

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE  
« ARBAOUI Abdellah »

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

Option : Conception des systèmes d'Irrigation - drainage

## THEME

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE DU  
SECTEUR VI DU PERIMETRE SAHEL ALGEROIS  
OUEST IRRIGUE A PARTIR DES EAUX USEES  
EPUREES DES STATIONS D'EPURATION HADJOUT  
ET DE TIPAZA**

**Présenté par :**  
**M<sup>r</sup> MEHELFEKH AMAR**

**Promotrice :**  
**M<sup>me</sup> L. S BAHBOUH**

**Devant le Jury composé de :**

**Président :** M<sup>r</sup> B. BENLAOUKLI

**Examineurs :**

M<sup>me</sup> W. AZIEZ

M<sup>elle</sup> H. BOUCHAMA

M<sup>r</sup> R. REKROUK



# *Dédicace:*

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

- A vous chers PARENTS, essayant ainsi de vous exprimer toute ma gratitude pour tout ce que vous m'avez apporté.*
- A mes Frères*
- A toute ma Famille*
- A mes amis et toutes personnes ayant participés de près ou de loin à ce modeste travail.*

*Et à tous ceux que j'aime.*

# Remerciements:

*Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.*

*« Et on ne remercie dieu qu'après avoir remercie les gens »*

*Je remercie MES PARENTS en premier lieu qui m'on permit et facilité les choses pour accomplir mes études, mes frères, et toute ma famille.*

*Je remercie fortement ma promotrice : Mme L.S BAHBOUH de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.*

*Je remercie Mr KRIMO L, et Mr TEMZI DJILLALI qui m'ont beaucoup aidé.*

*Je tiens à remercier aussi :*

- Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail*
- Le corps d'enseignants, les étudiants et l'administration de l'ENSH*
- Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration et l'aboutissement de ce mémoire.*

# مُلخَص

إنَّ الهدف من إنجاز أطروحة نهاية دراستي يندرجُ ضمنَ السياسة الحالية المُتعلّقة بتسيير المساحات المسقية، والذي يسعى إلى تحقيق مردودًا مُعتبرًا من ناحية الاستثمار، مُعبرًا عن أفضل فعالية لتقنيات السقي من جهة، تسيير أنجع ومحافظة على الموارد المائية و نوعية التربة من جهة أخرى. و نظرًا لمشكل ندرة مياه السقي قامت الدولة باستعمال المياه القذرة المصفاة عن طريق محطات التنصيف لسد النقص في الاحتياجات.

# Résumé

L'objectif de notre mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués; de façon à atteindre un rendement élevé de l'investissement, traduisant une meilleure efficacité du système d'irrigation d'une part, une meilleure gestion et préservation des potentialités : ressources en eau et ressources en sol d'autre part.

En raison du problème de la rareté de l'eau potable. L'Etat doit utiliser les eaux usées, épurées provenant des stations d'épurations pour combler le déficit en eau et de satisfaire les besoins des cultures et d'atteindre ainsi des rendements optimaux.

# Abstract

The aim of our present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feed back, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources from the other part.

Due to the problem of scarcity of irrigate water. The State has to use waste water, purified through the épuration station to supplement the shortage of needs.

## TABLE DES MATIERES

### INTRODUCTION GENERALE

#### Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE .....	2
II. INFRASTRUCTURES ROUTIERES .....	5
III. RESEAU HYDRAUGRAPHIQUE .....	5
IV. GEOLOGIE .....	5
V. CLIMATOLOGIE .....	6
5.1 Température.....	6
5.2 Evaporation .....	7
5.3 Humidité relative .....	8
5.4 Tension de vapeur d'eau.....	8
5.5 Ensoleillement .....	9
5.6 Vitesse des vents .....	9
5.7 Siroco.....	9
5.8 Gelée.....	10
5.9 Pluviométrie.....	10
VI. Classification de climat.....	11
6.1 Classification du climat selon l'indice de MARTON.....	11
6.2 Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER.....	12
6.3 Représentation du diagramme Ombrothermique de GAUSSEN.....	13
CONCLUSION :.....	16

#### Chapitre II: HYDROLOGIE

INTRODUCTION.....	17
I. RESEAU PLUVIOMETRIQUE.....	17
II. HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE.....	18
III. ETUDE DE L'ECHANTILLON ET CHOIX DU TYPE DE LOI .....	21
3.1 Traitement des données:.....	21
3.2 Ajustement de la série pluviométrique:.....	21
3.2.1 Ajustement à la loi Normale(GAUSS) .....	21
3.2.2 Ajustement à la loi log-Normale (GALTON) .....	24
3.3 Test de validité d'un ajustement .....	26
3.3.1 Test de validité de l'ajustement à la loi Normale .....	26
3.3.2 Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale .....	26
IV. DETERMINATION DE L'ANNEE DE CALCULE .....	27
CONCLUSION .....	27

#### Chapitre III : RESSOURCE EN SOL ET RESSOURCE EN EAU

INTRODUCTION.....	28
I. RESSOURCE EN SOL.....	29
1.1 Zone de Tipaza – Nador.....	29
1.1 Zone de Hadjout.....	31
II. RESSOURCE EN EAU .....	32
2.1 STATION D'EPURATION DE HADJOUT .....	32
2.1.1 Localisation de la station d'épuration.....	32
2.1.2 Qualité des eaux :.....	32
2.1.3 Caractéristiques des eaux usées.....	33
2.1.4 Définition des débits .....	34
2.1.5 Système d'épuration.....	34
2.2 STATION D'EPURATION DE TIPAZA.....	36
2.2.1 Localisation de la station d'épuration.....	36
2.2.2 Qualité des eaux .....	36

2.2.3	Caractéristiques des eaux usées.....	37
2.2.4	Définition des débits.....	37
2.2.5	Système d'épuration.....	38
2.3	INTERPRETATION DES RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUES.....	39
2.3.1	STEP de Hadjout.....	39
2.3.2	STEP de Tipaza.....	41
2.4	INTERPRETATION DES RESULTATS DES ELEMENTS TRACES (METAUX LOURDS):.....	43
2.5	CLASSIFICATION DES EAUX POUR L'IRRIGATION:.....	44
2.5.1	Classification mondiale (F.A.O).....	44
2.5.2	Classification Russe.....	44
2.5.3	Classification Américaine.....	45
2.5.4	Détermination du S.A.R.....	47
2.5.5	Interprétation des résultats des analyses.....	48
	CONCLUSION.....	48

#### Chapitre IV : Etude agro socio-économique

INTRODUCTION .....	49
I. POPULATION ET EMPLOI DANS LA REGION.....	49
1.1 Population dans la région.....	49
1.2 Main- d'œuvre agricole.....	51
II. STRUCTURE DU SECTEUR AGRICOLE.....	52
2.1 Réorganisation du secteur agricole.....	52
2.2 Le statut foncier dans la zone d'étude.....	53
2.3 La taille des exploitations agricoles.....	53
2.4 Occupation du sol de l'aire d'étude.....	56
2.5 L'irrigation dans l'aire d'étude.....	58
2.6 Rotations et assolements pratiqués.....	60
III. CONTEXTE GENERAL DES PRODUCTIONS ANIMALES.....	61
3.1 Elevage bovin, ovin et caprin.....	61
3.2 Petit élevage.....	63
IV. COMMERCIALISATION.....	63
CONCLUSION.....	65

#### Chapitre V : LES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION

INTRODUCTION.....	66
I. LES CULTURES ADAPTEES A LA ZONE D'ETUDE.....	66
1.1 La céréaliculture.....	67
1.2 Cultures fourragères.....	68
1.3 Arboriculture.....	68
1.4 Cultures maraîchères.....	70
II LES EXPLOITATIONS TYPES.....	70
III. L'OCCUPATION DES SOLS.....	71
IV. BESOIN EN EAU DU PERIMETRE .....	74
4.1 Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC) .....	74
4.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence.....	75
4.3 Méthode de M <sup>R</sup> PENMAN&MOTHEIT modifiée.....	75
4.4 La pluie efficace.....	77
4.5 L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ETC) .....	78
4.6 Efficience de l'irrigation.....	78
4.7 Besoins nets et Bruts en eau d'irrigation.....	79
CONCLUSION .....	82

#### Chapitre VI: Réseau d'adduction et de distribution collectif d'irrigation sous pression

INTRODUCTION :	83
I. DESCRIPTION DU SCHEMA D'ADDITION .....	83

II. CHOIX DU TRACE .....	86
III. LA METHODOLOGIE DE DIMENSIONNEMENT .....	86
IV. CALCUL DES DEBITS A TRANSITER PAR LE RESEAU COLLECTIF.....	87
4.1 Débits spécifiques .....	87
4.2 Loi de Clément .....	88
4.3 Débits caractéristiques .....	92
V. OPTIMISATION DES CANALISATIONS.....	92
5.1 La vitesse admissible.....	93
5.2 La perte de charge .....	94
5.3 Matériaux de construction des canalisations.....	95
5.3 Diamètre.....	95
5.4 La desserte gravitaire .....	96
5.5 La desserte par pompage .....	102
VI. EQUIPEMENTS HYDROMECHANIQUES.....	105
CONCLUSION .....	106

## CONCLUSION GENERALE

Bibliographie

Annexe



## LISTE DES FIGURES, CARTES ET PLANS

Figure I.1: Plan de situation du périmètre d'étude.....	3
Figure I. 2: Carte de localisation administrative.....	4
Figure I. 3 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	13
Figure I. 4: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN.....	15
Figure II.1 Ajustement de la station de Boukourdene (020329) à la loi de Gauss.....	23
Figure II.2 Ajustement de la station de Boukourdene (020329) à la loi de Galton.....	25
Figure III.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	47
Figure IV.1: Répartition des superficies selon le statut juridique.....	53
Figure IV.2 La répartition des superficies selon l'occupation du sol dans la zone d'étude des communes de Tipaza et de Hadjout.....	58
Figure IV.3 gros élevage par commune.....	62
Figure VI.1 Schéma vertical d'adduction.....	85

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C.....	7
Tableau I. 2 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm.....	7
Tableau I. 3 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %.....	8
Tableau I. 4 : Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar.....	8
Tableau I. 5 : Ensoleillement en heures.....	9
Tableau I. 6 : Vitesse du vent en Km/h.....	9
Tableau I. 7 : Nombre de jours de sirocco.....	9
Tableau I. 8 : Nombre de jour de gelée.....	10
Tableau I. 9 : Caractéristiques des stations pluviométriques.....	10
Tableau I.10 : Répartition mensuelle de la pluie moyenne annuelle à la station 020329.....	11
Tableau I.11 : Classification de climat selon MARTON.....	11
Tableau I.12: Précipitations et températures moyennes mensuelles.....	14
Tableau II.1 : Caractéristiques de la station de Boukourdene (020329).....	17
Tableau II.2 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm).....	18
Tableau II.3 : Test de Wilcoxon pour la station de Boukourdene (020329).....	20
Tableau II.4 : Résultats d'ajustement de la station Boukourdene (020329) à la loi de Gauss.....	22
Tableau II.5 : Résultats d'ajustement de la station Boukourdene (020329) à la loi de Galton.....	24
Tableau II.6 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	27
Tableau III.1: Classes de sols.....	29
Tableau III.2: Caractéristiques de l'eau brute de la STEP de Hadjout.....	33
Tableau III.3: Débits de dimensionnement de la STEP de Hadjout pour différents horizons.....	34
Tableau III.4: Caractéristiques de l'eau brute de la STEP de Tipaza.....	37
Tableau III.5: Débits de dimensionnement de la STEP de Tipaza pour différents horizons.....	38
Tableau III.6: Résultats des analyses STEP Hadjout.....	40
Tableau III.7: Résultats des analyses STEP Tipaza.....	42
Tableau III.8: Résultats des analyses chimiques (métaux lourds) de STEPS Tipaza et Hadjout.....	44
Tableau IV.1: Répartition de la population dans les deux communes.....	50
Tableau IV. 2: Densité de la population.....	50
Tableau IV. 3: Structure de la population par tranche d'âge dans les communes de Tipaza et de Hadjout.....	51
Tableau IV. 4 : Population occupée des familles enquêtées.....	52
Tableau IV. 5 : Répartition des superficies par commune selon le statut juridique.....	53
Tableau IV. 6: Répartition de la superficie par classe et par statut juridique de l'aire d'étude.....	54
Tableau IV. 7 : Nombre des unités foncières par classe et par statut juridique de l'aire d'étude.....	54
Tableau IV. 8: Répartition de la superficie des unités foncières de la zone d'étude selon la classe de taille (en Ha).....	58
Tableau IV. 9: Répartition des unités foncières de la zone d'étude selon la classe de taille (en nombre).....	58
Tableau IV. 10: Nombre et taille moyenne des parcelles de la zone d'étude.....	56
Tableau IV.11: L'occupation du sol de l'aire d'étude.....	57
Tableau IV.12 : Occupation des parcelles de la zone d'étude (SAU en %).....	58
Tableau IV.13 : Répartition des superficies irriguées selon l'origine de l'eau (en Ha).....	59
Tableau IV.14 : Répartition des superficies irriguées selon l'origine de l'eau (en %).....	59
Tableau IV. 15: Répartition des points d'eau (en Nombre).....	60
Tableau IV. 16 : Les effectifs du cheptel bovin OVIN CAPRIN dans les communes du projet.....	62
Tableau IV. 17: Elevage avicole dans l'aire d'étude.....	63
Tableau IV.18 : Les principaux organismes de commercialisation.....	64

Tableau V.1 : Occupation du sol des exploitations enquêtées par les cultures céréalières.....	67
Tableau V.2 : Occupation du sol en cultures arboricoles des exploitations enquêtées.....	69
Tableau V.3: Les exploitations types du périmètre.....	71
Tableau V.4: surface occupée par les différentes cultures.....	72
Tableau V.5: Représentation de l'assolement choisi.....	73
Tableau V.6:Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith.....	77
Tableau V.7: Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.....	78
Tableau V.8: Besoins en eau des cultures en mm.....	80
Tableau V.9: Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau.....	81
Tableau VI.1: Caractéristiques du Bassin de stockage.....	84
Tableau VI.2 : Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres.....	94
Tableau VI.3 : Calcul hydraulique de la conduite de desserte.....	97
Tableau VI.4 : Caractéristiques des conduites d'adduction adoptée.....	103
Tableau VI.5: Linéaire des conduites de distributions.....	105

## **INTRODUCTION GENERALE:**

Le Projet d'aménagement hydro-agricole du périmètre de secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest dans la Wilaya de Tipaza, qui s'articule autour de la création d'un périmètre irrigué à partir des eaux usées traitées des stations d'épuration de Hadjout et celle de Tipaza entre dans le cadre de la politique de développement socio-économique durable entreprise par le gouvernement algérien.

Le Projet a pour objectif la valorisation des potentialités naturelles (eaux et sols) et humaines disponibles pour améliorer durablement le niveau de vie des populations de la zone en particulier, pour contribuer à l'accroissement de la production agricole et pour préserver l'environnement par le recyclage des eaux usées épurées.

on a fait une étude d'adduction et de distribution des eaux traitées de la station d'épuration d'HADJOUT et la station d'épuration de TIPAZA vers le périmètre d'irrigation de la zone secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest qui s'étend sur une superficie de 1406 Ha , dont les aptitudes culturelles se différent en fonction de leurs surfaces et leurs pédologies.

Passant par une spécification de la région, nous effectueront une enquête foncière et une étude hydrologique puis une analyse des ressources en sol et en eau, et ce dans le but de déterminer les besoins en eaux des différentes cultures, par la suite nous calculerons le débit spécifique qui sera le paramètre essentiel dans le dimensionnement hydraulique. Connaissant les surfaces des différents îlots et grâce aux formules hydrauliques, on dimensionne le réseau de distribution (réseau ramifié) puis l'adduction qui alimente ce dernier à partir des les stations d'épuration d'une longueur de 12Km.

En fin l'utilisation des nouvelles procédés d'irrigation et la réhabilitation du réseau de dessert actuel, est préconisée afin d'assurer un meilleur dessert et une économie signifiante de la ressource hydrique.

## **Chapitre I**

### **Présentation de la zone d'étude**

## **I. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE :**

Le périmètre délimité dans le cadre de cette étude couvre une superficie d'environ 1406 Ha dont 1121 Ha de SAU, il est localisé dans la Wilaya de Tipaza, à environ 60Km à l'Ouest d'Alger et il est limité :

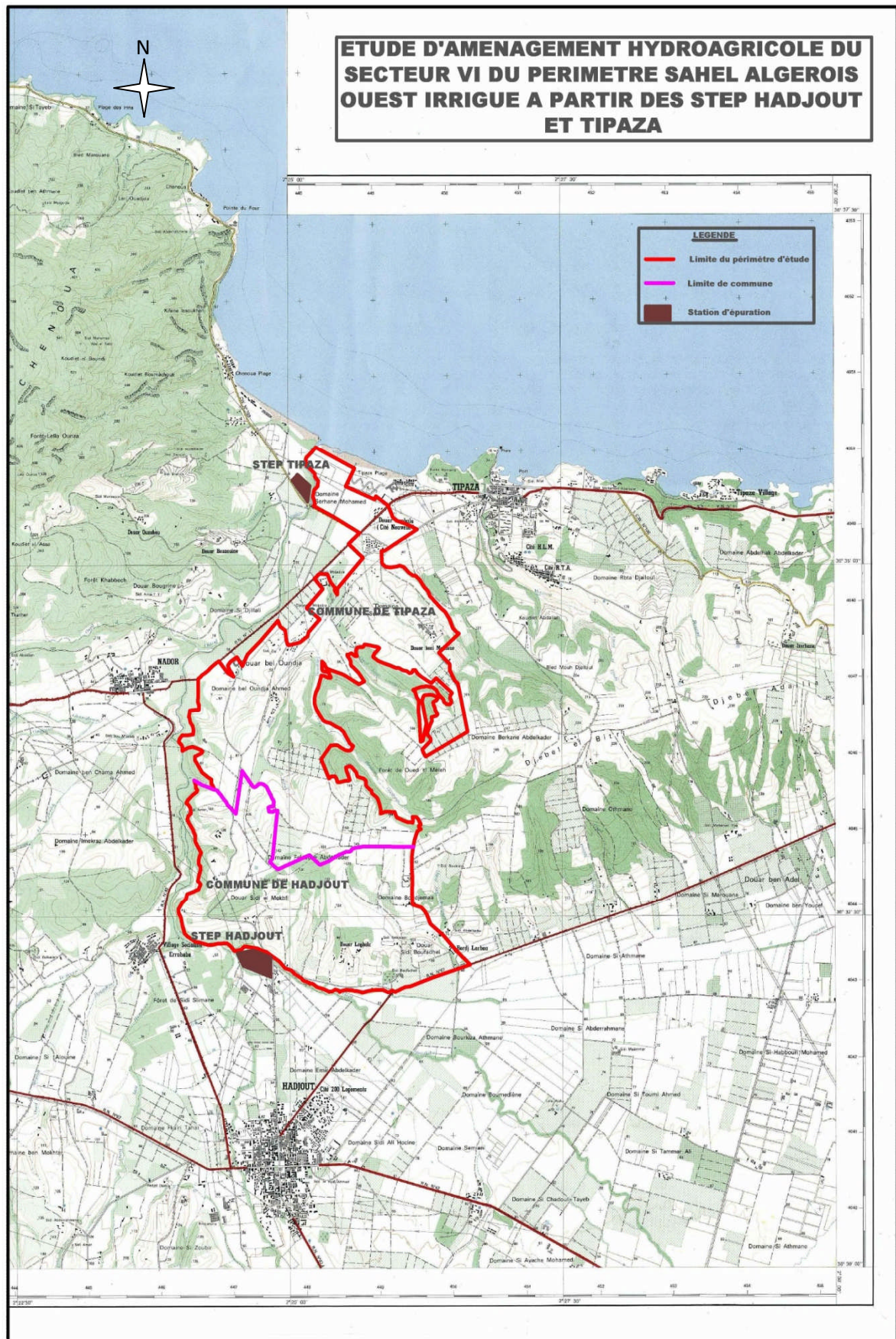
Au Nord par le Chef Lieu de la wilaya de Tipaza ;

