	22	0	22	
Secteur IV	0	136	0	132	
TOTAL	0	431.25	0	482.5	

II- MODULATION DES VOLUMES:

Périmètre	Ressources	Volume lâché (m³)		Volume distribué (m³)		Observations	
		semaine (m³)	cumul	semaine	cumul		
Sahel Algerois	BOUKERDANE			0	650986		
Secteur II				0	390249		
Secteur III				0	345342		
Secteur V				0	220000		
Hor périmètre					0	625072	
Secteur IV					0	2231649	
TOTAL				0	2231649		

III- ASSOLEMENT REALISE:

Périmètre	ARBORICULTURE		FOURRAGE		MARAICHAGE	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Sahel Algerois	53		1		112	
Secteur II	28.5		0		53.5	
Secteur III	15		0		65.5	
Secteur V	60		0		72	
Secteur IV	3		0		19	
Hor périmètre	159.5		1		322	
TOTAL						

NB

Le volume consommé pour les essais de la branche CM3 du secteur III = 5700 m³

M. CHARLET



OFFICE NATIONAL DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE  
ONID

PROJET: SAHEL ALGEROIS  
CHERCHELL  
N° 126 / ONID / PSA / 2009

ANNEXE III (suite)

RAPPORT D'EXPLOITATION HEBDOMADAIRE

SEMAINE : 11 / 10 / 2009 AU 17 / 10 / 2009

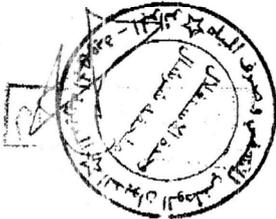
Périmètre	Superficies souscrites (ha)		Superficies irriguées (ha)		Observations
	semaine	cumul	semaine	cumul	
Sahel Algerois	0	41	1,5	40	
Secteur II	0	45,5	8	45,5	
Secteur III	0	12,5	12,5	14	
Secteur V	0	3	1	3	
Hor périmètre	0	76,5	19	75,5	
Secteur IV	0	178,5	42	178	
TOTAL	0	178,5	42	178	

II- MODULATION DES VOLUMES:

Périmètre	Ressources	Volume lâché (m³)		Volume distribué (m³)		Observations
		semaine	cumul	semaine	cumul	
Sahel Algerois	BOUKERDANE			1200	141952	
Secteur II				3348	108146	
Secteur III				10358	77948	
Secteur V				520	20000	
Hor périmètre				9650	182785	
Secteur IV						
TOTAL				9650	182785	

III- AGROULEMENT REALISE:

Périmètre	ARBORICULTURE		FOURRAGE		MARAICHAGE	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Sahel Algerois	40		0		0	
Secteur II	45,5		0		0	
Secteur III	14		0		0	
Secteur V	3		0		0	
Hor périmètre	75,5		0		0	
Secteur IV	178		0		0	
TOTAL	178		0		0	



1009

OFFICE NATIONAL DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE  
ONID

PERIMETRE : SAHEL ALGEROIS  
N° 229 / ONID / PSA / 2010

RAPPORT D'EXPLOITATION HEBDOMADAIRE

SEMAINE : 26 / 10 / 2010 AU 01 / 11 / 2010



ANNEXE III (suite)

Périmètre	Superficies souscrites (ha)		Superficies irriguées (ha)		Observations
	semaine	cumul	semaine	cumul	
Sahel Algerois					
Secteur II	0	56.5	10	56.5	
Secteur III	0	48.5	0	39.5	
Secteur V	0	12.5	0	12.5	
Hor périmètre	0	3	0	3	
Secteur IV	0	80	20	80	
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>200.5</b>	<b>30</b>	<b>191.5</b>	

II- MODULATION DES VOLUMES:

Périmètre	Ressources	Volume lâché (m³)		Volume distribué (m³)		Observations
		semaine	cumul	semaine	cumul	
Sahel Algerois						
Secteur II				3604	225234	
Secteur III				0	105385	
Secteur V				0	71297	
Hor périmètre				2350	30000	
Secteur IV				8244	266222	
<b>- TOTAL</b>				<b>14098</b>	<b>698138</b>	

III- ASSOLEMENT REALISE:

Périmètre	ARBORICULTURE		FOURRAGE		MARAICHAGE	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Sahel Algerois						
Secteur II	43.5		2		11	
Secteur III	39.5		0		0	
Secteur V	12.5		0		0	
Hor périmètre	3		0		0	
Secteur IV	55		0		0	
<b>TOTAL</b>	<b>153.5</b>		<b>2</b>		<b>25</b>	<b>36</b>

N.B:

\*Fuite d'eau au niveau de la conduite CM4 - F500 (secteur IV), V = 2000 m3

Chef section  
 شارف  
 المديران الوطني للري و الصرف  
 المديران الوطني للتخطيط  
 وحدة الأمتلاك  
 مصلحة التقنية  
 مساحات الجزائر



OFFICE NATIONAL DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE  
ONID

PÉRIMÈTRE : SAHEL ALGEROIS  
N°... / ONID / PSA / 2011

ANNEXE III (suite)



RAPPORT D'EXPLOITATION HEBDOMADAIRE

SEMAINE : 19/11/2011 AU 25/11/2011

Semaine N°34

Périmètre	Superficies souscrites(ha)		Superficies irriguées(ha)		Observations
	semaine	cumul	semaine	cumul	
Sahel Algerois	0	123,25	12	121,25	
Secteur II	0	92,75	7	86	
Secteur III	0	44,5	4,0	44,5	
Secteur V	0	3,5	0	3,6	
Hors périmètre	0	125,75	12,00	125,5	
Secteur IV	0	389,75	35,00	380,75	
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>389,75</b>	<b>35,00</b>	<b>380,75</b>	

II- MODULATION DES VOLUMES:

Périmètre	Ressources	Volume lâché (m³)		Volume distribué (m³)	
		cumul	semaine	cumul	semaine
Sahel Algerois					
Secteur II			2632	614975	
Secteur III			4073	284158	
Secteur V			1040	205205	
Hors périmètre			0	35000	
Secteur IV			3650	597390	
<b>TOTAL</b>			<b>11395</b>	<b>1736728</b>	

III- ASSOLEMENT REALISE:

Périmètre	ARBORICULTURE		FOURRAGE		MARAICHAGE		TOTAL
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	
Sahel Algerois							
Secteur I	40		2,5		78,75		121,25
Secteur II	41		40		35		86
Secteur V	15,5		0		29		44,5
Hors périmètre	0		0		3,5		3,5
Secteur IV	73		0		52,5		125,5
<b>TOTAL</b>	<b>169,5</b>		<b>12,5</b>		<b>198,75</b>		<b>380,75</b>