Au Sud, par l'Oued Bourkika et le périmètre de la « Mitidja »;

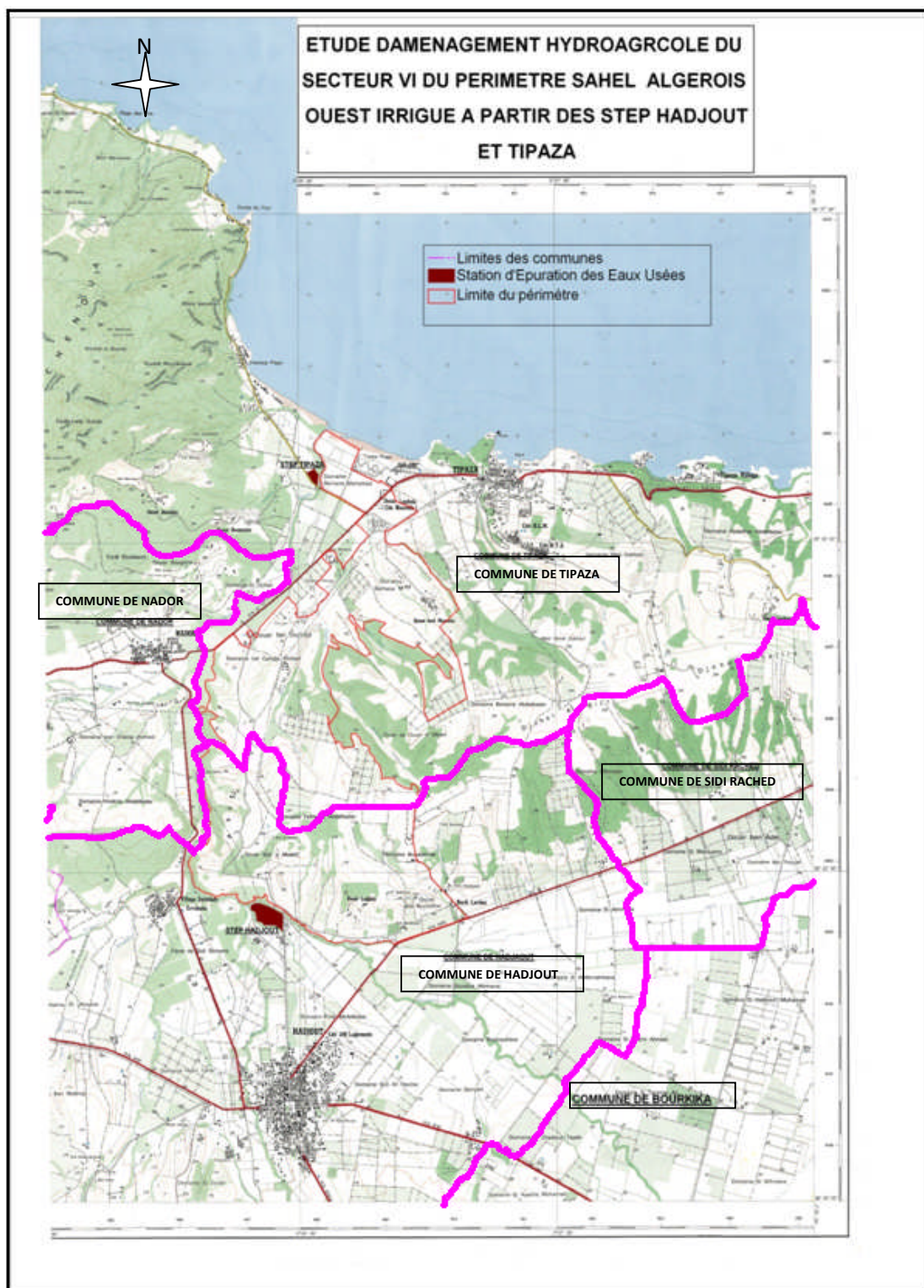
À l'Est par le Douar Lagbala, la forêt de l'Oued Mellah et les piedmonts du Djebel El Bitri ;

À l'Ouest par le périmètre « Sahel Algérois » et l'Oued El Nador.

Sur le plan administratif, la zone du projet est rattachée aux communes de Tipaza et de Hadjout (voir figures I.1et I.2 ci dessous).



**Figure I.1: Plan de situation du périmètre d'étude** (Extrait de carte topographique de Tipaza à l'échelle 1/250000).



**Figure I.2 : Carte de localisation administrative.** (Extrait de carte topographique de Tipaza à l'échelle 1/250000).



## **II. INFRASTRUCTURES ROUTIERES :**

La zone de projet est bien desservie par l'infrastructure routière, tant dans le réseau primaire par 3 routes nationales (RN42 : Hadjout-Nador; RN11 : Nador-Tipaza-Alger ; RN67 : Hadjout-Sidi Rached) que dans le réseau secondaire par un chemin de Wilaya (CW109 : Tipaza-Chenoua) ; ainsi qu'un réseau dense de chemins communaux reliant toutes les agglomérations au réseau primaire et secondaire.

En matière de desserte agricole on notera l'existence d'un important réseau de pistes agricoles souvent en terre.

## **III. RESEAU HYDRAUGRAPHIQUE :**

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, Soumate 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 El Nador.

## **IV. GEOLOGIE :**

La région d'étude est limitée à l'Est par le massif de Blida, à l'Ouest par le massif de Méliana, au Sud par les bassins miocène de Bou-Hallouane et de Hammam Righa et enfin au Nord par la ville de Tipaza

Les formations géologiques :

\* Les alluvions récentes : constituées de dépôts Sable gravier avec limons argileux disposées par les crues des oueds.

\* Les alluvions anciennes : dépôt caillouteux et limoneux plus ancienne en bordures au flanc de montagne.

\* Facies argileux : Intercalés de lit caillouteux, dont le dépôt a précédé celui des alluvions précédentes.

\* Pliocène inférieure : Marnes jaunâtres et calcaire mollassique, occupent les périmètres en pentes du sahel algérois

## **V. CLIMATOLOGIE :**

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 barrage de *Boukourdene* (X = 464,4 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) sur la période 1987 – 2008.

### **5.1 Température :**

L'aire d'étude est caractérisée d'un climat relativement doux, les températures moyennes de l'aire d'étude varient de 10,8 °C au mois de Janvier à 27,0 °C au mois d'Août, ce pendant, nous enregistrons une température moyenne de 18,2 °C, avec une moyenne minimale pendant le mois de Janvier 10,8 °C et une moyenne maximale pendant le mois de aout avec 27 °C. La distribution mensuelle de la température est donnée au tableau I.1

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

Paramètres	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	
Température Moyenne (° C)	23,5	19,9	15,6	12,2	10,8	11,6	13,5	15,1	19,3	23,2	26,7	27,0	18,2
Température Minimale (° C)	4	3	-3	-5	-12	-8	-8	-3	0	3	7	8	-12
Température Maximale (°C)	46	45	35	32	32	35	35	35.2	42	46	46	49	49

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

Les amplitudes de températures annuelles sont importantes, en effet, juillet et août sont les mois les plus chauds et Décembre et Janvier sont les mois les plus froids.

La valeur de la température maximale est enregistrée durant le mois de Aout, elle atteint les 49 °C, et la minimale est enregistrée durant le mois de janvier avec -12 °C.

## **5.2 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'évaporomètre classe A installé au niveau du barrage de *Boukourdene*.

La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation est donnée au tableau suivant :

**Tableau I. 2 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm.**

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
Evaporation moyenne (mm)	123,1	92,2	51,9	42,9	42,7	50,5	75,2	94,1	124,6	156,2	185,6	172,2	1211

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 1211 mm.

### **5.3 Humidité relative :**

La distribution mensuelle de l'humidité de l'air est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau I. 3 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %.**

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy
Hr %	77,8	79,5	75,2	73,9	73,9	68,5	67,9	68,9	67,5	74,8	77,7	76,5	73,5

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

L'examen de la répartition mensuelle, montre que l'humidité relative de l'air est généralement plus élevée durant toute l'année (plus de 65%).

Les valeurs maximales sont atteintes durant les mois d'hiver (75 - 80%), lorsque les températures sont minimales.

### **5.4 Tension de vapeur d'eau :**

La distribution moyenne mensuelle de la tension de vapeur d'eau est donnée au tableau suivant :

**Tableau I. 4 : Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar**

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
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

*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 mbar).

### 5.5 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 2821 heures.

**Tableau I. 5 : Ensoleillement en heures.**

Année/Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
Moy	253	225	170	155	167	180	230	244	267	300	328	303	2821
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

### 5.6 Vitesse des vents :

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

**Tableau I. 6 : Vitesse du vent en Km/h.**

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy
Vitesse du vent (km/h)	3,5	3,1	3,2	3,6	3,8	3,7	3,5	3,6	6,1	3,1	3,1	3,0	3,6

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

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année, La moyenne annuelle est de 3,6 km/h.

Les vents dominants y sont de direction Ouest.

### 5.7 Siroco :

Le sirocco, vent chaud du Sud, qui dessèche le sol et augmente l'évapotranspiration des cultures souffle en moyenne pendant 18 jours par an.

**Tableau I. 7 : Nombre de jours de sirocco.**

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	an
Siroco	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	0	2	18

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

### 5.8 Gelée :

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

**Tableau I. 8 : Nombre de jour de gelée.**

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	an
Gelée	8	7	4	1	0	0	0	0	0	0	1	3	23

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

### 5.9 Pluviométrie :

Les précipitations représentent un facteur essentiel dans le bilan hydrologique, sa quantification est faite au niveau de plusieurs stations pluviométriques implantées à travers le territoire algérien dans le but d'avoir une information précise sur ce paramètre.

Pour notre cas, l'étude sera basée sur les données enregistrées au niveau de deux stations pluviométriques se localisant dans les environs immédiats de la région d'étude.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des deux stations pluviométriques prises en considération dans l'étude.

Ces données pluviométriques recueillies au niveau de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (Direction régionale Centre Soumaa) se présentent sous forme de totaux mensuels et annuels ainsi que des pluies journalières maximales.

**Tableau I. 9 : Caractéristiques des stations pluviométriques.**

N°	Code	Nom	X(km)	Y(km)	Z(m)	Période de Fonctionnement
1	020329	Barrage Boukourdene	464,3	359,9	110	1987- 2008

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

La répartition mensuelle de la pluie annuelle de la station (020329) est donnée dans le tableau suivant pour la période (1987 – 2008).

**Tableau I.10 : Répartition mensuelle de la pluie moyenne annuelle à la station 020329**

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
P(mm)	33,2	49,2	94,1	100,9	89,2	72,0	70,1	59,0	38,7	4,9	1,2	2,5	615
%	5,4	8,0	15,3	16,4	14,5	11,7	11,4	9,6	6,3	0,8	0,2	0,4	100

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

## **VI. Classification de climat :**

### **6.1 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 annuelle moyenne de la région en (mm/an) ;

T : température moyenne annuelle en °C.

**Tableau I.11 : 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 :

$$P_{\text{moy}}=615 \text{ mm/an} \quad \text{et} \quad T_{\text{moy}}= 18.2^{\circ}\text{C}$$

On

$$\text{aura :} \quad I_A = \frac{615}{18.2+10} = 21.81$$

Selon l'indice d'aridité calculé  $20 < I_A=21.81 < 30$ , on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise à un régime de climat relativement humide, où l'irrigation est parfois utile.

## **6.2 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 :

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

Avec :

Q : quotient pluviométrique d'*EMBERGER* ;

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

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en ( $K^{\circ}$ ) ;

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en ( $K^{\circ}$ ).

Pour :

$$P= 615 \text{ mm}$$

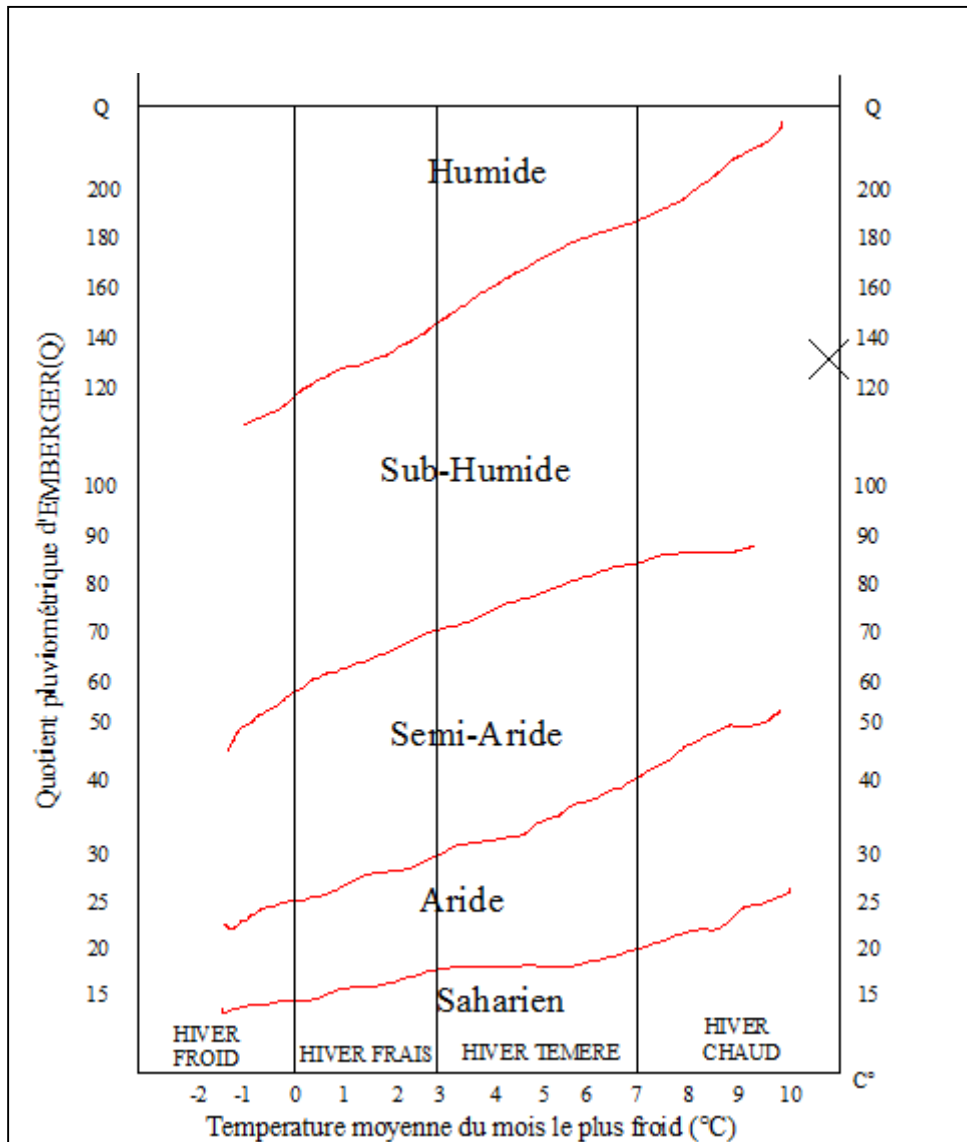
$$M= 27 +273 = 300K^{\circ}$$

$$m= 10.8 +273 = 283.8 K^{\circ}$$

On aura :

$$Q = \frac{1000 * 615}{\frac{300 + 283.8}{2} (300 - 283.8)} = 130.05$$





**Figure I. 3 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER**

Après projection des valeurs ( $Q=130,05$ ,  $m=10,8^{\circ}\text{C}$ ) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER nous pouvons conclure que le climat de la région est subhumide à hiver frais. Ces renseignements complètent celles obtenus précédemment par la méthode de MARTONNE, et qui sont d'une importance majeure.

### **6.3 Représentation du diagramme Ombrothérmiq ue de GAUSSEN:**

Le diagramme Ombrothérmiq ue 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 I.12: Précipitations et températures moyennes mensuelles.**

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P (mm)	89,2	72,0	70,1	59,0	38,7	4,9	1,2	2,5	33,2	49,2	94,1	100,9
T (C°)	10.8	11.6	13.5	15.1	19.3	23.2	26.7	27	23.5	19.9	15.6	12.2

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

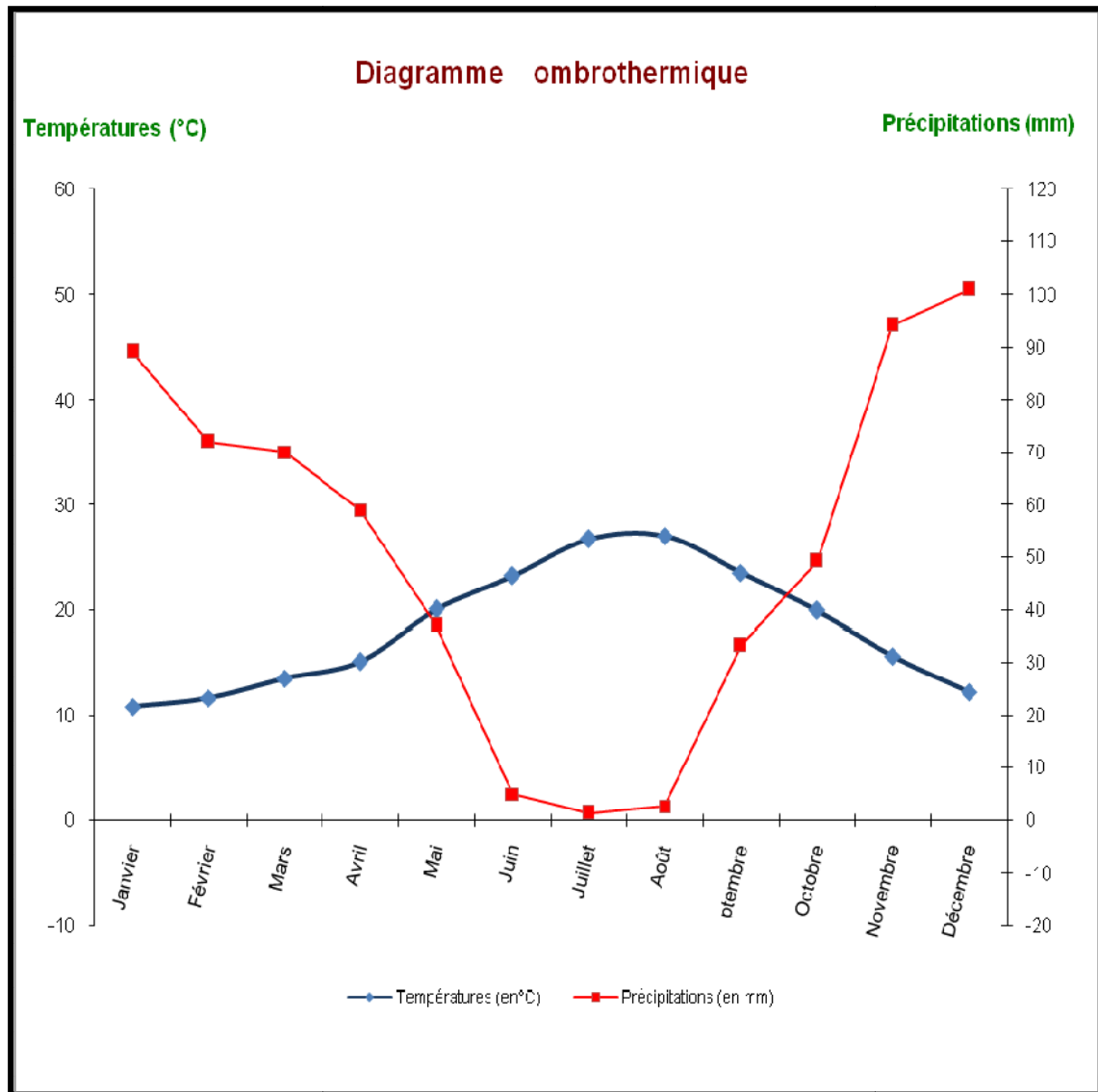
En résumé:

\* Mois sec:  $P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$

\* Mois humide:  $P \text{ (mm)} \geq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$

Nous pouvons constater de ce diagramme que nous avons deux saisons, l'une sèche qui s'étend sur plus de 4 mois, du fin Mai jusqu'au mois de Septembre, pendant cette période l'irrigation est une nécessité absolue.

L'autre saison est la saison humide, qui dure 8 mois pendant laquelle le recours à l'irrigation peut être une nécessité si on enregistre un déficit en eau.



**Figure I. 4: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN**

**CONCLUSION :**

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

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

L'analyse de la répartition pluviométrique annuelle obtenue pour la station (020329) montre que les mois les plus pluvieux de l'année s'étendent de novembre à avril avec environ 80 % des précipitations. La période la plus sèche s'étend du mois de mai à septembre.

La répartition saisonnière des précipitations favorise le développement des plantes hivernales telles que le blé, l'orge la vesce, l'avoine et autres.

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

L'examen des températures moyennes permet de conclure que le climat de la région a un caractère de continentalité avec un écart de température de 14 à 15°C entre l'été (Août) et l'hiver (Janvier).

L'humidité relative de l'air est modérée pendant toute l'année avec la valeur minimale est enregistrée au mois de Mai (67,5%) alors que la valeur maximale est notée au mois de Octobre (79,5%)

La vitesse moyenne annuelle du vent oscille autour de 3,6 Km/s.

On résume on peut dire que le climat régnant sur la région d'étude est favorable à toute les cultures.

**Chapitre II**  
**HYDROLOGIE**

**INTRODUCTION:**

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

**I. RESEAU PLUVIOMETRIQUE :**

Pour l'étude des pluies nous avons utilisé la série pluviométrique de la station *Boukourdene (020329)* qui dispose d'une série longue et représentative pour la zone d'étude.

***Tableau II.1 : Caractéristiques de la station de Boukourdene (020329).***

Nom de la station	Code	Coordonnées rectangulaires		Coordonnées en degrés		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X(Km)	Y(Km)	Latitude	Longitude			
Barrage Boukourdene	020329	464,3	359,9	02°17'59''	36°32'18''	110	1987-2008	22

Source: ANRH Blida

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

**Tableau II.2 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm).**

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1987	30.8	44.9	85.2	0.7	36.6	26.1	34.8	43.3	35.2	19.5	2.1	0	359.2
1988	59.9	19.5	66.8	161.1	28	31	96.1	89.1	10.9	11.1	0	6.3	579.8
1989	16.5	6	68.5	21.7	86.6	0	57.1	55.9	43.6	0	2.6	0.3	358.8
1990	2.3	17.2	48.5	102.2	131.3	68.4	102.9	21.5	27	6.9	2.2	3.8	534.2
1991	5.5	135.9	23.1	10.5	170.2	38	74.8	74	52.2	23.1	5.1	0	612.4
1992	0	73.2	74.6	87.6	5.5	85.4	28.9	65	8.3	2.2	0	0	430.7
1993	19.9	21.1	54.1	35.2	97.4	31.9	2.8	70.3	7.2	0	0	0	339.9
1994	107.1	76.4	55.1	52.7	140.9	89.6	106.4	11.6	7.2	19.8	2.1	2.7	671.6
1995	62	25	56.4	20	58.1	152.5	33.9	199.2	6.6	14.5	4.5	0.8	633.5
1996	41.4	91.3	35	20.4	50.7	44	6	69.1	26.2	0	2.8	8.8	395.7
1997	23.1	46.6	96.9	47.9	7.6	36	34.4	76.4	140.9	1.3	0	3.1	514.2
1998	37.5	26.2	114.9	69	126.7	168.8	115.5	11.6	0.9	0.7	0	1.5	673.3
1999	10.7	12.8	131.8	260	7.8	6.9	23	18.2	49.5	1.2	0	0	521.9
2000	6.3	86	74.8	29.6	107.8	50.5	0.8	60.7	11.5	0.3	0	0	428.3
2001	18	11.3	175.2	46.2	23.4	19.5	65.2	28.9	22.5	0	6.5	8	424.7
2002	26.5	24.5	90.5	74.1	155.1	124.9	13.3	43.3	39.8	0	0	1.8	593.8
2003	2.7	27.7	106.1	60.5	81.3	46.5	52.4	76.2	83.1	3.6	0	4	544.1
2004	27.7	27.7	120.3	143	98.9	145	95	24.1	3	0	0	0.6	685.3
2005	13.7	33.2	78.7	133.7	136.7	67.8	19.2	8.2	140.4	0	0	0	631.6
2006	71.4	2	19.1	210.8	12.4	44.8	103	92.5	2.8	0	2.1	0	560.9
2007	60.2	120.2	196.4	123	15.6	20.5	88.5	9.5	41.5	5	15.5	0	695.9
2008	34.9	59.5	103	81.4	75.2	61.8	55	86.5	0	0	0	17.5	574.8

Source: ANRH Blida

## **II. HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE :**

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 : N1 et N2 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 ;

$$W_{MIN} < W_X < W_{MAX}$$

Avec :

$$W_X = |Rang|_X$$

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

Et :

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

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

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



**Tableau II.3 : Test de Wilcoxon pour la station de Boukourdene (020329)**

Rang	Série d'origine P (mm)	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI (mm)	x union y
1	359.2	359.2	514.2	339.9	X
2	579.8	579.8	673.3	358.8	X
3	358.8	358.8	521.9	359.2	X
4	534.2	534.2	428.3	395.7	X
5	612.4	612.4	424.7	424.7	Y
6	430.7	430.7	593.8	428.3	Y
7	339.9	339.9	544.1	430.7	X
8	671.6	671.6	685.3	514.2	Y
9	633.5	633.5	631.6	521.9	Y
10	395.7	395.7	560.9	534.2	X
11	514.2		695.9	544.1	Y
12	673.3		574.8	560.9	Y
13	521.9			574.8	Y
14	428.3			579.8	X
15	424.7			593.8	Y
16	593.8			612.4	X
17	544.1			631.6	Y
18	685.3			633.5	X
19	631.6			671.6	X
20	560.9			673.3	Y
21	695.9			685.3	Y
22	574.8			695.9	Y

N1	N2	Wmin	Wx	Wmax
10	12	84.78	94	155,22

$$84.78 < W_x < 155.22$$

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

### **III. ETUDE DE L'ECHANTILLON ET CHOIX DU TYPE DE LOI :**

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

- \* Loi de *Gauss* ou loi Normale
- \* Loi de *Galton* ou loi log –Normale

#### **3.1 Traitement des données:**

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

Station de Boukourdene	
Statistiques de base	
Nombre d'observations	22
Minimum	339.9 mm
Maximum	695.9 mm
Moyenne	535.2 mm
Ecart-type	114.3
Médiane	552.5
Coefficient de variation (Cv)	0.2136
Coefficient d'asymétrie (Cs)	-0.3295
Coefficient d'aplatissement (Ck)	1.672

#### **3.2 Ajustement de la série pluviométrique:**

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

##### **3.2.1 Ajustement à la loi Normale (GAUSS):**

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

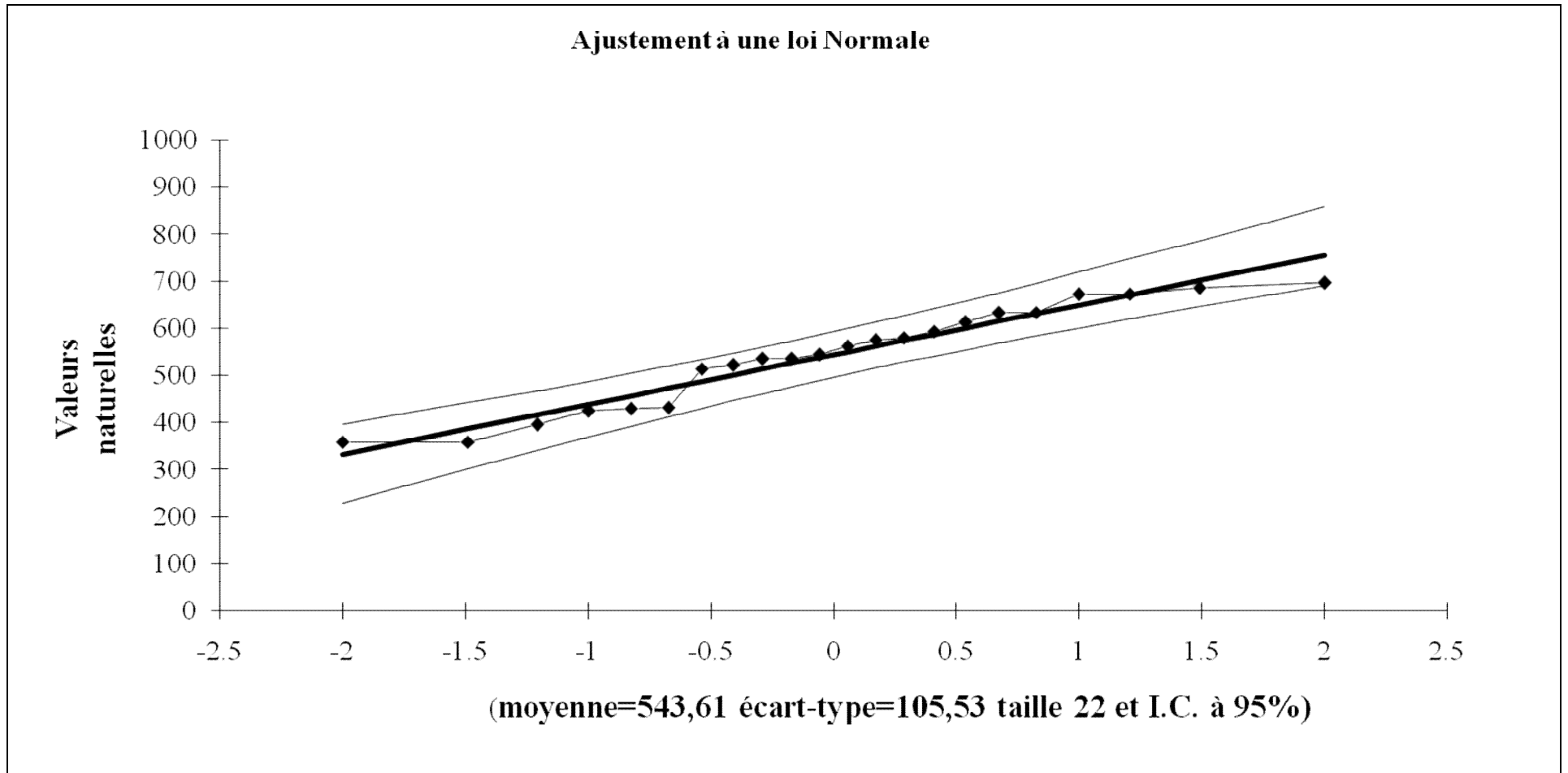
$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2x\mu^2}\right) du$$

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

**Tableau II. 4 : Résultats d'ajustement de la station Boukourdene (020329) à la loi de Gauss.**

Ajustement à une loi de Gauss								
Taille n= 22		Moyenne = 543.61157			I.C. à(en%)= 95		U Gauss= 1.9604	
		Ecart type = 105.526243						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
695.9	358.8	1	0.0227	-2.001	358.8	332.468443	228.533328	395.989317
685.3	359.2	2	0.0682	-1.490	359.2	386.402391	301.163598	441.55027
673.3	395.7	3	0.1136	-1.208	395.7	416.184264	340.442331	467.535739
671.6	424.7	4	0.1591	-0.998	424.7	438.278632	369.046342	487.349476
633.5	428.3	5	0.2045	-0.825	428.3	456.519036	392.229994	504.13797
631.6	430.7	6	0.2500	-0.674	430.7	472.466923	412.121019	519.195254
612.4	514.2	7	0.2955	-0.537	514.2	486.93053	429.811174	533.200746
593.8	521.9	8	0.3409	-0.410	521.9	500.394008	445.945788	546.570091
579.8	534.2	9	0.3864	-0.288	534.2	513.18006	460.946615	559.588706
574.8	534.8	10	0.4318	-0.171	534.8	525.523969	475.112726	572.473122
560.9	544.1	11	0.4773	-0.057	544.1	537.612347	488.672626	585.403775
544.1	560.9	12	0.5227	0.057	560.9	549.610794	501.819365	598.550514
534.8	574.8	13	0.5682	0.171	574.8	561.699171	514.750019	612.110415
534.2	579.8	14	0.6136	0.288	579.8	574.04308	527.634435	626.276525
521.9	593.8	15	0.6591	0.410	593.8	586.829132	540.653049	641.277352
514.2	612.4	16	0.7045	0.537	612.4	600.292611	554.022394	657.411967
430.7	631.6	17	0.7500	0.674	631.6	614.756218	568.027886	675.102122
428.3	633.5	18	0.7955	0.825	633.5	630.704105	583.08517	694.993146
424.7	671.6	19	0.8409	0.998	671.6	648.944509	599.873665	718.176798
395.7	673.3	20	0.8864	1.208	673.3	671.038876	619.687402	746.78081
359.2	685.3	21	0.9318	1.490	685.3	700.820749	645.67287	786.059542
358.8	695.9	22	0.9773	2.001	695.9	754.754698	691.233824	858.689812

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0.841	454.815804	390.083739	502.55175	454.815804	0.200	1.3
0.5	0.000	543.611581	495.285039	591.938124	543.611581	0.500	2.0
0.8	0.841	632.407337	584.67139	697.139401	543.611581	0.500	2.0



*Figure II.1: Ajustement de la station de Boukourdene (020329) à la loi de Gauss.*

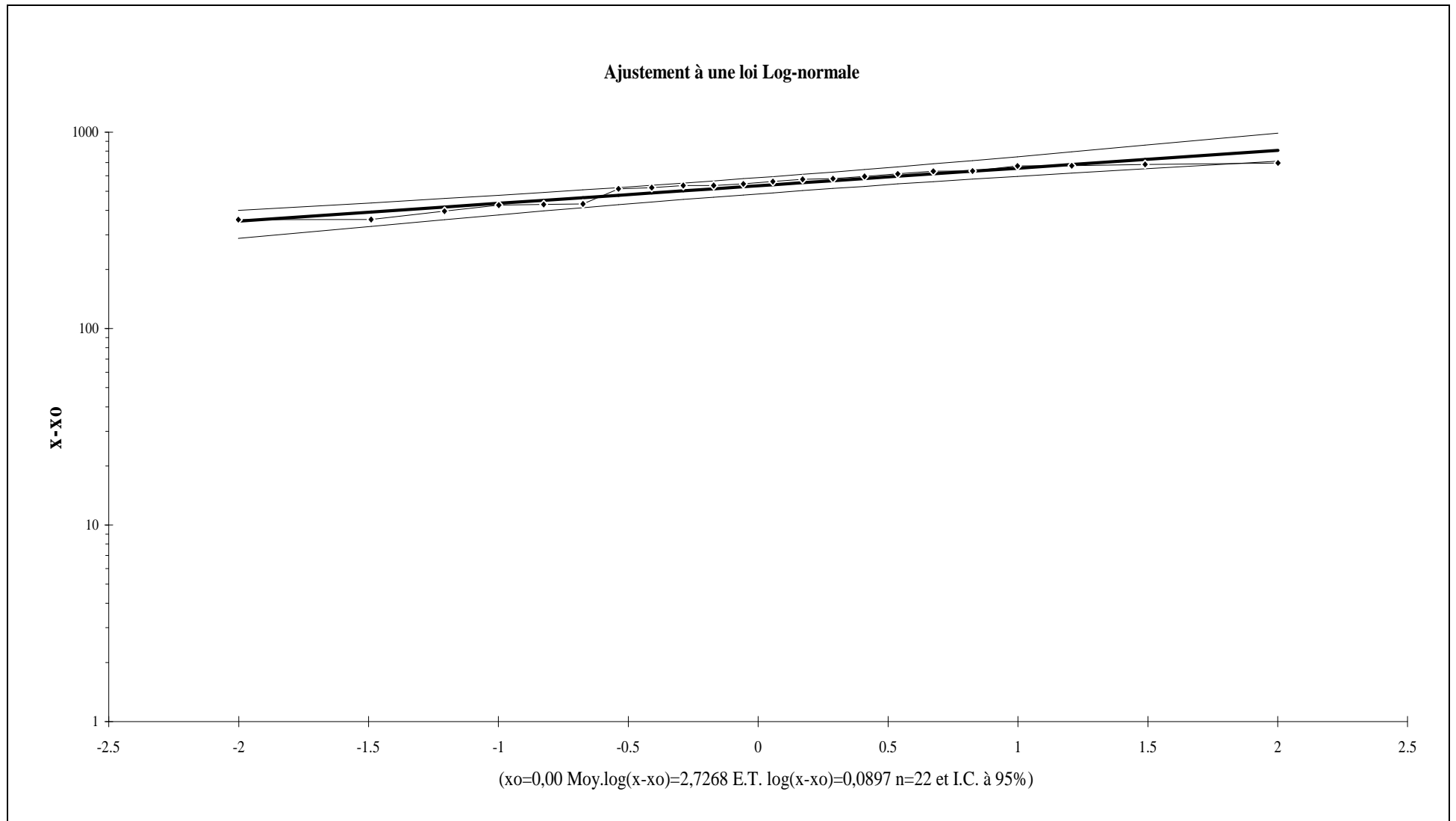
### 3.2.2 Ajustement à la loi log-Normale (GALTON):

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de *Boukourdene* à la loi log-Normale sont regroupés dans le tableau et la figure suivants

**Tableau II. 5 : Résultats d'ajustement de la station Boukourdene (020329) à la loi de Galton.**

		Ajustement à une loi Log-normale							
Taille n=22		Moy.log(x-xo)=		2.726823085					
xo=0		E.T. log(x-xo)=		0.089677554		I.C. à (en%)= 95		UGauss= 1.960	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure	
695.9	358.8	1	0.023	-2.001	358.8	352.688	287.783	399.36666	
685.3	359.2	2	0.068	-1.490	359.2	391.945	331.732	436.60639	
673.3	395.7	3	0.114	-1.208	395.7	415.464	358.234	459.38083	
671.6	424.7	4	0.159	-0.998	424.7	433.82	378.857	477.54119	
633.5	428.3	5	0.205	-0.825	428.3	449.584	396.44	493.4895	
631.6	430.7	6	0.250	-0.674	430.7	463.835	412.174	508.24579	
612.4	514.2	7	0.295	-0.537	514.2	477.15	426.692	522.36712	
593.8	521.9	8	0.341	-0.410	521.9	489.887	440.378	536.21292	
579.8	534.2	9	0.386	-0.288	534.2	502.299	453.496	550.04809	
574.8	534.8	10	0.432	-0.171	534.8	514.579	466.243	564.09208	
560.9	544.1	11	0.477	-0.057	544.1	526.896	478.779	578.54699	
544.1	560.9	12	0.523	0.057	560.9	539.413	491.256	593.62325	
534.8	574.8	13	0.568	0.171	574.8	552.324	503.844	609.58501	
534.2	579.8	14	0.614	0.288	579.8	565.828	516.708	626.71895	
521.9	593.8	15	0.659	0.410	593.8	580.163	530.04	645.38775	
514.2	612.4	16	0.705	0.537	612.4	595.65	544.089	666.08878	
430.7	631.6	17	0.750	0.674	631.6	612.749	559.207	689.54949	
428.3	633.5	18	0.795	0.825	633.5	632.172	575.928	716.91735	
424.7	671.6	19	0.841	0.998	671.6	655.143	595.162	750.18928	
395.7	673.3	20	0.886	1.208	673.3	684.089	618.69	793.37573	
359.2	685.3	21	0.932	1.490	685.3	725.139	650.963	856.75861	
358.8	695.9	22	0.977	2.001	695.9	805.852	711.663	987.59893	

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0.841	448.0879917	394.7782	491.960149	448.088	0.200	1.3
0.5	0.000	533.1176911	485.0143	585.9918966	533.118	0.500	2.0
0.8	0.841	634.2826989	577.7185	719.9345287	634.283	0.800	5.0



**Figure II.2: Ajustement de la station de Boukourdene (020329) à la loi de Galton.**

### **3.3 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 «  $\chi^2$  »

#### **3.3.1 Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :**

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

Station de Boukourdene

Test d'adéquation : Loi Normale

Résultats

Khi carré =	0.36
p-value	p = 0.9476
Degrés de liberté :	3
Nombre des classes	6

#### **3.3.2 Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale :**

Station de Boukourdene

Test d'adéquation : Loi log-Normale

Résultats

Khi carré =	1.45
p-value	p = 0.6928
Degrés de liberté :	3
Nombre des classes	6

### **Conclusion :**

Le test de Khi carré et les figures n°II.1 et n°II.2 montrent que la loi Normale présente une adéquation meilleure que la loi de Log-Normale.