Chef section

arrêté n° 07/12/2011

Débit R6 = 857 577 m³

Débit R4 = 818 482 m³



# ANNEXE III

## ETAT DES BORNES SECTEUR III

N° Borne	Parcelles desservies	Occupation	Surfaces (Ha)	Débit (l/s)	Cote piézo (m)	Cote terrain (m)	Charge disponible (m)		Type de borne
							Dynamique	Statique	
1	336	T	9,54	15,26	179,30	53,80	125,50	126,20	B150
2	335	T	14,15	22,64	179,50	53,50	126,00	126,50	B150
3	337	T	7,22	11,55	176,50	70,00	106,50	110,00	A100
4	338	V	2,89	2,60					
	339	V	2,13	1,92					
	340	V	2,29	2,06					
			7,31	6,58	174,10	84,00	90,10	96,00	A65
5	343	T	9,82	15,71	174,10	84,00	90,10	96,00	B150
6	341	T	4,41	7,06					
	342B	T	6,00	9,60					
			10,41	16,66	173,00	92,50	80,50	87,50	B150
7	342A	T	14,19	22,70	171,40	98,00	73,40	82,00	B150
8	321A	T	10,21	16,34	178,60	69,50	109,10	110,50	B150
9	323	T	12,28	19,65	178,30	70,30	108,00	109,70	B150
10	321B	T	8,08	12,93	176,90	62,00	114,90	118,00	B150
11	321C	T	3,50	5,60					
	322	V	8,54	7,69					
			12,04	13,29	174,90	73,00	101,90	107,00	B150
12	319	T	3,23	5,17					
	320A	T	2,08	3,33					
	321D	T	5,51	8,82					
			10,82	17,31	177,00	112,60	64,40	67,40	B150
13	321E	T	16,68	26,69	176,60	126,40	50,20	53,60	B150
14	320B	T	6,74	10,78	176,30	127,40	48,90	52,60	A100
15	321 F	T	10,24	16,38	175,80	128,20	47,60	51,80	B150
16	320C	T	6,83	10,93					
	321G	T	4,83	7,73					
			11,66	18,66	174,50	132,00	42,50	48,00	B150
17	324B	T	2,46	3,94					
	334	T	1,13	1,81					
			3,59	5,74	178,70	44,25	134,45	135,75	A65
18	348A	V	7,26	6,53					
	333	T	3,34	5,34					
			10,60	11,88	178,10	49,00	129,10	131,00	A100
19	348B	V	7,13	6,42	175,70	44,10	131,60	135,90	A65
20	347	T	13,40	21,44	175,00	42,40	132,60	137,60	B150
21	346	T	9,20	14,72					
	357	T	3,10	4,96					
			12,30	19,68	172,10	38,80	133,30	141,20	B150
22	355	T	3,59	5,74					
	356	T	3,66	5,86					
			7,25	11,60	169,60	36,20	133,40	143,80	A100
23	331	V	3,68	3,31					
	332	A	0,83	1,16					
			4,51	4,47	177,70	66,00	111,70	114,00	A65
24	327	T	6,90	11,04	175,70	92,00	83,70	88,00	A100
25	313	V	9,06	8,15	175,40	105,00	70,40	75,00	A100
26	312	T	9,87	15,79	175,00	111,80	63,20	68,20	B150

ETAT DES BORNES SECTEUR IV

ANNEXE IV (suite)