#### **IV. DETERMINATION DE L'ANNEE DE CALCULE :**

Puisque la loi de *Gauss* est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région

L'estimation sera pour l'année sèche de fréquence 80%; on utilise la formule suivante :

$$P \text{ moy } 80 \% \text{ de chaque mois} = P \text{ moy de chaque mois} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}}$$

Donc les valeurs de  $P_{i, \text{sec } 80\%}$  devient comme suit :

**Tableau II.6 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul**

Mois	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
$P_{80\%}$	25.8	37.6	71.3	68.1	62.9	51.7	46	47	28.9	4.2	1.7	2.3	447

#### **CONCLUSION :**

Au cours de ce chapitre, nous nous sommes efforcés de dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

L'application de test d'homogénéité de :  $M^r$  *Wilcoxon* sur la série pluviométrique moyenne annuelle de station *Boukourdene*, confirme l'homogénéité et la fiabilité de ce dernière.

Quant à l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement à considérer avec les deux lois (loi de *Galton* et la loi de *Gauss*).

Les calculs à la main des expressions statistiques sont ardues, mais avec l'outil informatique, on parvient aisément aux résultats escomptés. et l'utilisation des logiciels tel que l'*HYFRAN*, nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie, à savoir ; l'ajustement aux lois ; de *Gauss*, de *Galton* (loi Log Normale), Test d'adéquation (khi carré).



**Chapitre III**

**RESSOURCE EN SOL ET**

**RESSOURCE EN EAU**

**INTRODUCTION:**

L'étude agro-pédologique à pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydrodynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage. Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils sont localisés dans des zones précises.

Avant d'entamer notre étude, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation.

Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

## **I. RESSOURCE EN SOL**

Pour cerner les problèmes morphologiques et physicochimiques des sols, il a été procédé au découpage du périmètre d'étude en deux (02) parties:

\* Zone de Tipaza – Nador

\* Zone de Hadjout

### **1.1 Zone de Tipaza – Nador:**

Son territoire couvre une superficie de 2 244 Ha. Il comprend :

- \* Le plateau vallonné de Nador qui s'étend de part et d'autre de la route nationale entre les villages de Nador et de Sidi Moussa.
- \* La vallée relativement étroite de l'oued Nador.
- \* La plaine côtière de Tipaza. Située à l'Est de la ville.

La majorité des sols du plateau de Nador appartiennent à la classe des sols fersiallitiques. Ils sont principalement situés sur des versants à pente moyenne à forte.

Dans la vallée de l'oued Nador, les sols peu évolués d'apport sont nettement dominants. Les sols hydromorphes sont peu étendus, ils sont situés dans des zones éparées subhorizontales, parfois légèrement dépressionnaires. Quant aux sols calcimagnésiques, ils sont peu représentés.

Nous donnons ci après les différentes classes de sols dans la zone de Tipaza-Nador :

**Tableau III.1 : Classes de sols.**

<b>Zone</b>	<b>Classe des sols de contrôle</b>	<b>Superficie (Ha)</b>
<b>Tipaza-Nador</b>	Sols peu évolués	456
	Sols calcimagnésiques	243
	Vertisols	9
	Sols fersiallitiques	1 478
	Sols hydromorphes	200
	<b>TOTAL</b>	<b>2 386</b>

*SOURCE: Etude Agro pédologique de contrôle (ENHYD 1993)*

Tous ces sols sont généralement profonds et leurs contraintes sont d'ordre physico-chimique : ce sont des sols de texture fine, dont les nets

caractères vertiques sont attestés par la présence de face de glissement souvent très développées ; l'hydromorphie se manifeste soit par la couleur gris-bleuâtre de l'ensemble des profils, soit par la présence de tache d'oxydo-réduction dans les horizons profonds (sols divers à caractère d'hydromorphie). D'autres contraintes d'ordre chimique sont à noter que le niveau de labour – les teneurs en calcaire actif peuvent être élevées dans les sols calcimagnésiques et surtout dans les horizons profonds des sols fersiallitiques (teneur supérieure à 7% pouvant atteindre 16%).

Les résultats de mesure de la conductivité hydraulique ont montré que les sols appartiennent à la classe de drainage P1 très faible ( $K < 10$  cm/j). Les conductivités hydrauliques sont très lentes, en particulier dans la tranche de sol 100 – 200 cm de profondeur avec des valeurs de K de quelques dixièmes de cm seulement.

Les valeurs de vitesse d'infiltration obtenues sont faibles à moyenne soit 1,8 à 12,3 cm/h.

La carte de mise en valeur a dégagé quatre (04) catégories de sols qui sont:

\* **Catégorie I** : les sols couvrent 618 Ha, leur pente est inférieure à 3% sur le plateau du Nador, ce sont des sols non fersiallitiques qui s'observent de part et d'autres de la route joignant Nador à Sidi Moussa.

Dans la vallée de l'oued Nador ce sont des sols peu évolués. Ils ne représentent que des contraintes mineures telles que la texture fine et localement des caractères peu accentués d'hydromorphie en profondeur. Pour de tels sols, le labour profond voire le sous solage sont recommandés afin d'améliorer la structure et l'assainissement de surface.

\* **Catégorie II** : Ces sols sont principalement situés sur des versants à pente moyenne (3 à 5%), ils couvrent 323 Ha. Ce sont des sols de texture fine présentant souvent des caractères d'hydromorphie, leur charge caillouteuse est localement forte.

Pour améliorer la structure de surface et accroître la réserve utile, on pratiquera des labours profonds ou des sous solages ; les zones les plus caillouteuses seront épierrées. Un drainage retardé peut être envisagé dans les portions de parcelles les plus humides afin que leur hydromorphie ne pénalise pas les rendements de cultures sensibles.

\* **Catégorie III** : Ces sols s'observent sur des versants situés au sud de Tipaza ou au nord de la route Nador – Sidi Moussa. Ils occupent une superficie étendue de 1 038 Ha. Ce sont principalement des sols fersiallitiques situés sur des versants dont la pente varie de 5 à 12,5 %.

Ces sols présentent les mêmes contraintes que ceux de la catégorie II, en plus accentuées ; à savoir : la texture fine à très fine et le caractère d'hydromorphie qui sont associés aux caractères vertiques. A l'inverse des précédents, ils peuvent présenter des teneurs notables en calcaires actifs sur l'ensemble du profil ou bien en profondeur seulement.

\* **Catégorie IV** : D'une superficie de 155 Ha, ce sont des sols bien caractérisés : situés dans des zones subhorizontales, légèrement dépressionnaires, ce sont des sols hydromorphes de texture fine à très fine. Ces sols seront valorisés par des cultures résistantes à l'hydromorphie, à moins qu'ils ne soient drainés.

### **1.2 Zone de Hadjout:**

Le territoire de la zone de Hadjout est principalement situé entre l'oued Bouhardoun et l'oued Bouyarhsane. Sa superficie est de 739 Ha dont près du quart sont des collines relativement accidentées dont les pentes varient de 20 à 40 % (281 Ha).

Les résultats d'infiltration, ont mis en évidence que la perméabilité de surface des sols de cette zone peut être notablement élevée.

La carte de mise en valeur est celle des études existantes, mêmes catégorie de sols que celles des études existantes.

Les résultats de mesure de la conductivité hydraulique, montrent que les profils effectués sont dans la classe de drainage très faible (P 1,  $K < 10$  cm/j).

Les mesures d'infiltration mettent en évidence que la perméabilité de surface des sols de cette zone peu être notablement élevée (20 à 36 cm/h)

## **II. RESSOURCE EN EAU :**

Dans le cadre du Projet d'aménagement hydro-agricole de l'aire d'étude dans la Wilaya de Tipaza, il est prévu d'utiliser les ressources en eaux épurées des deux stations d'épuration de Hadjout et Tipaza.

### **2.1 STATION D'EPURATION DE HADJOUT :**

#### **2.1.1 Localisation de la station d'épuration :**

La station d'épuration de Hadjout est située à 2 kilomètres de la ville de Hadjout dans la zone industrielle.

Elle est destinée à épurer les eaux résiduaires avant rejet dans l'oued Bourkika, Cette station prend en charge les rejets des villes de HADJOUT, MEURED, et ARRAHABA. Elle est fonctionnelle depuis juillet 2006.

#### **2.1.2 Qualité des eaux :**

Dans un premier lieu on se référera aux résultats d'analyses physico-chimiques des eaux usées urbaines de la ville de Hadjout qui sont faite au niveau du laboratoire de la STEP elle-même et ceci à l'entrée et à la sortie de la STEP enregistrés tout en long de l'année 2007 jusqu'à Mai 2008, nous pouvons conclure ce qui suit d'après ces analyses :

##### **a) Eaux usées brutes (Entrée de la STEP) :**

A l'entrée de la STEP, les concentrations moyennes obtenues des eaux usées brutes concernant les différents paramètres chimiques s'élèvent à:

- DBO5 :  $\approx$  291,40 mg/l, - DCO :  $\approx$  481,55 mg/l, - MES :  $\approx$  397,90 mg/l,
- MVS :  $\approx$  240,00 mg/l, - NH4 :  $\approx$  50,75 mg/l, - NTK :  $\approx$  67,80 mg/l,
- O-PO4 :  $\approx$  16,30 mg/l, caractérisent bel et bien la qualité d'une eau usée urbaine à prédominance domestique fortement chargée, dans les effluents urbains à prédominance domestique, et selon la norme (NFU 44-04 de juillet

1985), le rapport (DCO/DBO5) permettant d'apprécier la biodégradabilité de la matière organique serait inférieur ou égale à 2,5.

**b) Eaux usées épurées (Sortie de la STEP) :**

A la sortie de la STEP, les teneurs moyennes enregistrées des eaux usées épurées concernant les paramètres chimiques précédemment cités s'élèvent à :

DBO5 :  $\approx$  97,35 %, - DCO :  $\approx$  94,75 %, - MES :  $\approx$  96,10 %, - MVS :  $\approx$  95,80 %, NH4 :  $\approx$  95,60 %, NTK :  $\approx$  89,15 % ; le rendement épuratoire global de la STEP concernant les dits paramètres chimiques avoisine les 85 %.

Le pH moyen de l'eau brute avoisine à l'entrée de la STEP de Hadjout les 7,50, alors qu'à la sortie, il atteint les 7,80. Ce dernier semble satisfaire les exigences recommandées pour notre STEP, à savoir : 6,5 – 8,5.

**c) Mesure des débits (Sortie de la STEP) :**

Durant les cinq premiers mois de l'année 2008, les débits d'eaux usées épurées sont respectivement de :

Janvier : 4.747 m<sup>3</sup>/j - Février 4.668 m<sup>3</sup>/j - Mars : 4.162 m<sup>3</sup>/j - Avril : 4.378 m<sup>3</sup>/j - Mai : 3.410 m<sup>3</sup>/j, soit une moyenne de 4.273 m<sup>3</sup>/j.

**2.1.3 Caractéristiques des eaux usées:**

Dans le tableau suivant sont présentées les caractéristiques de l'eau brute de la STEP de Hadjout pour différents horizons.

**Tableau III.2: Caractéristiques de l'eau brute de la STEP de Hadjout.**

Désignation	HORIZON	HORIZON
	2010	2020
*DBO		
Charge journalière (Kg/j)	3780	5670
Concentration (mg/l)	337	337
*MES		
Charge journalière (Kg/j)	4900	7350
Concentration (mg/l)	437	437
*PH	6.9	8

SOURCE : Manuel d'exploitation de la station d'épuration de la ville de Hadjout.

### **2.1.4 Définition des débits :**

La station d'épuration de la ville de Hadjout qui est fonctionnelle à partir de Juillet 2006 traite actuellement un débit moyen journalier de 4273 m<sup>3</sup>/j enregistré par un débitmètre placé à la sortie de la station pour la période (Janvier 2008 – Mai 2008).

Elle a été conçue pour permettre d'épurer les eaux usées d'une population de 70 000 en première étape (2010), et 105 000 en deuxième lieu (2020).

Les caractéristiques de l'eau brute de la STEP de Hadjout pour différents horizons sont présentées Dans le tableau suivant :

**Tableau III.3: Débits de dimensionnement de la STEP de Hadjout pour différents horizons.**

Désignation	HORIZON	HORIZON
	2010	2020
Capacité de la STEP (EH)	70,000	105,000
Charge Hydraulique :		
- Débit journalier (m <sup>3</sup> /j)	11 200	16 800
- Débit moyen horaire (m <sup>3</sup> /h)	467	700
- Coefficient de pointe (Cp)	1,79	1,72
- Débit de pointe au (m <sup>3</sup> /h)	803	1176

Source: Etude d'aménagement hydro- agricole du secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest Irrigué à partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza Ressources en eau

### **2.1.5 Système d'épuration:**

Le système d'épuration retenu pour cette station est le système de boue activée à moyenne charge :

Le débit admis à la station de Hadjout suit la filière suivante :

#### **Prétraitement:**

##### **1. Dégrillage grossier :**

Les eaux brutes passent par une grille grossière qui retiendra les matières grossières pouvant occasionner des colmatages ou des difficultés de traitement.



### **2. Dégrillage fin :**

La grille fine à nettoyage automatique retient les objets volumineux au fur et à mesure de leur arrivée.

### **3. Dessablage – Déshuilage**

Cette double opération se fait dans un ouvrage circulaire, à effet centrifuge. Un système By Passe permet d'isoler l'ouvrage. C'est utile pour les travaux de maintenance, et pour les périodes de l'année où le dessablage n'est pas nécessaire.

### **Traitement biologique:**

Il se fait dans deux bassins rectangulaires montés en parallèle. Chaque bassin comporte trois compartiments :

- \* Un compartiment anaérobie, pour la réduction du taux de phosphore, équipée de mélangeurs pour empêcher la décantation ;
- \* Un compartiment anoxie pour l'élimination de l'azote, également équipé de mélangeurs pour empêcher la décantation ;
- \* Un compartiment d'oxygénation, équipé de six aérateurs de surface ;
- \* Un décanteur secondaire à pont racleur tournant.

### **Traitement des boues:**

Toutes les boues avant d'être rejetée dans le milieu naturel ou d'être éventuellement réutilisées, elles sont dirigées vers les filtres à bande pour une éventuelle déshydratation et évacuation.

### **Traitement tertiaire des eaux (désinfection chimique):**

La désinfection se fait par injection de chlore il est l'oxydant le plus universel, c'est la dernière action à entreprendre.

## **2.2 STATION D'EPURATION DE TIPAZA:**

### **2.2.1 Localisation de la station d'épuration:**

La station d'épuration de Tipaza est située à la sortie de la ville de Tipaza sur la route allant vers Chenoua juste à la sortie de la ville.

Elle est destinée à épurer les eaux résiduaires avant rejet dans l'oued Nador, Cette station prend en charge les rejets de TIPAZA, NADOR, SIDI MOUSSA et SIDI AMAR. Elle est fonctionnelle depuis janvier 2008.

### **2.2.2 Qualité des eaux :**

Dans un premier lieu on se référera aux résultats d'analyses physico-chimiques des eaux usées urbaines de la ville de Tipaza qui sont faite au niveau du laboratoire de la STEP elle-même enregistrés durant les seuls mois d'Avril 2008 et de Mai 2008, à l'entrée et à la sortie de la STEP, nous pouvons conclure ce qui suit d'après ces analyses :

#### **a) Eaux usées brutes (Entrée de la STEP) :**

A l'entrée de la STEP, les concentrations moyennes obtenues des eaux usées examinées concernant les seuls paramètres chimiques examinés, à savoir : Matières en suspension (MES) et Matières volatiles en suspension (MVS), en absence de celles citées à Hadjout, sont décrites ci-dessus:

- MES :  $\approx 210,90$  mg/l, - MVS :  $\approx 130,65$  mg/, les dites teneurs caractérisent la qualité d'une eau usée urbaine à prédominance domestique moyennement chargée.

#### **b) Eaux usées épurées (Sortie de la STEP) :**

A la sortie de la STEP, les teneurs moyennes enregistrées des eaux usées épurées concernant les deux paramètres chimiques précédemment cités, sont :

- MES :  $\approx 95,05$  %, - MVS :  $\approx 61,40$  % ; le rendement épuratoire global de la STEP les concernant avoisine les 92,70 %.

- Le pH moyen de l'eau brute avoisine à l'entrée de la STEP de Tipaza les 7,90; alors qu'à la sortie, il atteint les 7,85. Ce dernier semble satisfaire aussi les exigences recommandées pour notre STEP, à savoir : 6,5 – 8,5.

### **2.2.3 Caractéristiques des eaux usées:**

Les caractéristiques de l'eau brute de la STEP de Tipaza pour différents horizons sont présentées dans le tableau suivant:

**Tableau III.4:Caractéristiques de l'eau brute de la STEP de Tipaza**

<b>Désignation</b>	<b>HORIZON</b>	<b>HORIZON</b>
	<b>2010</b>	<b>2020</b>
<b>*DBO</b>		
Charge journalière (Kg/j)	3780	5670
Concentration (mg/l)	337	337
<b>*MES</b>		
Charge journalière (Kg/j)	4900	7350
Concentration (mg/l)	437	437
<b>*PH</b>	6.9	8

*SOURCE : Manuel d'exploitation de la station d'épuration de la ville de Hadjout.*

### **2.2.4 Définition des débits:**

La station d'épuration de la ville de Tipaza qui est fonctionnelle à partir de Janvier 2008 traite actuellement un débit moyen journalier de 2234 m<sup>3</sup>/j enregistré par un débitmètre placé à la sortie de la station pour la période (Avril 2008 – Mai 2008).

Elle a été conçue pour permettre d'épurer les eaux usées d'une population de 70 000 en première étape (2010), et 105 000 en deuxième lieu (2020).

Les débits de dimensionnement de la station d'épuration de Tipaza pour différents horizons sont les suivants :

**Tableau III.5: Débits de dimensionnement de la STEP de Tipaza pour différents horizons.**

Désignation	HORIZON 2010	HORIZON 2020
Capacité de la STEP (EH)	70.000	105.000
Charge Hydraulique		
- Débit journalier (m3/j)	11 200	16 800
- Débit moyen horaire (m3/h)	467	700
- Coefficient de pointe (Cp)	1,79	1,72
- Débit de pointe au (m3/h)	803	1176

Source: le rapport enquête de pollution (edil 1996), et le rapport manuel d'exploitation

### **2.2.5 Système d'épuration:**

Avant le début du traitement les eaux brutes passent par :

#### ***Déversoir d'orage :***

Il a été dimensionné pour accepter un débit de pointe en temps de pluie de 765 m3/h. La fraction de débit supérieur à ce volume passera sur le déversoir d'orage et ne sera pas admise à la station d'épuration.

#### ***Poste de relevage :***

On prévoit une station de relevage afin de relever les eaux usées brutes vers les ouvrages de prétraitement et cela à l'aide de pompes appropriées.

### **Prétraitement:**

#### ***1 Dégrillage grossier :***

Les eaux brutes passent par une grille grossière contre l'arrivée des matières grossières pouvant occasionner des colmatages ou des difficultés de traitement.

#### ***2 Dégrillage fin :***

La grille fine à nettoyage automatique retient les objets volumineux au fur et à mesure de leur arrivée.

### **3 Dessablage – Déshuilage**

Cette phase qui rentre dans le prétraitement est réalisée dans un dessaleur – déshuileur, l'extraction du sable est réalisée automatiquement par un pont mobile et les graisses et les huiles flottantes sont raclées vers l'extrémité de l'ouvrage.

#### **Traitement biologique:**

Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau (aération), suivie ensuite par une phase de séparation de l'eau épurée et des boues (clarification).

#### **Traitement des boues:**

Toutes les boues avant d'être rejetée dans le milieu naturel ou d'être éventuellement réutilisées, elles sont dirigées vers l'épaississeur pour retirer toute l'eau qui reste puis envoyés vers des lits de séchage des boues pour une éventuelle déshydratation.