N° Borne	Parcelles desservies	Occupation	Surfaces (Ha)	Débit (l/s)	Cote piézo (m)	Cote terrain (m)	Charge disponible (m)		Type de borne
							Dynamique	Statique	
1	363D	T	10,09	16,14	100,30	37,40	62,90	66,60	B150
2	367	A	3,49	4,89					
	368A	A	2,04	2,86					
			5,53	7,74	97,40	37,90	59,50	66,10	A100
3	366	T	3,10	4,96	94,70	42,00	52,70	62,00	A65
4	484	A	1,08	1,51					
	485	T	2,08	3,33					
			3,16	4,84	90,70	48,40	42,30	55,60	A65
5	481	T	2,04	3,26					
	482	A	5,50	7,70					
	483	T	1,07	1,71					
			8,61	12,68	89,60	47,50	42,10	56,50	B150
6	486	T	5,62	8,99					
	365	T	1,10	1,76					
			6,72	10,75	89,60	47,50	42,10	56,50	A100
7	363C	T	4,56	7,30	99,50	34,80	64,70	69,20	A100
8	369	A	12,00	16,80	101,40	33,10	68,30	70,90	B150
9	368B	A	5,33	7,46	100,70	33,10	67,60	70,90	A100
10	363A	T	5,72	9,15	99,20	31,20	68,00	72,80	A100
11	359	T	2,23	3,57					
	360	A	2,91	4,07					
			5,14	7,64	95,00	38,00	57,00	66,00	A100
12	363B	T	5,04	8,06	95,70	31,70	64,00	72,30	A100
13	370	A	8,54	11,96	98,90	31,00	67,90	73,00	A100
14	564B	T	4,66	7,46	97,40	30,00	67,40	74,00	A100
15	564A	T	7,27	11,63	96,00	24,30	71,60	79,70	A100
16	570	A	1,41	1,97					
	571	T	0,87	1,40					
			2,28	3,37	90,30	22,70	67,60	81,30	A65
17	574	A	8,76	12,26	88,70	20,90	67,80	83,10	B150
18	572	A	11,19	15,67	88,90	20,60	68,30	83,40	B150
19	573	A	5,98	9,57	84,30	23,00	61,30	81,00	A100
20	352	A	5,25	7,35	81,70	28,50	53,20	75,50	A100
21	353	A	4,07	5,70					
	354	T	4,27	6,83					
			8,34	12,53	77,10	30,00	47,10	74,00	B150
22	575A	T	4,35	6,96	81,80	23,00	58,80	81,00	A65
23	575B	T	13,67	21,87	77,80	16,00	61,80	88,00	B150
24	577	V	6,25	5,63	64,20	17,10	47,10	86,90	A65
25	568	T	3,58	5,73					
	569	A	11,41	15,97					
			14,99	21,70	88,40	17,10	71,30	86,90	B150
26	578	T	6,23	9,97	82,30	36,00	46,30	68,00	A100
27	579	V	15,48	13,93	78,80	36,00	42,80	68,00	B150
28	585A	A	7,54	10,56	85,90	13,20	72,70	90,80	A100
29	587A	V	7,45	6,71	79,30	10,70	68,60	93,30	A65

# ANNEXE IV (Suite)

## ETAT DES BORNES SECTEUR V

N° Borne	Parcelles desservies	Occupation	Surfaces (Ha)	Débit (l/s)	Cote piézo (m)	Cote terrain (m)	Charge disponible (m)		Type de borne
							Dynamique	Statique	
1	475	T	1,56	2,50					
	477	A	2,24	3,14					
			<b>3,80</b>	<b>5,63</b>	<b>139,10</b>	<b>52,60</b>	<b>86,50</b>	<b>86,79</b>	<b>A65</b>
2	476	A	2,14	3,00					
	478	T	3,13	5,01					
			<b>5,27</b>	<b>8,00</b>	<b>139,00</b>	<b>52,60</b>	<b>86,40</b>	<b>86,79</b>	<b>A100</b>
3	472	A	7,10	9,94					
	473	T	2,24	3,58					
			<b>9,34</b>	<b>13,52</b>	<b>138,70</b>	<b>53,90</b>	<b>84,80</b>	<b>85,49</b>	<b>B150</b>
4	474	T	5,10	8,16	137,50	55,60	81,90	83,79	A100
5	297	T	4,94	7,90					
	298	T	3,30	5,28					
			<b>8,24</b>	<b>13,18</b>	<b>136,70</b>	<b>55,45</b>	<b>81,25</b>	<b>83,94</b>	<b>B150</b>
6	300	T	3,83	6,13					
	301C	T	3,88	6,21					
			<b>7,71</b>	<b>12,34</b>	<b>135,00</b>	<b>62,00</b>	<b>73,00</b>	<b>77,39</b>	<b>A100</b>
7	301B	T	5,75	9,20	132,60	62,60	70,00	76,79	A100
8	301A	T	9,81	15,70	132,80	63,60	69,20	75,79	B150
9	305B	T	12,42	19,87	131,40	65,10	66,30	74,29	B150
10	302	T	1,86	2,98					
	305C	T	4,14	6,62					
			<b>6,00</b>	<b>9,60</b>	<b>130,80</b>	<b>66,80</b>	<b>64,00</b>	<b>72,59</b>	<b>A100</b>
11	305A	T	5,75	9,20	130,70	67,75	62,95	71,64	A100
12	470	T	4,62	7,39					
	479	A	3,15	4,41					
			<b>7,77</b>	<b>11,80</b>	<b>137,30</b>	<b>53,80</b>	<b>83,50</b>	<b>85,59</b>	<b>A100</b>
13	299	T	4,82	7,71	136,10	57,10	79,00	82,29	A100
14	460	A	4,07	5,70	137,60	59,80	77,80	79,59	A65
15	461A	T	5,47	8,75	136,40	60,80	75,60	78,59	A100
16	457	A	0,55	0,77					
	458	T	6,22	9,95					
	459	A	3,59	5,03					
			<b>10,36</b>	<b>15,75</b>	<b>130,50</b>	<b>60,50</b>	<b>70,00</b>	<b>78,89</b>	<b>B150</b>
17	455	A	3,10	4,34					
	456	T	9,38	15,01					
			<b>12,48</b>	<b>19,35</b>	<b>133,70</b>	<b>62,00</b>	<b>71,70</b>	<b>77,39</b>	<b>B150</b>
18	454A	T	10,44	16,70	130,80	64,60	66,20	74,79	B150
19	454B	T	11,34	18,14	130,60	64,60	66,00	74,79	B150
20	453	T	4,21	6,74					
	454C	T	7,18	11,49					
	454D	T	2,18	3,49					
			<b>13,57</b>	<b>21,71</b>	<b>129,00</b>	<b>66,60</b>	<b>62,40</b>	<b>72,79</b>	<b>B150</b>
21	471	V	7,79	7,01	138,40	64,10	74,30	75,29	A65
22	461B	T	5,32	8,51	138,20	63,85	74,35	75,54	A100
23	464A	T	9,87	15,79	137,60	65,00	72,60	74,39	B150