#### **Traitement tertiaire des eaux (désinfection chimique):**

La désinfection se fait par injection de chlore, il est l'oxydant le plus universel.

## **2.3 INTERPRETATION DES RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUES:**

### **2.3.1 STEP de Hadjout:**

Deux prélèvements ont été effectués au niveau de la STEP de Hadjout aussi bien à l'entrée et à la sortie de la STEP pour des analyses physicochimiques des eaux urbaines de la ville de Hadjout au jour du 08/06/2008.

**Tableau III.6: Résultats des analyses STEP Hadjout.**

Paramètres	Concentrations moyennes (Eaux Brutes)	Concentrations moyennes (Eaux usées épurées)
pH	7,28	7,66
Conductivité (mmhos/cm)	1,685	1,349
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	--	105
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	--	65
Na <sup>+</sup> (mg/l)	--	85
MES 105 °C (mg/l)	--	5,40
DCO (mg O <sub>2</sub> /l)	979,20	139,20
DBO5 (mg O <sub>2</sub> /l)	470,00	5,00
O-PO <sub>4</sub> (mg/l)	6,03	4,23
Az,Kjeldahl,T (mg/l)	43,40	11,20
Huiles et Graisses (mg/l)	466,20	11,20

Source: Etude d'aménagement hydro- agricole du secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest Irrigué à partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza Ressources en eau Annexe 3.

### **Interprétation :**

A l'entrée de la STEP (Eaux brutes), les concentrations moyennes obtenues des eaux usées brutes concernant les différents paramètres chimiques s'élèvent à :

- DCO :  $\approx 979,20$  mg/l, - DBO5 :  $\approx 470,00$  mg/l, - O-PO<sub>4</sub> :  $\approx 6,05$  mg/l, - NTK :  $\approx 43,40$  mg/l, - Huiles et graisses :  $\approx 466,20$  mg/l caractérisent bel et bien la qualité d'une eau usée urbaine à prédominance domestique fortement chargée.

Dans les effluents urbains à prédominance domestique, et selon la norme (NFU 44-04 de juillet 1985), le rapport (DCO/DBO5) permettant d'apprécier la biodégradabilité de la matière organique serait inférieur ou égale à 2,5.

Dans notre cas, le dit rapport moyen (DCO/DBO) semble respecter la norme préalablement évoquée, puisqu'il s'élève à 2,10, confirmant pleinement la biodégradabilité des matières organiques présentes dans l'eau examinée, pouvant être épuré par voie biologique.

A la sortie de la STEP, les teneurs moyennes enregistrées des eaux usées épurées concernant les paramètres chimiques précédemment cités seraient de :

- MES :  $\approx 5,40$  mg/l, - DCO :  $\approx 139,20$  mg/l, - DBO5 :  $\approx 5,00$  mg/l,  
- O-PO4 :  $\approx 4,25$  mg/l, - NTK :  $\approx 11,20$  mg/l, - Huiles et graisses :  $\approx 11,20$  mg/l.

Pour l'ensemble des paramètres chimiques examinés, les rendements épuratoires de la STEP sont estimés à ce qui suit :

- DCO :  $\approx 85,80$  %, - DBO5 :  $\approx 98,95$  %, - O-PO4 :  $\approx 29,95$  %, - NTK :  $\approx 74,20$  %, - huiles et graisses :  $\approx 97,60$  %; le rendement épuratoire globale de la STEP a atteint 77,30 % (sans tenir compte des MES non effectuées pour les eaux brutes).

Lors de notre analyse (08/06/2008), le pH moyen de l'eau brute serait à l'entrée de la STEP de Hadjout de 7,50, alors qu'à la sortie, il a atteint les 8,00. Ce dernier semble satisfaire les exigences recommandées pour notre STEP, à savoir : 6,5 – 8,5.

### **2.3.2 STEP de Tipaza:**

Deux prélèvements ont été effectués au niveau de la STEP de Tipaza aussi bien à l'entrée et à la sortie de la STEP pour des analyses physicochimiques des eaux urbaines de la ville de Tipaza au jour du 08/06/2008.

**Tableau III.7: Résultats des analyses STEP Tipaza.**

Paramètres mesurés (labo)	Concentrations moyennes (Eaux Brutes)	Concentrations moyennes (Eaux usées épurées)
pH	7,50	8,00
Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1,83	1,41
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	--	103
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	--	68
Na <sup>+</sup> (mg/l)	--	89
MES 105 °C (mg/l)	--	1,60
DCO (mg O <sub>2</sub> /l)	643,20	96,00
DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	350,00	7,00
O-PO <sub>4</sub> (mg/l)	4,90	3,20
Azote kjeldahl total (mg/l)	37,25	12,05
Huiles et Graisses (mg/l)	236,50	11,30

Source: Etude d'aménagement hydro- agricole du secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest Irrigué à partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza Ressources en eau Annexe 4.

### **Interprétation:**

A l'entrée de la STEP (Eaux brutes), les concentrations moyennes obtenues des eaux usées brutes concernant les différents paramètres chimiques s'élèvent à :

- DCO :  $\approx$  643,20 mg/l, - DBO<sub>5</sub> :  $\approx$  350,00 mg/l, - O-PO<sub>4</sub> :  $\approx$  4,90 mg/l,
- NTK :  $\approx$  37,25 mg/l, - Huiles et graisses :  $\approx$  236,50 mg/l caractérisent bel et bien la qualité d'une eau usée urbaine à prédominance domestique assez fortement chargée.

Dans les effluents urbains à prédominance domestique, et selon la norme (NFU 44-04 de juillet 1985), le rapport (DCO/DBO<sub>5</sub>) permettant d'apprécier la biodégradabilité de la matière organique serait inférieur ou égale à 2,5.

Dans notre cas, le dit rapport moyen (DCO/DBO) semble respecter la norme préalablement évoquée, puisqu'il s'élève à 1,84, confirmant pleinement la biodégradabilité des matières organiques présentes dans l'eau examinée, pouvant être épuré par voie biologique.

A la sortie de la STEP, les teneurs moyennes enregistrées des eaux usées épurées concernant les paramètres chimiques précédemment cités seraient de :



- MES :  $\approx 1,60$  mg/l, - DCO :  $\approx 96,00$  mg/l, - DBO5 :  $\approx 7,00$  mg/l,
- O-PO4 :  $\approx 3,20$  mg/l, - NTK :  $\approx 12,05$  mg/l, - Huiles et graisses :  $\approx 11,3$ mg/l.

Pour l'ensemble des paramètres chimiques examinés, les rendements épuratoires de la STEP sont estimés à ce qui suit :

- DCO :  $\approx 85,10$  %, - DBO5 :  $\approx 98,00$  %, - O-PO4 :  $\approx 35,15$  %, - NTK :  $\approx 67,70$  %, - huiles et graisses :  $\approx 95,20$  %; le rendement épuratoire globale de la STEP a atteint 76,20 % (sans tenir compte des MES non effectuées pour les eaux brutes).

## **2.4 INTERPRETATION DES RESULTATS DES ELEMENTS**

### **TRACES (METAUX LOURDS):**

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux, comme c'est le cas pour ce qui suit : le bore (B), le fer (Fe), le manganèse (Mn), le zinc (Zn), le cuivre (Cu) et le molybdène (Mo). L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments, mais aussi d'autres oligo-éléments, non indispensables à la plante tels que par exemple : le plomb (Pb), le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le brome (Br), le fluor (F), l'aluminium (Al), le nickel (Ni), le chrome (Cr), le sélénium (Se) et l'étain (Sn).

les faibles concentrations enregistrées concernant les dits métaux lourds au niveau de la station d'épuration de Tipaza et Hadjout (22/09/2008) sont les suivants:

**Tableau III.8: Résultats des analyses chimiques (métaux lourds) de STEPS Tipaza et Hadjout**

concentrations des métaux lourds	la station d'épuration de Hadjout		la station d'épuration de Tipaza	
	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée
Nickel (Ni) (mg/l)	0,164	0,155	0,179	0,157
Cadmium (Cd) (mg/l)	0,006	0,002	0,007	0,004
Plomb (Pb) (mg/l)	0,202	0,064	0,09	0,073
Chrome (Cr) (mg/l)	0,358	< 0,033	0,029	< 0,05
Cuivre (Cu) (mg/l)	0,129	< 0,05	< 0,0	< 0,05

Source: Etude d'aménagement hydro- agricole du secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest Irrigué à partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza Ressources en eau Annexes 5 et 6

## **2.5 CLASSIFICATION DES EAUX POUR L'IRRIGATION:**

### **2.5.1 Classification mondiale (F.A.O):**

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

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

### **2.5.2 Classification Russe:**

Elle distingue trois classes qui sont basées sur la concentration des sels

- 0.2-0.5 g/l              l'eau est de meilleure qualité
- 1.0-2.0 g/l              l'eau comportant des risques de salinité
- 3.0-7.0 g/l              l'eau ne peut être utilisée pour l'irrigation qu'avec un lessivage et un drainage

### 2.5.3 Classification Américaine:

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

#### \* Pour la conductivité électrique C.E.

- C1 : C.E < 0,250 mmhos/cm (< 0.2g/l): l'eau à faible salinité, elle ne posera aucun problème sur la plus part des sols et des cultures.
- C2 : 0,250 < C.E < 0,75 mmhos/cm (0.2-0.5g/l): l'eau à salinité moyenne
- C3 : 0,750 < C.E < 2,250 mmhos/cm (0.5-1.5g/l): l'eau à forte salinité, et dit inutilisable sur un sol faiblement drainé, elle n'est autorisée que sur un sol bien drainée et sur des cultures tolérantes.
- C4 : 2,250 < C.E < 5.00 mmhos/cm (1.5-33g/l): l'eau à très forte salinité et inutilisable pour les conditions normales ; elle n'est autorisée que si on pratique un lessivage intense et sur des cultures très tolérantes.
- C5 : C.E > 5.0 mmhos/cm (> 3g/l): l'eau est inutilisable sauf sur sable drainé et pour les palmiers et dattiers.

#### \* Pour coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

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

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

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

Elle distingue quatre classes:

- S1 - S.A.R < 10 : L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

- S2 - 10 < S.A.R < 18 : Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à

moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol .ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

- S3 -  $18 < \text{S.A.R} < 26$ :Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques .S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

- S4 -  $\text{S.A.R} > 26$ :Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

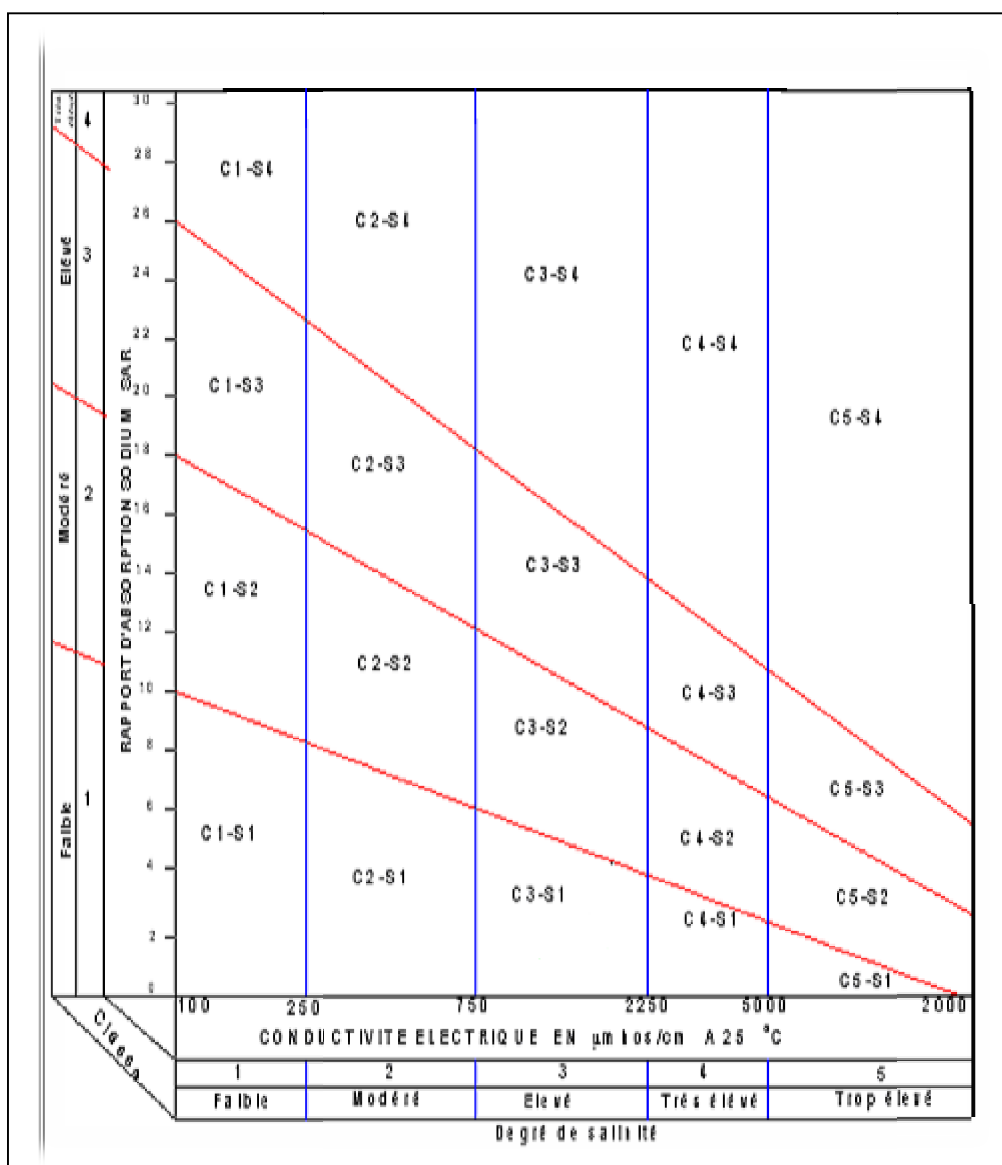


Figure III.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

### 2.5.4 Détermination du S.A.R:

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

$$S.A.R (Tipaza) = \frac{4,48}{\sqrt{\frac{5,66 + 5,15}{2}}} = 1,9$$

### **2.5.5 Interprétation des résultats des analyses:**

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

\*C.E(Hadjout) = 1.35mmhos/cm, C.E(Tipaza) =1.41 mmhos/cm fait partie de la classe C3, elle ne convient qu'a des sols bien drainés.

\*S.A.R(Hadjout)= 1.6, S.A.R(Tipaza)=1.9 c'est-à-dire appartient à la classe S1.ce sont des eaux faiblement alcalines et peuvent être utilisées du point de vue alcalin pour tous les sols avec peu de danger de donner un taux de Na échangeable qui est nocif pour les sols et pour les plantes.

### **CONCLUSION:**

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que cinq classes de sols ont été identifiées à savoir les Soles peu évolués, Sols calcimagnésiques, Vertisols, Sols fersiallitiques, Sols hydromorphes.

Dans les pays à climat aride et semi aride où la rareté de l'eau entraînée ces dernières années par les changements climatiques, nous amène à mobiliser d'importantes ressources pour couvrir le déficit en eau d'irrigation des cultures agricoles et atteindre un rendement agricole appréciable.

La réutilisation des eaux usées est une technique en pleine expansion principalement associée à l'agriculture. Cette réutilisation a pour objectif principal la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques et de trouver des sources d'eau alternatives pour l'irrigation vu la rareté croissante de l'eau.

L'eau épurée des stations d'épuration de Hadjout et Tipaza répond aux normes de l'eau d'irrigation, Le volume produit annuellement par les stations d'épuration de Hadjout et Tipaza peuvent attendre à 11 Mm3.

**Chapitre IV**

**ETUDE AGRO SOCIO-ECONOMIQUE**

## **INTRODUCTION :**

On ne peut comprendre la situation actuelle de la zone d'étude destinée au projet de développement agricole, sans prendre en considération sa structure foncière, ainsi que, le contexte social existant, ses tendances et les aspects agro-économiques de la zone de projet.

Ce chapitre intervient dans le but d'établir une analyse du cadre agro-socioéconomique de la région d'étude, ainsi que les principaux facteurs intervenant dans l'évaluation des besoins cultureux du périmètre.

## **I. POPULATION ET EMPLOI DANS LA REGION:**

### **1.1 Population dans la région:**

La valorisation de la force de travail représente un objectif essentiel de la future mise en valeur.

Le degré d'intensification de l'activité agricole dépende de l'intérêt que portera la population agricole à ce projet. Ce pendant, afin d'assurer la réussite de telle opération, il est impératif de comprendre la situation sociale locale et de son environnement (la main d'œuvre, sa disponibilité, son degré de qualification, son instruction et son âge), ainsi que la prise en compte des ces préoccupations lors des projections des variantes d'aménagement.

En 2008, la population totale des deux communes du projet est de 81461 habitants avec 27057 et 54404 habitants respectivement pour la commune de Tipaza et de Hadjout (source DPAT de Tipaza).

La population rurale est de 10361 habitants à Tipaza et de 10679 à Hadjout représentant respectivement 38 % et 20 % de la population totale.



**Tableau IV.1: Répartition de la population dans les deux communes.**

Population	Commune		Total
	Tipaza	Hadjout	
Population totale	27 057	54 404	81 461
Agglomération chef lieu (population urbaine)	16 696	43 725	60 421
Population rurale	10 361	10 679	21 040
Agglomération secondaire	4 739	5 331	10 070
Population zone éparsé	5914	10694	16 608

Source :DPAT 2008.

**Tableau IV. 2: Densité de la population.**

commune	Population	Population	Superficie Cadastre km <sup>2</sup>	Densité hab/km <sup>2</sup>	Densité hab/km <sup>2</sup>
	R.G.P.H 98	DPAT 2008			
Tipaza	21915	27057	74	296	366
Hadjout	44065	54404	52	847	1046
Total	65980	81461	126	524	647

Source : ONS et DPAT 2008.

D'après la densité moyenne obtenue des communes, nous pouvons dire que la commune de Hadjout a un caractère urbain, la densité de la population est plus importante que celle de Tipaza.

La densité moyenne de la population passe de **524** en **1998** à **647** habitants au Km<sup>2</sup> en **2008**.

**Tableau IV. 3: Structure de la population par tranche d'âge dans les communes de Tipaza et de Hadjout.**

Population	Tipaza	%	Hadjout	%
0-6	3 167	11,7	6 642	12,2
6-15	5 990	22,1	12 234	22,5
15-29	8 247	30,5	16 669	30,6
29-59	7 837	29,0	15 083	27,7
60 ans et plus	1 816	6,7	3 776	6,9
Total	27 057	100	54 404	100

Source: DPAT 2008.

A partir de ces données, nous pouvons dire que la population des deux communes du projet, est caractérisée par une jeunesse dominante, en effet la fréquence cumulée des moins de 30 ans est de 65 % environ soit deux tiers de la population.

Par contre, la population âgée de 60 et plus, ne représente que 7%. D'une façon générale, nous avons une forte disponibilité de ressources humaines jeunes pouvant être occupée par le secteur agricole.

### **1.2 Main-d'œuvre agricole:**

Pour effectuer les travaux agricoles, les exploitations se basent sur la main d'œuvre familiale. Le recours à la main d'œuvre salariée est limité. Sur les 15 exploitations enquêtées, 13 nous ont répondu sur la situation de leur famille. Les exploitations échantillonnées sont constituées de 107 membres soit une taille moyenne de 8,3 unités par famille.

Les tableaux ci-dessus, montrent le nombre et la répartition de la population active dans les exploitations, elle est comme suit :

**Tableau IV. 4 : Population Occupée des familles enquêtées.**

Communes	Total des individus des familles enquêtées	Nbre d'individus occupés	Dans l'exploitation	Hors l'exploitation	Nbr d'individus sans emploi		Total actif
					F	M	
Tipaza	47	16	8	8	3	6	25
Hadjout	60	22	16	6	6	2	30
Total	107	38	24	14	9	8	55

Source : enquête agro-socio-économique.

Concernant le nombre de jours travaillés dans l'exploitation, environ 30 % des individus qui y sont occupés, ont déclaré qu'ils y travaillent à plein temps, 20% à mi-temps et le reste encore moins.

## **II. STRUCTURE DU SECTEUR AGRICOLE:**

### **2.1 Réorganisation du secteur agricole:**

Le patrimoine foncier agricole algérien a connu à travers l'histoire la succession de différentes législations après l'indépendance, le passage d'un régime à un autre n'ayant pas toujours bien réussi. La loi 87/89, du 8 Décembre 1987, a dissocié le secteur socialiste pour le réorganiser en exploitations collectives et individuelles (EAC-EAI), cette loi octroi aux producteurs bénéficiaires, un droit de jouissance perpétuelle sur l'ensemble des terres attribuées et un droit de propriété sur tout les biens constituant le patrimoine de l'exploitation autre que la terre.

Par ailleurs, certaines fermes pilotes et pépinières ont été gardées tout en les spécialisant dans une ou plusieurs activités agricoles, pour les services d'appui à la production.

La formation des EAC a été basée essentiellement sur la taille des exploitations, le type de cultures pratiquées en sec ou en irrigué, le nombre de bénéficiaires, ainsi que le revenu global de l'exploitation. Les EAI, par contre,

ne sont constituées qu'après formation des EAC, sur des parcelles ne permettant pas la création d'une EAC.

## **2.2 Le statut foncier dans la zone d'étude:**

La surface enquêtée dans le cadre du projet d'Étude d'Aménagement Hydro- agricole du périmètre de Tipaza-Hadjout est de 1406 Ha.

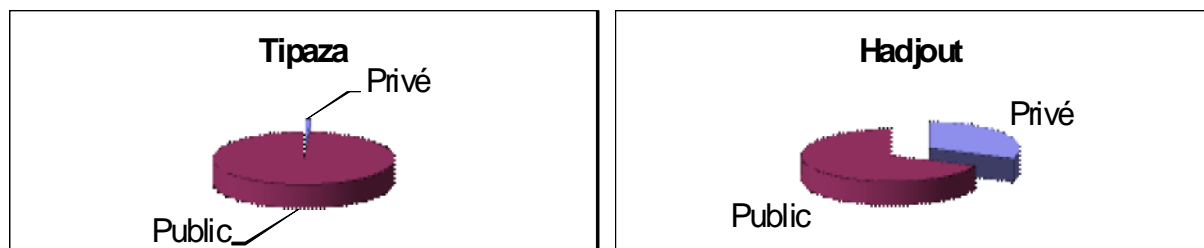
Selon l'enquête foncière réalisée dans la zone d'étude, deux secteurs coexistent dans l'aire d'étude, secteur public (EAC, EAI,) et secteur privé

**Tableau IV. 5 : Répartition des superficies par commune selon le statut juridique.**

Commune	Exploitations				Totaux	
	Privé		Public			
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Tipaza	9	1%	798	57%	807	57%
Hadjout	197	14%	402	29%	599	43%
Totaux	206	15%	1200	85%	1406	100%

Source: enquête foncière 2008.

Cette répartition nous indique que la superficie totale du périmètre est dominée par le secteur public, elle est de 1200 Ha, soit 85 % de la superficie totale enquêtée. Les exploitations privées enquêtées par contre, occupent une superficie totale de 206 HA soit seulement 15 % de superficie totale enquêtée



**Figure IV.1: Répartition des superficies selon le statut juridique.**

## **2.3 La taille des exploitations agricoles:**

Les résultats de l'enquête foncière a fait ressortir 6 classes de superficie qui sont données dans le tableau ci-après.

**Tableau IV. 6: Répartition de la superficie par classe et par statut juridique de l'air d'étude.**

Commune	Statut	Classe de superficies en Ha						Total
		0-5	05-10	20-10	20-30	30-50	>50	
Hadjout	Privé	20.94	16.79	33	53.62	72.72		197.07
	EAI	4.59	26.39					30.98
	EAC		6.85	12.66	69.85	43.25	198.92	331.53
	Autre*	0.01	13.08		26.5			39.59
	Total	25.54	63.11	45.66	149.97	115.97	198.92	599.17
Tipaza	Privé	9.47						9.47
	EAI	2.19	16.73					18.92
	EAC		21.82		45.06		591.85	658.73
	Autre*	3.02	21.34	33.3			62.51	120.17
	Total	14.68	59.89	33.3	45.06		654.36	807.29

Source : Enquêtes foncières –périmètre Hadjout-Tipaza.

\*Autres désigne terre communale, Etat, forêt, Douars et bâtis.

**Tableau IV. 7 : Nombre des unités foncières par classe et par statut juridique de l'aire d'étude.**

Commune	Statut	Classe de superficies en Ha						Total
		0-5	5-10	10-20	20-30	30-50	>50	
Hadjout	Privé	11	2	2	2	2		19
	EAI	1	4				1	6
	EAC		1	1	3	1	2	8
	Autre*	1	2		1			4
	Total	13	9	3	6	3	3	37
Tipaza	Privé	2						2
	EAI	1	2					3
	EAC		3		2		4	9
	Autre*	3	3	2			1	9
	Total	6	8	2	2		5	23

Source : Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

\*Autres désigne terre communale, Etat, forêt, Douars et bâtis.

**Tableau IV. 8: Répartition de la superficie des unités foncières de la zone d'étude selon la classe de taille (en Ha).**

Statut	Classe de superficies en Ha						Total
	0-5	5-10	10-20	20-30	30-50	>50	
Privé	30.41	16.79	33	53.62	72.72		206.54
EAI	6.78	43.12				0	49.9
EAC		28.67	12.66	114.91	43.25	790.77	990.26
Autre*	3.03	34.42	33.3	26.5		62.51	159.76
Total	40.22	123	78.96	195.03	115.97	853.28	1406.46

Source : Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

\*Autres désigne terre communale, Etat, forêt, Douars et bâtis.

**Tableau IV. 9: Répartition des unités foncières de la zone d'étude selon la classe de taille (en nombre).**

Statut	Classe de superficies en Ha						Total
	0-5	5-10	10-20	20-30	30-50	>50	
Privé	13	2	2	2	2		21
EAI	2	6				1	9
EAC		4	1	5	1	6	17
Autre*	4	5	2	1		1	13
Total	19	17	5	8	3	8	60

Source : Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

\*Autres désigne terre communale, Etat, forêt, Douars et bâtis.

L'analyse des tableaux ci-dessus nous montre la prédominance du secteur public dans l'aire d'étude. Près de 71 % de la superficie du secteur Public se trouve dans la classe dépassant 50 Ha. Les autres classes représentent entre 1 et 12 % de la superficie totale du secteur Public. Le nombre des unités foncières est concentré dans la classe  $0 < S \leq 5$  Ha avec 19 unités occupant une superficie de 40 Ha.

Le Tableau ci-dessous donne le nombre et les caractéristiques des parcelles de l'aire d'étude.

**Tableau IV. 10: Nombre et taille moyenne des parcelles de la zone d'étude.**

		Commune		Totale
		Hadjout	Tipaza	
Privé	Nombre de Parcelles	125	4	129
	Surface (Ha)	197	9	207
	Taille moyenne	2	2	2
EAI	Nombre de Parcelles	8	4	12
	Surface (Ha)	37	19	56
	Taille moyenne	5	5	5
EAC	Nombre de Parcelles	46	61	107
	Surface (Ha)	332	659	990
	Taille moyenne	7	11	9
Autre*	Nombre de Parcelles	17	30	47
	Surface (Ha)	40	120	160
	Taille moyenne	2	4	3
Total	Nombre de Parcelles	196	99	295
	Surface (Ha)	599	807	1406
	Taille moyenne	3	8	5

Source : Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

\*Autres désigne terre communale Etat forêt Douars et bâtis.

La taille moyenne des parcelles dans l'aire d'étude varie de 2 à 9 Ha selon le type d'exploitation. Elle est respectivement de 2 Ha dans le secteur privé et de 9 Ha dans le secteur public. La taille moyenne de l'aire d'études étant de 5Ha.

#### **2.4 Occupation du sol de l'aire d'étude:**

La répartition spatiale des cultures dans l'aire d'étude, et telle que définie dans l'étude foncière montrent la prédominance des grandes cultures avec 46 % de la surface totale soit 531,17 Ha dont 378 Ha environ de céréales et 153,12 Ha de fourrages.

La plantation fruitière représente 25 % de toute la surface, elle est dominée essentiellement par la vigne, en effet sur les 283 Ha d'arboriculture, 71 % sont représentés par la viticulture, le reste est représenté par les agrumes et les arbres fruitiers à pépins et à noyaux avec respectivement 18 et 11%.

Le maraichage vient en troisième position avec 24,66 %, représenté par les cultures de plein champs

Nous donnons ci après dans le tableau, la répartition des superficies par culture dans toute l'aire d'étude

**Tableau IV.11: L'occupation du sol de l'aire d'étude(en Ha).**

Type de culture	Hadjout	Tipaza	Total
Agrumes	40.41	10.38	50.79
Arboriculture	15.64	13.85	29.49
Céréales	197.02	181.03	378.05
Fourrages	32.19	120.93	153.12
Maraichage	161.41	132.63	294.04
Olivier	0.35	-	0.35
Terre nue	0.33	12.22	12.55
Vigne	53.93	148.23	202.16
Total	501.28	619.27	1120.55

Source : Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

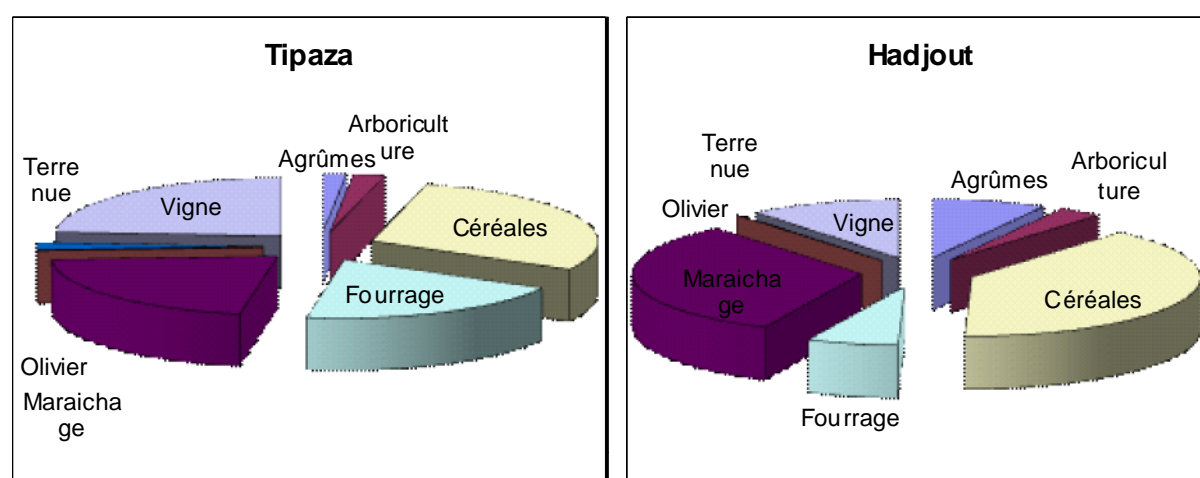


**Tableau IV.12 : Occupation des parcelles de la zone d'étude (SAU en %).**

Type de culture	Hadjout	Tipaza	Total
Agrumes	8.1%	1.7%	4.5%
Arboriculture	3.1%	2.2%	2.6%
Céréales	39.3%	29.2%	33.7%
Fourrages	6.4%	19.5%	13.7%
Maraichage	32.2%	21.4%	26.2%
Olivier	0.1%	0.0%	0.0%
Terre nue	0.1%	2.0%	1.1%
Vigne	10.8%	23.9%	18.0%

Source: Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

La figure ci-dessous donne la répartition des superficies selon l'occupation du sol dans la zone d'étude des communes de Tipaza et de Hadjout.



**Figure IV.2 La répartition des superficies selon l'occupation du sol dans la zone d'étude des communes de Tipaza et de Hadjout.**

## **2.5 L'irrigation dans l'aire d'étude:**

D'après les résultats de l'enquête foncière, l'irrigation est faiblement pratiquée, il est à noter que seulement 95,5 Ha de terres cultivées, sont irrigués, (voir tableau ci après), avec 37,61 Ha à Hadjout et 57,86 Ha à Tipaza.

L'origine de l'eau est plus ou moins diversifiée, nous citons les puits de surface, les forages, le réseau public et les oueds. Par ailleurs nous signalons que les agriculteurs utilisent déjà pour l'irrigation de leurs cultures les eaux épurées provenant de la Step de Hadjout.

**Tableau IV.13 : Répartition des superficies irriguées selon l'origine de l'eau (en Ha).**

Origine de l'eau	Hadjout	Tipaza	Total
Forage	8.33	17.55	25.9
Fossé d'assainissement	0	0.72	0.72
Puits	19.05	38.87	57.9
Oued	10.23	0.72	11
Total	37.61	57.86	95.5

Source: Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

Dans le tableau ci après, nous donnons la répartition des superficies irriguées en % selon l'origine de l'eau.

**Tableau IV.14 : Répartition des superficies irriguées selon l'origine de l'eau (en %).**

Origine de l'eau	Hadjout	Tipaza	Total
Forage	22.1%	30.3%	27.1%
Fossé d'assainissement	0.0%	1.2%	0.8%
Puits	50.7%	67.2%	60.7%
Oued	27.2%	1.2%	11.5%

Source: Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

Par ailleurs, il est à noter que les points d'eau existants dans l'aire d'études sont au nombre de 31 avec 27 puits dont 14 à Hadjout et 13 à Tipaza et avec 4 forages répartis d'une façon égale dans les deux communes, comme l'indique le tableau ci après.

**Tableau IV. 15: Répartition des points d'eau (en Nombre).**

Origine de l'eau	Hadjout	Tipaza	Zone du projet
Puits	14	13	27
Forages	2	2	4
Total	16	15	31

Source: Enquêtes foncières – périmètre Hadjout-Tipaza.

Actuellement l'irrigation s'effectue le plus souvent à partir des puits et des forages où l'eau est conduite vers les parcelles pour être desservie. Aussi certains agriculteurs dans la zone d'étude utilisent le réseau public (réseau Sahel Algérois) pour irriguer leurs parcelles.

Les modes d'irrigation rencontrés lors de l'enquête sur terrain et pratiqués par les agriculteurs dans la zone d'étude sont ceux par rigoles à partir des bassins d'accumulation, l'aspersion et le goutte à goutte. Ces pratiques d'irrigation sont utilisées surtout pour les cultures maraîchères et les cultures arboricoles telles que les jeunes plantations d'agrumes, d'arbres fruitiers et d'oliviers.

Les superficies irriguées dans l'aire d'étude sont de 95,5 Ha soit 8,5 % de la SAU qui est de 1120,5 Ha.

D'une façon générale, la technique d'irrigation la plus utilisée est l'aspersion pour le maraichage et le goutte à goutte pour l'irrigation de l'arboriculture.

## **2.6 Rotations et assolements pratiqués:**

L'absence ou l'insuffisance des ressources hydriques ne permet en aucun cas la satisfaction des besoins en eau des cultures, ce manque réduit et même rend impossible la pratique d'une deuxième culture pendant la période sèche.

Pour cette raison, les producteurs n'ont généralement pas de plan d'assolement. A chaque campagne, ils décident de leur plan de culture et de la répartition des cultures sur leurs parcelles.

Les assolements pratiqués sont biennuel à trisannuel, nous citons le cas le plus répandu : Céréales/céréales, Céréales/jachère, Pomme de terre /Céréales / fourrages.

Le système céréales –jachère reste partout dominant, en effet la jachère reste une technique culturale fréquemment utilisée : 11 exploitations céréalières le pratiquent, soit 73 %.

Pour bien respecter la succession des cultures, leur rotation doit se baser sur un bon précédent cultural dans le souci de :

- \* Faire alterner dans le possible, les plantes nettoyantes et les plantes salissantes ;

- \* Faire succéder les unes aux autres des plantes à exigences alimentaires et phytosanitaires différentes ;

- \* D'entretenir la fertilité du sol ;

- \* De laisser entre chaque culture le temps nécessaire à la bonne préparation du sol réclamée par la culture suivante ;

- \* D'équilibrer ses travaux (dans leur répartition et leur exigence) et l'emploi de sa main d'œuvre ;

- \* De prévoir le capital d'exploitation qui lui sera nécessaire.

### **III. CONTEXTE GENERAL DES PRODUCTIONS ANIMALES:**

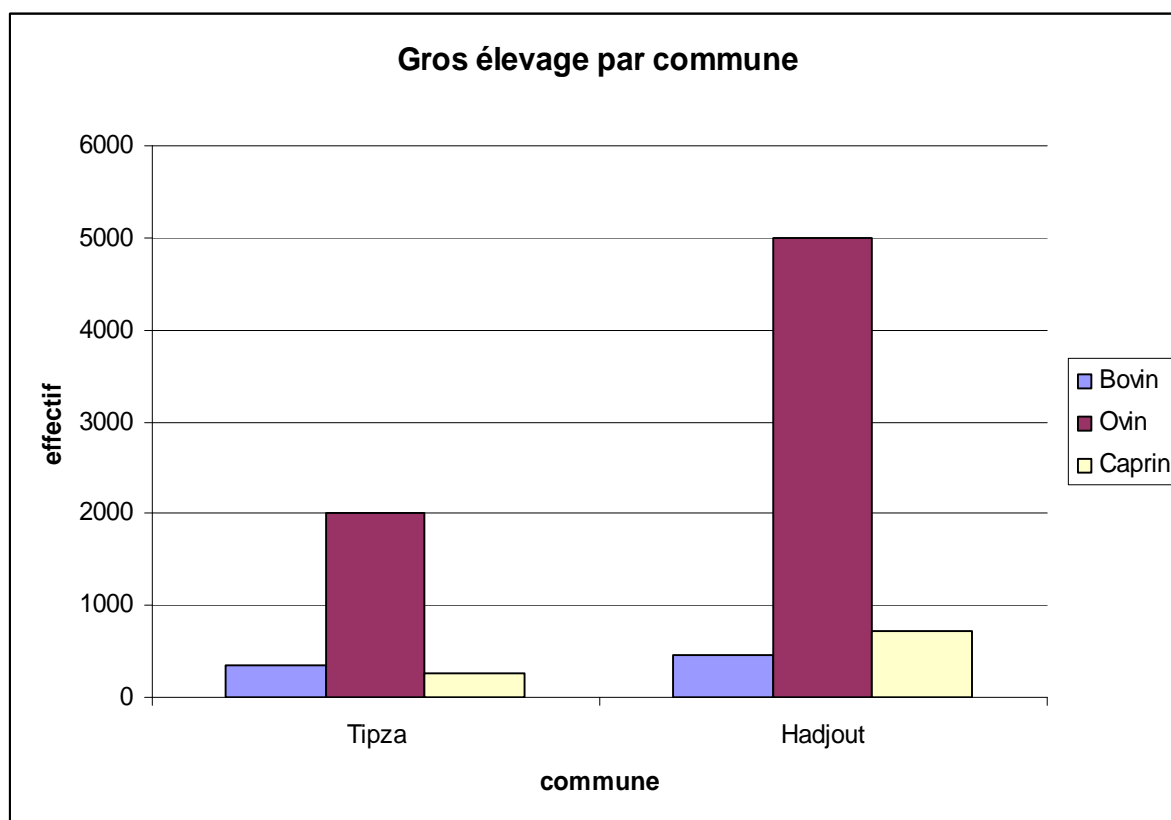
#### **3.1 Elevage bovin, ovin et caprin:**

Nous donnons dans les tableaux qui suivent les effectifs de l'élevage ovin, bovin et caprin des communes de Tipaza et de Hadjout. (Compagne 2006-2007).

**Tableau IV. 16 : Les effectifs du cheptel bovin OVIN CAPRIN dans les communes du projet**

Désignation	Tipaza	Hadjout	Total
CHEPTEL BOVIN	340	465	805
CHEPTIL OVIN	2 012	5 000	7012
CHEPTEL CAPRIN	355	730	1205

Source services agricoles Tipaza et Hadjout.



**Figure IV.3 gros élevage par commune.**

L'analyse des données ci dessus met en évidence l'importance des différents types d'élevage dans les deux communes et ainsi elle montre que :

L'élevage ovin est largement dominant dans les deux communes.