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU) ANNEXE V

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ET<sub>cult</sub> = 5-6 mm/jour

Culture	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (p) de l'eau utilisable <sup>1</sup>	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m <sup>1</sup>		
			T.fin	T.moyenne	T.grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot <sup>2</sup>	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trèfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Cacao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Concombre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Datte	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cadu.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales <sup>2</sup>	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céré. d'hiver <sup>2</sup>	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Mais <sup>2</sup>	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Mais-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poivron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave suc.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Canne à sucre <sup>2</sup>	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol <sup>2</sup>	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Patate douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
tard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

<sup>1</sup> Quand ET<sub>cult</sub> < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET<sub>cult</sub> > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).  
<sup>2</sup> Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Salter et Goode (1967), Rijtema (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

*ANNEXE VI : Les tableaux des besoins en eau du culture*

**AGRUMES TOUTL'ANNEE**

<i>Mois</i>	<i>Kc</i>	<i>ET0(mm/mois)</i>	<i>ETM</i>	<i>Peff(mm)</i>	<i>RFU(mm)</i>	<i>B(mm)</i>	<i>B(mm)</i>
<i>Jan.</i>	0.64	86.8	55.55	55.4	108	107.85	0
<i>Fév.</i>	0.66	87	57.42	47.1	107	96.68	0
<i>Mars.</i>	0.68	112.53	76.52	43	96	62.48	0
<i>Avr.</i>	0.7	109.5	76.65	41.4	62	26.75	0
<i>Mais.</i>	0.71	125.86	89.36	24.9	26	- 38.46	38.46
<i>Juin.</i>	0.72	144	103.68	4.5	0	- 99.18	99.18
<i>Juillet.</i>	0.72	161.82	116.51	1.5	0	- 115.01	115.01
<i>Aout.</i>	0.7	157.48	110.24	2.1	0	- 108.14	108.14
<i>Sep.</i>	0.68	136.8	93.02	25.9	0	- 67.12	67.12
<i>Oct.</i>	0.67	129.58	86.82	34.9	0	- 51.92	51.92
<i>Nov.</i>	0.66	102	67.32	62	108	102.68	0
<i>Dec.</i>	0.65	90.83	59.04	59.6	108	108.56	0