Les autres élevages à savoir bovin et caprin sont d'importance similaire dans les deux communes et occupent la 2<sup>ème</sup> place après l'élevage ovin.

### 3.2 Petit élevage:

Le petit élevage est représenté essentiellement par l'aviculture (poule pondeuse et poulet de chair).

L'élevage avicole existant dans la zone du projet se présente comme suit :

**Tableau IV. 17: Elevage avicole dans l'aire d'étude.**

Communes	Poules pondeuses			Poulet de chair		
	Nbre Bâtiments	Capacité instantané têtes	Effectif en place	Nbre Bâtiments	Capacité instantané têtes	Effectif en place
Tipaza	1	3000	3000	8	25 400	61 700
Hadjout	1	2400	2400	10	130 400	34 000
Total	2	5400	5400	18	155800	95700

Source: services agricoles Tipaza et Hadjout.

L'élevage apicole est aussi présent dans l'aire d'étude, le nombre de ruche d'abeilles existant durant la campagne 2006-2007 dans les deux communes du projet est comme suit :

\* 372 ruches dans la commune de Tipaza avec une production de 2000 Kg de miel.

\* 830 ruches dans la commune de Hadjout. Avec une production de 3710 Kg de miel.

\* Le taux de mortalité de ruche d'abeilles est de 15 %.

## **IV. COMMERCIALISATION:**

Dans la zone du projet, la commercialisation des produits agricoles passe soit par les marchés traditionnels, soit par les coopératives et les unités de transformation (ex : usine Ammour situé à Mouzaia).

Les céréales sont vendues aux CCLS (Coopératives de Céréales et Légumes secs) qui se trouvent à El Afroun et Hadjout.

Les fourrages (foin d'avoine), ainsi que la paille des céréales, sont vendus sur place aux éleveurs de la wilaya de Tipaza et de celle de Djelfa.

**Tableau IV.18 : Les principaux organismes de commercialisation.**

Désignation	Domaine d'intervention	Localisation
CCLS	Réceptionner, stocker et redistribuer les céréales	Hadjout
Abattoir Gros bétail	Abattage, d'animaux (ovin, bovin, caprin)	Hadjout Bourkika
Abattoir avicole	Abattage, découpe et charcuterie de poulets	Hadjout
Huilerie	Transformation d'olives	Hadjout, Bourkika, Bougara, Meured
Laiterie	Collecte et transformation de lait bovin	Baba Ali
Marché de gros	Marché de fruits et de légumes	Ravigo- Attatba

*Source: Etude d'aménagement hydro agricole du secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest irrigué à partir de la Step de Hadjout Etude Agro-socio-économie*

Les prix de vente de ces produits sont soumis à la loi de l'offre et de la demande.

L'absence de l'état au niveau des marchés de gros depuis plusieurs années a contribué à la libération du commerce des fruits et des légumes.

**CONCLUSION:**

L'étude d'enquête foncière menée dans le cadre de l'étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre Hadjout-Tipaza a touché une superficie de 1406 Ha.

Les terres de ce périmètre d'étude couvrent deux (02) communes de la wilaya de Tipaza. Elles appartiennent au secteur public et privé avec une dominance du secteur public de (85%).

La superficie occupée par chaque secteur est de 1200 Ha pour le public et 206 Ha pour le privé.

La taille moyenne des parcelles varie de 2 à 9 Ha respectivement pour le privé et le Public avec des superficies de 206 et 1200 Ha .La taille moyenne de l'aire d'étude étant de 5 Ha.

L'occupation du sol dans l'aire d'étude est très faible elle est constituée principalement de cultures céréalières (33.7 %) suivi par des cultures maraichères (26.2 %) et de la vigne de table (18.0 %).

Cette occupation de sol est conditionnée par le manque d'eau qui sévit dans la région.

L'irrigation dans la zone d'étude est très insuffisante. Elle s'effectue le plus souvent à partir des puits et des forages où l'eau est conduite vers les bassins d'accumulation pour être desservie aux parcelles. Les superficies irriguées dans l'aire d'étude sont de 95.5 Ha soit 6.8% de la superficie totale enquêtée qui est de 1406 Ha.

Le mode de faire valoir de l'aire d'étude est répartie tel que 33 % des unités foncières sont exploitées par les propriétaires en indivision et 50 % directement par le propriétaire. Le reste (17 %) représente le terrain communal, l'Etat et les petites agglomérations (douars).



**Chapitre V**

**LES BESOINS EN EAU**

**D'IRRIGATION**

## **INTRODUCTION:**

Le présent chapitre, a pour but de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigation.

L'irrigation du périmètre a un cachet complémentaire du fait que les précipitations ne couvrent qu'une partie des besoins en eau des cultures. Ce déficit est dû essentiellement à l'évapotranspiration des cultures, nettement supérieure à la pluviométrie moyenne de la région. Cette dernière couvre relativement dans une large mesure, les besoins des plantes dans des périodes bien précises.

Toutefois, en raison d'une répartition défavorable des pluies et du caractère d'averses, le degré de satisfaction des plantes en saison sèche est très faible, il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à la conception du projet.

## **I. LES CULTURES ADAPTEES A LA ZONE D'ETUDE**

Afin de quantifier les besoins en eau des cultures, on doit étudier 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 cultures rémunératrices.

L'enquête agro-économique a concerné un échantillon d'exploitations couvrant une superficie totale de 850 Ha .Par contre, l'étude foncière a été menée systématiquement sur toute la superficie agricole de la zone d'étude.

Les résultats de notre enquête, montre la prédominance des grandes cultures avec 413 Ha soit plus de 57% de la surface cultivée. Les céréales sont les plus répandues avec environ 61 % de la surface totale.

L'arboriculture avec toutes espèces confondues vient en deuxième position avec 197 Ha dominée par la vigne suivie par les agrumes.

Concernant le maraichage, malgré que la zone convient à une très large gamme d'espèces, les agriculteurs le pratique sur des faibles superficies en raison de faible ressource en eau.

### **1.1 La céréaliculture:**

La superficie cultivée en céréales est la plus importante, elle occupe 36 % de la surface totale enquêtée et cultivée. Les agriculteurs pratiquent le plus souvent la culture de blé dur, soit environ 68% de la surface emblavée. Le reste de la superficie est cultivée en orge. (Voir tableau ci-dessous)

**Tableau V.1 : Occupation du sol des exploitations enquêtées par les cultures céréalières**

Communes	Céréales		Total céréales Ha
	Blé	Orge	
Tipaza	123	70	193
Hadjout	48	10	58
Total	260	247	251

Source : Enquête agro-socio-économique

Dans l'aire d'étude, les agriculteurs sont souvent affrontés à des conditions financières délicates, et dans ce cas là, ils n'ont recours qu'aux cultures les moins exigeantes en intrants, en main d'œuvre tout en laissant le facteur eau aux aléas climatiques.

Les céréales qui constituent une denrée de large consommation, sont menées en extensif, en effet elles sont pratiquées en sec.

Les céréales sont cultivées en tête d'assolement, elles sont semées dès les premières pluies du mois d'octobre à novembre.

Pour la mise en place de la culture, les agriculteurs se contentent simplement d'un travail superficiel du sol. La dose de semis est de 1 à 1.2 q/Ha.

Les rendements atteints sont variables; ils dépendent fortement de l'itinéraire technique suivi et des facteurs climatiques : la pluviométrie en particulier. Les rendements moyens sont de l'ordre de 8 à 10 qx pour le blé.

### **1.2 Cultures fourragères:**

La gamme d'espèces fourragères cultivées est très peu diversifiée, la vesce avoine demeure la culture la plus pratiquée en absence d'eau. Les cultures fourragères s'étendent sur une superficie de 157 Ha.

La vesce-avoine demeure la culture fourragère la plus maîtrisée par les agriculteurs et la plus pratiquée en absence d'eau. Le semis est effectué après une préparation du sol au mois d'Octobre, avec une dose de 80 kg pour la vesce et 40 kg pour l'avoine, dose qui répond totalement aux normes applicables dans les Instituts spécialisés. La récolte ou le fauchage se fait en mois d'avril –mai. Le rendement obtenu varie de 80 à 110 Bottes par hectare

Les fourrages verts plus nutritifs et plus énergétiques, tel que le bersim, luzerne, sorgho, maïs, ne sont pas pratiqués d'une part et d'autre part l'élevage bovin est quasiment absent dans les exploitations.

### **1.3 Arboriculture:**

L'arboriculture fruitière est plus ou moins développée, elle a été diversifiée ces dernières années grâce au programme FNRDA (Fond National de Régulation et de Développement Agricole), les agriculteurs ont procédé à la

création de nouveaux vergers des espèces à pépins à noyau, à la vigne et aux agrumes

L'occupation du sol par l'arboriculture toutes espèces confondues est de 197 Ha.

La répartition de l'arboriculture dans la zone d'étude est de : 11 % pour les espèces à noyau et à pépins, 49 % de vigne avec les variétés cardinal dattier ,40 % d'Agrumes

Parmi les espèces fruitières rencontrées nous citons, l'oranger et le citronnier comme agrumes et le pêcher prunier abricotier et le pommier pour les autres espèces.

L'irrigation de l'arboriculture dans la zone d'étude est faible, les agriculteurs qui irriguent apportent quelques doses d'appoint. Par ailleurs il existe des vergers qui sont carrément menés en sec d'où le faible rendement enregistré à la fin de récolte.

Les travaux du sol, la fertilisation, les traitements phytosanitaires, ainsi que la taille des vergers sont plus ou moins réalisés.

Les rendements moyens enregistrés ne dépassent pas les 20 à 30q/Ha d'olives.

**Tableau V.2 : Occupation du sol en cultures arboricoles des exploitations enquêtées.**

Commune	Arbre à noyaux et à pépins	Vigne	Agrumes	Total arboriculture Ha
tipaza	5	84	63	152
Hadjout	16,5	12,5	16	45
Total	21,5	96,5	79	197

Source enquête agro-socio-économique

#### **1.4 Cultures maraîchères:**

Les conditions climatiques de notre aire d'étude convient à une très large gamme d'espèces maraîchères, ce pendant les agriculteurs les cultivent sur des surfaces très réduites surtout pendant la période estivale où les besoins en eau des cultures sont importants et les ressources hydriques sont très limitées.

Sur l'ensemble des exploitations enquêtées, 74% pratiquent le maraichage sur 23 % de leur superficie soit 116,5 Ha au total. Ces cultures sont pratiquées généralement en plein champ. Nous avons rencontré deux exploitations dans la commune de Tipaza qui font de la plasticulture mais sur 0,5 Ha seulement cultivé en tomate et poivron.

Les cultures maraîchères de plein champ pratiquées sont : la pomme de terre, de saison d'arrière saison, la fève, le petit pois, le chou fleur, la carotte, le navet, avec quelques solanacées d'été comme principalement la tomate, le piment, le poivron, l'aubergine et les cucurbitacées comme le melon et la pastèque

La faible pratique des cultures maraîchères n'est pas un choix délibéré des agriculteurs, mais une conséquence des insuffisances des ressources en eau de surface et une absence de ressources en eau de qualité.

L'importance de la culture de la pomme de terre est suivie par celle de la tomate qui très développée dans l'aire d'étude utilisée à double fins la consommation et l'industrie, il est à noter que la tomate industrielle a pris de l'ampleur ces dernières années

## **II. LES EXPLOITATIONS TYPES :**

La typologie des exploitations, l'étude foncière et la vocation de la région, prise en considération pour notre étude, la typologie des exploitations est la suivante:

**Tableau V.3: Les exploitations types du périmètre.**

Modèles	Superficie en Ha					
	2,35	6,58	14,33	20,39	30,85	99,56
Taille moyenne Ha	2,35	6,58	14,33	20,39	30,85	99,56
Nombre d'exploitation	14	14	3	8	3	7
Occupation du sol						
Céréales	0,59	1,64	3,58	5,10	7,71	28,00
Blé	0,29	0,82	1,79	2,55	3,86	9,33
orge	0,15	0,41	0,90	1,27	1,93	3,11
avoine	0,15	0,41	0,90	1,27	1,93	3,11
Cultures maraichère	1,18	3,28	7,16	5,10	7,71	24,89
Tomate	0,59	1,64	3,58	0,00	0,00	0,00
P.terre	0,00	0,00	0,00	5,10	7,71	24,89
Fourrages	0,59	1,64	3,58	5,10	7,71	24,89
Maïs fourrager	0,29	0,82	1,79	2,55	3,86	12,45
Sorgho fourrager	0,29	0,82	1,79	2,55	3,86	12,45
Arboriculture	1,17	3,29	7,16	10,19	15,43	49,78
Agrumes	0,41	1,15	2,51	3,57	5,40	17,42
Vignes	0,29	0,82	1,79	2,55	3,86	12,45
Pêcher	0,18	0,49	1,07	1,53	2,31	7,47
Pommier	0,18	0,49	1,07	1,53	2,31	7,47
Olivier	0,12	0,33	0,72	1,02	1,54	4,98
Surface développée	2,9	8,2	17,9	25,49	38,6	124,5
indice d'intensification	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25

### **III. L'OCCUPATION DES SOLS:**

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

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

**Tableau V.4: surface occupée par les différentes cultures.**

CULTURES	SURFACE(Ha)
Céréales	280,14
Blé	140.1
Orge	70.07
Avoine	70.07
Cultures maraichères	280.2
tomate	42
pomme de terre	238.2
Fourrages	280,1
Maïs fourrager	140.05
Sorgho fourrager	140.05
Arboriculture	560,3
Agrumes	196.15
Vignes	140.15
Pêcher	84
Pommier	84
Olivier	56
Total surface développée	1400.74



**Tableau V.5: Représentation de l'assolement choisi.**

	Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Céréales	Ble			←									
	Orge		←										
	Avoine		←										
Cultures maraichères	Tomate	→						←					
	Pomme de terre			←				←					
Fourrages	Maïs fourrager					→							
	Sorgho fourrager								←				
Arboriculture	Agrumes	←											→
	Vignes	←											→
	Pécher	←											→
	Pommier	←											→
	Olivier	←											→

#### **IV. BESOIN EN EAU DU PERIMETRE :**

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

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 :

##### **4.1 Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC):**

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration de référence, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0$$

Avec :

$K_C$  : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Pour mieux rationaliser la ressource, nous calculeront l'évapotranspiration de culture " $ET_{culture}$ ", après avoir déterminé les coefficients culturaux " $K_C$ ". Les besoins en eau des cultures nets, non négatifs " $BEC$ ", sont déterminés par la relation suivant

$$BEC = ET_{culture} - P_{eff} + RFU$$

Dans la quelle :

$BEC$  : Besoins en eau des cultures nets en (mm).

$P_{eff}$  : Pluies efficaces en (mm).

#### **4.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence:**

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d' l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus utilisées, sont :

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

En ce qui concerne notre étude, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel *CROPWAT* version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de  $M^r$  *Penman&Monteith* modifiée.

#### **4.3 Méthode de $M^R$ PENMAN&MOTHEIT modifiée**

En Angleterre, précisément en 1948,  $M^r$  *Penman&Motheit* a proposé une étude théorique de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Les expériences ont montrés que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones arides ou semi-arides de faible humidité.

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

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride. La formule de  $M^f$  Penman&Montheit, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)]$$

Où :

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

$W$  : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

$Rn$  : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

$F(u)$  : Fonction liée au vent.

$ea$  : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

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

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

Dans le tableau n°V.4, nous représentons l'évapotranspiration de référence  $ET_0$ , calculée à l'aide du logiciel *CROPWAT. 8*, selon la formule de *Penman&Monteith*, modifiée

**Tableau V.6:Evapotranspiration de référence selon la méthode *Penman&Monteith*.**

Station: Boukourdene      Latitude: 02°17'59''N      Longitude: 36°32'18''E Altitude=100m						
Mois	Temp. Moy	Humidité	Vent	Insol	Radiation	ETo-penmon
	C°	%	Km/jour	heurs	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm / jour
Janvier	10.8	73	91	5.4	16.9	2.38
Février	11.6	68	88	6.2	18.8	2.68
Mars	13.5	67	84	7.4	21.1	3.09
Avril	15.1	68	86	8.1	21.7	3.24
Mai	19.3	67	146	8.6	21.4	3.72
Juin	23.2	74	74	10	22.7	3.94
Juillet	26.7	77	74	10.6	23.9	4.58
Août	27	76	72	9.8	23.7	4.8
Septembre	23.5	77	84	8.4	22.3	4.31
Octobre	19.9	79	74	7.2	20.3	3.62
Novembre	15.6	75	74	5.5	17.1	2.85
décembre	12.2	73	84	5	16	2.44
MOYENNE	18.2	73	86	7.7	20.5	3.47

#### **4.4 La pluie efficace:**

Pour tenir compte des pertes, le programme *CROPWAT.8*, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, ...etc.

Les valeurs de précipitations de probabilité de 80% (P80%) et la pluie efficace (Peff) sont regroupées dans le tableau ci-après :

**Tableau V.7: Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.**

Mois	P80% mm	Peff mm
Janvier	62.9	50.3
Février	51.7	41.4
Mars	46	36.8
Avril	47	37.6
Mai	28.9	23.1
Juin	4.2	3.4
Juillet	1.7	1.4
Août	2.3	1.8
Septembre	25.8	20.6
Octobre	37.6	30.1
Novembre	71.3	57
décembre	68.1	54.5
TOTAL	447.5	358

#### **4.5 L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ETC):**

L'évapotranspiration d'une culture,  $ET_c$ , se calcule en multipliant l'évapotranspiration de référence  $ET_o$  par un coefficient cultural,  $K_c$ .

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

Avec:  $K_c$  : Représente le coefficient cultural, dépendant du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques qui y règnent.

#### **4.6 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'efficacité d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

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

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

$E_e$ : Efficacité 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, suite des multiples variables qui interviennent.

On considère une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égalé à 0.75

#### **4.7 Besoins nets et Bruts en eau d'irrigation:**

Les besoins en eau des différentes cultures ont été fait à la main, en effet l'utilisation de *CROPWAT.8* nous donne parfois des résultats erronés, car certaines données sont pas adaptées à notre climat.

Pour le calcul manuel, nous avons émis l'hypothèse suivante :

La texture du sol étant argilo limono sableuse, la valeur de la réserve utile étant d'après la littérature de 180 mm/m, donc la RFU serait de 120mm/m .en pratique dans les mois d'été la RFU n'est jamais pleine, ainsi pour notre bilan ,nous avons choisi une hypothèse" restrictive", c'est-à-dire nous avons opté que pour 30mm/m de RFU de façon à obtenir bilan de besoins en eau dans un scénario très pessimiste.

Ainsi le bilan se calcule suivant la formule classique:

$$\text{Besoins d'eau d'irrigation} = \text{pluie efficace} + \text{RFU} - \text{ETM}$$

Le résultat de calcul des différents cultures est résumé dans le tableau qui suit:

Tableau V.8: Besoins en eau des cultures en mm

Désignation	Pourcentage d'occupation	Besoins mensuel Mois											Total	
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt		A
Blé	12.5							43.3585	74.18	46.092	67.52			454.7
Orge	6.25							43.3585	74.18	46.092	32.06			352.9
Avoine	6.25						17.978	73.3585	20.72	46.092				300.8
Tomate	3.75	21.325							0.44	57.624	97.07	176.075	142.2	454.7
P.terre	21.25									73.752	52.745			352.9
Maïs fourrager	12.5									27.624	120.71	140.58	66.6	300.8
Sorgho fourrager	12.5										84.8	105.085	34.2	311.8
Agrumes	17.5	89.305	26.01							4.56	67.52	97.986	113.4	359.9
Vignes	12.5	82.84	59.676	11.4	2.23	5.035	13.004	30.253	30.44	57.624	85.25	105.085	106.2	323.5
Pêcher	7.5	37.585	20.399						19.88	80.688	120.71	154.778	127.8	145.5
Pommier	7.5	76.375	54.065	7.125						4.56	73.43	90.887	106.2	569.4
Olivier	5	37.585	20.399						19.88	80.688	120.71	154.778	127.8	456.1



Les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le périmètre qui irrigué à partir les stations d'épuration HADJOUT et TIPAZA sont reportés dans l'annexe, le tableau suivant récapitule les résultats.