**POMME DE TERRE**

<i>Mois</i>	<i>Kc</i>	<i>ET0(mm/mois)</i>	<i>ETM</i>	<i>Peff(mm)</i>	<i>RFU(mm)</i>	<i>B(mm)</i>	<i>B(mm)</i>
<i>Nov.</i>	0.4	102	40.8	62	30	51.2	0
<i>Dec.</i>	0.7	90.83	63.58	59.6	30	26.02	0
<i>Jan.</i>	1.05	86.8	91.14	55.4	26	-9.74	0
<i>Fév.</i>	0.85	87	73.95	47.1	0	-26.85	26.85
<i>Mars.</i>	0.7	112.54	78.78	43	0	-35.78	35.78

**CHOUX**

<i>Mois</i>	<i>Kc</i>	<i>ET0(mm/mois)</i>	<i>ETM</i>	<i>Peff(mm)</i>	<i>RFU(mm)</i>	<i>B(mm)</i>	<i>B(mm)</i>
<i>Aout.</i>	0.4	157.48	62.992	2.1	0	-60.892	60.89
<i>Sep.</i>	0.7	136.8	95.76	25.9	0	- 69.86	69.86
<i>Oct.</i>	0.95	129.58	123.101	34.9	0	-88.201	88.2
<i>Nov.</i>	0.9	102	91.8	62	45	15.2	0

**ANNEXE VI : (Suite)**

**TOMATE**

<b>Mois</b>	<b>Kc</b>	<b>ET0(mm/mois)</b>	<b>ETM</b>	<b>Peff(mm)</b>	<b>RFU(mm)</b>	<b>B(mm)</b>	<b>B(mm)</b>
<b>Avr.</b>	0.4	109.5	43.80	41.4	63	60.60	0
<b>Mais.</b>	0.5	125.86	62.93	24.9	60	21.97	0
<b>Juin.</b>	0.7	144	100.80	4.5	21	- 75.30	75.3
<b>Juillet.</b>	0.8	161.82	129.46	1.5	0	- 127.96	127.96
<b>Aout.</b>	0.8	157.48	125.98	2.1	0	- 123.88	123.88
<b>Sep.</b>	0.6	136.8	82.08	25.9	0	- 56.18	56.18

**VIGNES**

<b>Mois</b>	<b>Kc</b>	<b>ET0(mm/mois)</b>	<b>ETM</b>	<b>Peff(mm)</b>	<b>RFU(mm)</b>	<b>B(mm)</b>	<b>B(mm)</b>
<b>Jan.</b>	0.2	86.8	17.36	55.4	140	178.04	0
<b>Fév.</b>	0.25	87	21.75	47.1	140	165.35	0
<b>Mars.</b>	0.3	112.53	33.76	43	140	149.24	0
<b>Avr.</b>	0.5	109.5	54.75	41.4	140	126.65	0
<b>Mais.</b>	0.7	125.86	88.10	24.9	126	62.80	0
<b>Juin.</b>	0.8	144	115.20	4.5	60	- 50.70	50.7
<b>Juillet.</b>	0.8	161.82	129.46	1.5	0	- 127.96	127.96
<b>Aout.</b>	0.75	157.48	118.11	2.1	0	- 116.01	116.01
<b>Sep.</b>	0.65	136.8	88.92	25.9	0	- 63.02	63.02
<b>Oct.</b>	0.5	129.58	64.79	34.9	0	- 29.89	29.89
<b>Nov.</b>	0.35	102	35.70	62	140	166.30	0
<b>Dec.</b>	0.2	90.83	18.17	59.6	140	181.43	0

## 2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

ANNEXE VIII

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Banancier						
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
Coton	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Mais						
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*
Oignon						
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
Poivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzerne	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						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 VII (suite)

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR  
LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS ( Hemisphere-Nord )											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques.....	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec couv herb	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.70	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.60	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.88	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20

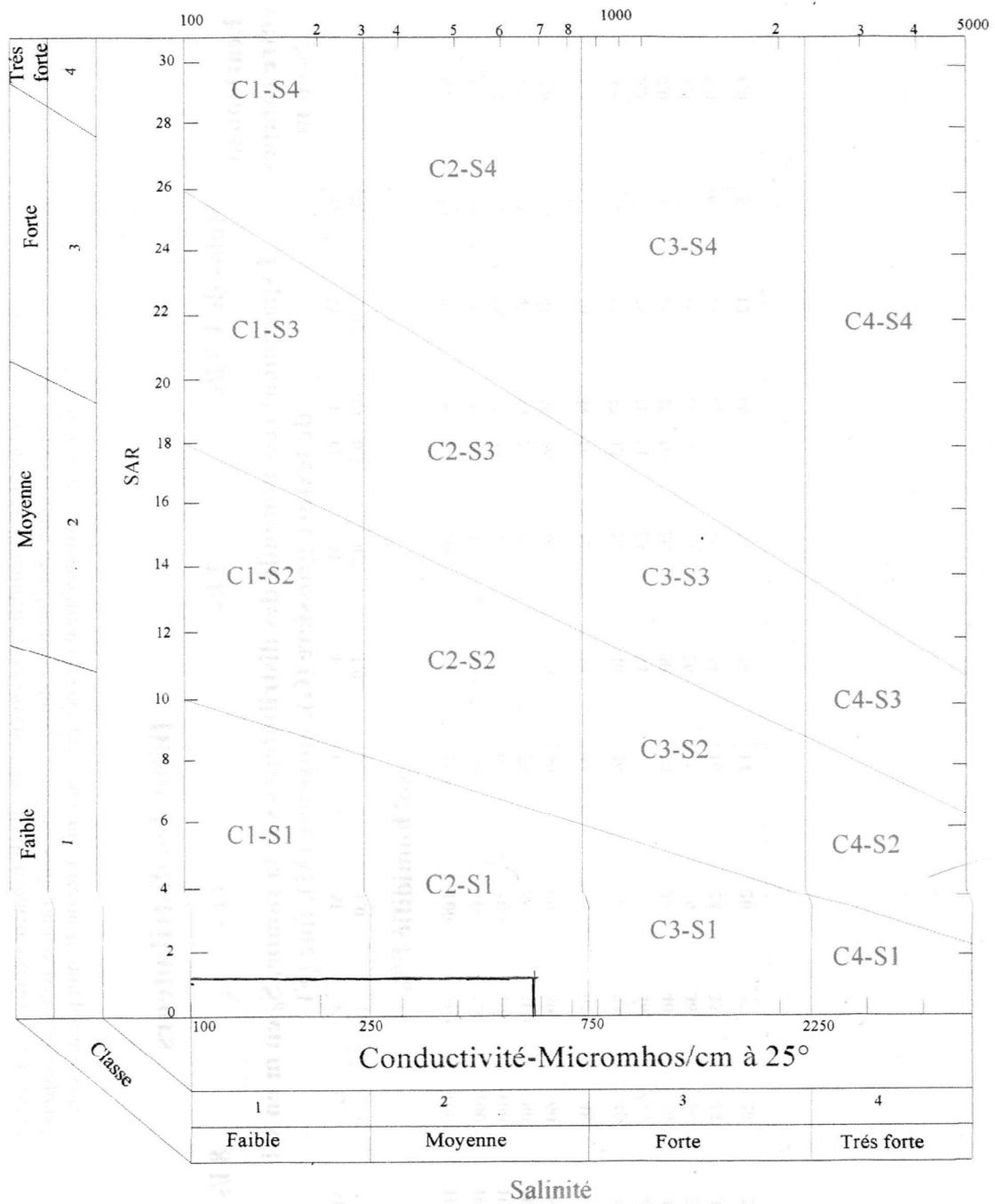


Diagramme de Riverside