**Tableau V.9: Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau.**

CULTURES	Total besoins nets (m3)	Efficiencie	Besoins bruts (m3)
Céréales			
Blé	323755.17	0.75	431673.5588
Orge	137044.50	0.75	182726.0044
Avoine	110753.37	0.75	147671.1619
Cultures maraichères			
tomate	207692.43	0.75	276923.2449
pomme de terre	301245.49	0.75	401660.6505
Fourrages			
Maïs fourrager	497941.80	0.75	663922.395
Sorgho fourrager	313859.05	0.75	418478.7375
Arboriculture			
Agrumes	781959.69	0.75	1042612.925
Vignes	825019.95	0.75	1100026.598
Pêcher	472156.29	0.75	629541.72
Pommier	346774.02	0.75	462365.361
Olivier	314770.86	0.75	419694.48
Besoins en eaux totaux (m3)	4632972.63		6177296.836

D'après le tableau les besoins bruts en eau pour l'irrigation du périmètre sont estimés à environs 6Mm<sup>3</sup>.

**CONCLUSION :**

L'irrigation du périmètre du secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest a un cachet complémentaire du fait que les précipitations ne couvrent qu'une partie des besoins en eau des cultures, nettement supérieure à la pluviométrie moyenne de la région, estimée à 358mm. Cette dernière couvrirait relativement dans une large mesure, les besoins des plantes dans des périodes bien précises.

L'hypothèse de prévoir des assolements est basée sur l'étude agrosocioéconomique de la région, les besoins bruts en eau, issus de ces assolements, sont de l'ordre de 6Mm<sup>3</sup>. Ce volume est largement couvert par le volume régularisé alloué par volume de production d'eau usée de deux STEP de Hadjout et de Tipaza, qui est de l'ordre de 7Mm<sup>3</sup> à l'horizon 2010. (Voir l'annexe)

## **Chapitre VI**

**Réseau d'adduction et de distribution**

**collectif d'irrigation sous pression**

## **INTRODUCTION :**

Le réseau collectif de distribution d'eau est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ces réseaux de desserte par les conduites sous pression est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes.

C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuer sur l'optimisation du réseau de desserte d'irrigation sous pression.

## **I. DESCRIPTION DU SCHEMA D'ADDUCTION :**

Le principe d'adduction de cette variante consiste à projeter une station de pompage à la côte 3,00 mNGA dans la STEP de Tipaza et une station de pompage à la côte 50 mNGA dans la STEP de Hadjout pour refouler les besoins en eau d'irrigation dans un bassin en terre (**site de stockage**) projeté à la côte 215 mNGA et de là, desservir gravitairement toutes les exploitations du future périmètre .voir figure n° VI.1.

Le bassin en terre, a pour rôle de stocker les volumes excédentaires des eaux épurées produites par les deux STEP de Hadjout et de Tipaza de Septembre à Mars pour combler le déficit d'eau des besoins d'irrigation constaté d'Avril à Août de l'année. Ce bassin, situé à l'extérieur du périmètre d'étude (à l'Est), facilement accessible par route (RN 67) et pistes et calé à la côte 215 mNGA, emmagasine la totalité du volume à stocker.

Ce volume est calculé dans le tableau VI.1.

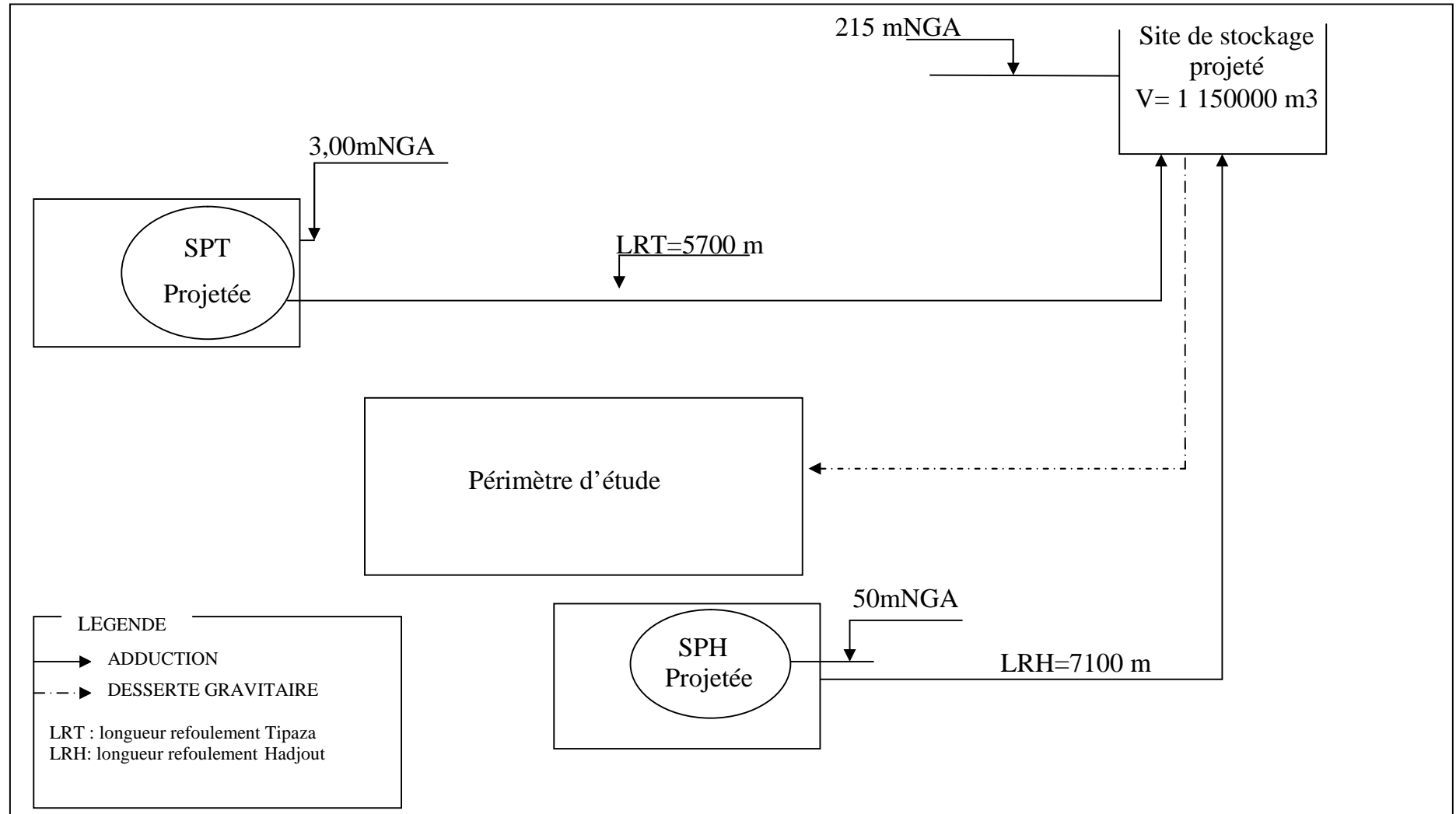
**Tableau VI.1: Caractéristiques du Bassin de stockage****CALCUL DU VOLUME STOCKAGE NECESSAIRE (m3)**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
Besoin du périmètre (m3)	555896	278123	29273	4165	9403	41072	246454	321363	765507	1405072	1400653	1120316	6177297
Volume produit (m3)	907200	937440	907200	937440	937440	876960	907200	937440	907200	937440	907200	937440	11037600
Déficit/surplus (m3)	351304	659317	877927	933275	928037	835888	660746	616077	141693	-467632	-493453	-182876	4860303
Bilan cumulé (m3)	351304	1010621	1888548	2821823	3749860	4585748	5246494	5862571	6004265	5536632	5043179	4860303	4860303
Cumul de stockage (m3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-467632	-961086	-1143961	<b>-1143961</b>

**Stockage nécessaire (m3) : 1143961**

Coordonnées du bassin (X-Y) (Km)	Côte max (m NGA)	Volume d'eau (m3)
451,633 - 404,575	215	1 150 000

Figure VI. 1 : Schéma vertical d'adduction.



## **II. CHOIX DU TRACE :**

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- \* Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- \* Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible;
- \* Eviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- \* Eviter les forêts, bois et zones marécageuses ;
- \* Eviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

## **III. LA METHODOLOGIE DE DIMENSIONNEMENT :**

Pour objectif la détermination des diamètres des conduites des dessert, ce traitement a été basé sur les éléments et les hypothèses suivants :

- \* Le tracé du réseau (la longueur de chaque tronçon).
- \* Le débit à transiter sur chaque tronçon.
- \* La surface des îlots desservis par le tronçon.
- \* Les pertes de charges totales dans le tronçon.
- \* Les conditions limites aval ; la charge minimum à assurer aux bornes.
- \* Les conditions limites amont ; la côte charge disponible à l'entrée du réseau.
- \* Les côtes de terrain naturel des bornes.

Par ailleurs, nous avons déterminé les diamètres des conduites de refoulement, en tenant compte des coûts : de l'investissement des tronçons, des charge d'exploitation (entretien et renouvellement), des coûts de l'énergie pour le pompage, des équipements hydrauliques et électriques.

**IV. CALCUL DES DEBITS A TRANSITER PAR LE RESEAU****COLLECTIF :**

Les conditions de la desserte envisagée préalablement fixées : plan de bornage, pression à délivrer, modalité d'utilisation des prises et le tracé du réseau, les débits à transiter par chaque tronçon doivent être définis ensuite.

**4.1 Débits spécifiques :**

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale et des besoins de lessivage. Ces débits spécifiques sont définis par la formule [\*] et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$qs = \frac{B_m}{T * t * 3,6 * K} \text{ en } (l / s / ha). \text{-----}[*]$$

Tels que :

$B_m$  : Besoins mensuels maximum net en  $m^3/Ha$ .

$T$  : Temps d'irrigation par jour  $\approx 20h / j$ .

$t$  : Durée d'irrigation en jours = 31 jours.

$K$  : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation  $\approx 0,75$ .

**Calcul du débit spécifique:**

-le mois de pointe est juillet.

-Les besoins de pointe sont de 1025.3 mm

-Le débit spécifique  $qs$  de l'assolement est trop important 6,12 l/s/Ha, on choisira le débit spécifique de la culture la plus exigeante.

Les cultures les plus exigeantes sont les Tomates.

$$qs = \frac{1761}{20 * 31 * 3.6 * 0.75} = 1.05 l / s / ha$$

Le débit spécifique  $qs=1.05l/s/Ha$  est inférieur à 1.5 l/s/Ha donc le choix reste valable.



## **4.2 Loi de Clément :**

Le calcul des débits de canalisation ne présente guère de difficulté si l'irrigation est réglementée par un tour d'arrosage. Il va autrement si on impose de distribuer l'eau à la demande, l'usage devient libre d'irriguer quand il veut.

Clément (1966) a proposé une méthode de calcul pour satisfaire la demande maximale du réseau. Il est alors indispensable de déterminer le débit de pointe d'une manière précise afin de limiter les diamètres des canalisations. Deux modèles ont été proposés par Clément :

**Un appelé le premier modèle de Clément :** il est basé sur une approche probabilistique, ou dans une population de R bornes, le nombre de borne suit une distribution binomiale.

**L'autre modèle appelé deuxième modèle de Clément :** qui est basé sur le processus d'irrigation, à un état donné j (j est le nombre de borne ouvertes et R-j est le nombre de borne fermée). Les modèles de Clément bien que théorique, ont été utilisés en France, en Italie, au Maroc et en Tunisie.

### **Premier modèle de Clément :**

Pour les systèmes d'irrigation à la demande, le débit nominal des borne (d) est sélectionné, D est le débit calculé déterminé en fonction des besoins en eau de la période de pointe sur la base de 24 heures :  $D = q_s * A_p$  ou le  $q_s$  est le débit fictif continue spécifique et  $A_p$  est la superficie de l'îlot à irrigué par la borne. Il permet aux fermiers d'irriguer pendant un laps de temps inférieurs à 24 heures. Cette condition implique que la probabilité que toutes les bornes opérant simultanément est très basse. Donc, ce n'est pas raisonnable de calculer le réseau d'irrigation en ajoutant les débits à délivrer à toutes les bornes simultanément. Par conséquent, la probabilité d'approche pour calculer les débits dans les sections d'un réseau à la demande a été largement utilisée dans le passé et elle continue jusqu'à aujourd'hui d'être pratique.

En résumant :

- $q$  est le débit spécifique continue (l/s/Ha),

- A la superficie irriguée (Ha),
  - R est le nombre total de borne,
  - d est le débit nominal de chaque borne (l/s)
  - T est la durée de la période maximum (h),
  - T' est la durée d'exploitation du réseau (h),
  - r est le coefficient d'utilisation du réseau (définie par la proportion T'/T).
- Le t' est le temps moyen d'opération de chaque borne pendant la période maximum tel que :

$$t' = \frac{(qs * A * T)}{R} / d$$

La probabilité élémentaire, p d'opération de chaque prise d'eau est définie par la relation suivante :

$$p = \frac{t'}{T} = \frac{t'}{T} = \frac{(qs * A * T)}{R * d * r * T}$$

Donc:

$$P = \frac{(qs * A)}{R * d * r}$$

Par conséquent, pour une population de R bornes homogènes, la probabilité de trouver une borne ouverte est p, alors que la probabilité de trouver une borne fermée est (1-p). Le nombre de borne opérationnelle est considéré comme une variable aléatoire qui a une distribution binomiale avec une moyenne ( $\mu$ ).

$$\mu = R * P$$

Et une variance ( $\sigma$ ) n

$$= R * ( )$$

Donc la probabilité cumulative  $P_q$  pour les bornes qui opèrent simultanément est :

$$= * * (1 - )^{( )}$$

Ou:

$$= \frac{1}{*( )}$$

La formule de *Clément* fait de façon simple l'augmentation relative du débit ( $Q''$ ) à assurer pour une distribution à la demande, soit par apport à un débit  $Q$  fictif correspondant à une distribution par rotation fonctionnant sans interruption pendant toute la journée, pour satisfaire la totalité des besoins d'irrigation ( $T = 24$  heures) ou soit par rapport au débit  $Q' = -$  égale au débit  $Q$  calculé sur une durée réduite d'utilisation ( $T = 24$  heures). Le débit  $Q$  est calculé par la formule suivante :

$$Q'' = \frac{Q}{r} \times \left( 1 + \mu \sqrt{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n}} \right)$$

Avec :  $n$  : nombre de prises

$n_1$  : nombre de prises en fonction simultanément

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

$d$  : c'est le débit moyen d'une prise d'arrosage

$S$  : la surface en hectare desservie

$q$  : le débit caractéristique ( $m^3/s/Ha$ ) correspond à une distribution fonctionnant sans interruption pendant la période ( $T = 24$  h) ou les besoins correspondants ( $m^3/Ha$ ) sont ce du mois de pointe.

La formule dépend de deux paramètres :

**Valeur de rendement d'utilisation du réseau ( $r$ ) :**

$$= \frac{'}{'} \leq 1$$

*Clément* pense que le rendement ( $r$ ), doit rester assez proche de l'unité. En effet la conduite reste très rarement inutilisée totalement pendant les mois chauds et secs. Surtout si le nombre d'utilisation (les prises  $n$ ) est relativement grand :

$$= \frac{20}{24} = 0,83$$

Le débit  $Q$  de la prise qu'on trouve dans le marché  $Q = 11,11$  l/s c'est-à-dire à deux prises ou bien les Bornes à quatre prises tel que  $Q = 22,22$  l/s

### Qualité de fonctionnement :

Elle dépend de la qualité de fonctionnement choisie, c'est-à-dire de la probabilité pour que le nombre de prises ouvertes ne dépasse pas la capacité de transport du réseau.

Plus on cherchera une qualité de fonctionnement élevée, c'est-à-dire proche de 100%, Le débit à assurer sera important, les diamètres seront grands et le prix de revient sera plus élevé.

Or en agriculture les rendements ne sont pas proportionnels à la quantité d'eau fournie. Cela signifie en pratique que si exponentiellement le réseau est un peu insuffisant, la baisse de la production agricole qui en résultera, sera extrêmement faible et négligeable, c'est pourquoi il faut chercher un compromis entre le prix de revient du réseau et la qualité de fonctionnement dont dépend de la production.

Une étude de cette nature n'est pas encore faite. En son absence Clément propose de choisir très prudemment une qualité de fonctionnement à une valeur  $\mu = 1,645$

Le débit nominal ( $d$ ) de la prise dépend du type ou la classe de la borne d'irrigation utilisée. Application numérique :

\*Le débit à la borne  $Q = q * S$

Jusqu'au la, la prise normalisée choisi sur le marché est de 11,11 l/s en appliquant la formule de Clément on trouve le débit de Clément qui répond à la probabilité d'ouverture des bornes c'est l'irrigation à la demande

$$Q'' = \frac{Q}{r} \times \left( 1 + \mu \sqrt{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n}} \right)$$

Or

$$Q = \frac{q}{r} * ( n + s * \frac{q}{r} )$$

Tel que :

$q$ : Débit spécifique

$r$  : Rendement d'utilisation du réseau

$n$  : Nombre de prises de la borne

$s$  : Surface desservie en hectare

On note que le type de prise utilisé dépend de la surface desservie :

Pour  $S < 10\text{Ha}$ , on choisit une borne à 2 prises.

Pour  $S > 15\text{Ha}$ , on choisit une borne à 4 prises.

### **4.3 Débits caractéristiques :**

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

$$Q = q * F$$

Avec :

$Q$  : Débit caractéristique en (l/s).

$q$  : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant en (l/s/Ha).

$F$  : Surface agricole utile du secteur en (Ha).

## **V. OPTIMISATION DES CANALISATIONS :**

Ayant ainsi déterminé, les débits de pointe à transmettre pour chaque tronçon, nous procéderons ensuite à la détermination des diamètres. Il existe de nombreuses solutions adéquates aux contraintes techniques du problème.

Néanmoins, il convient de rechercher la solution au moindre coût. La méthode d'optimisation du réseau de distribution adoptée dans le cadre de notre projet, est celle de M<sup>r</sup> *Labye*, qui tient compte des conditions suivantes :

### **5.1 La vitesse admissible:**

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

- \* La recherche d'économie sur le coût d'investissement.
- \* Les risques entraînés par les coups de béliers éventuels et le coût de la protection anti-bélier qui en résulterait. Voir tableau VI.2.

**Tableau VI.2 : Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres.**

Diamètre (mm)	Seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse maximum	Vitesse minimum
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	
250	0,40	
300	0,40	
350	0,40	
400	0,50	
500	0,50	
600	0,50	
700	0,50	2,00
800	0,50	
900	0,50	
1000	0,50	
1100	0,50	
1250	0,50	
1500	0,50	
2000	0,50	

Source: Etude d'aménagement hydro- agricole du secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest Irrigué à partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza Etude des schémas d'aménagements hydrauliques

## **5.2 La perte de charge :**

Les pertes de charge linéaires dépendent, pour un tronçon donné:

du diamètre  $D$  de la conduite (ici, diamètre nominal DN),

du débit  $Q$  (ici, débit de dimensionnement),

de la rugosité hydraulique  $k_s$ , exprimée en mm,

de la longueur du tronçon.

Les pertes de charge linéaires  $\Delta H_{lin}$  se calculent par la formule de *Colebrook* selon:

$$\Delta H_{lin} = \lambda \cdot (L \cdot v^2 / 2g D)$$

Les valeurs du coefficient de perte de charge linéaire  $\lambda$  dépendent du nombre de *Reynolds*  $Re$  :

$$Re = v D / \nu$$





**5.4.1 La desserte gravitaire :**

Le choix du diamètre des conduites est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans les canalisations soit admissible et comprise entre : 0,2 à 2,00 m/s, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique : risque de coups de bélier violents lors des changements brusques du régime d'écoulement ou difficulté d'alimenter correctement les points à desservir.

Après avoir fixé les vitesses d'écoulement, le diamètre sera choisi de façon à ce que les pertes de charges dans le tronçon de desserte doivent avoir une valeur qui permettra d'assurer une pression suffisante pour le bon fonctionnement des équipements d'irrigation prévus.

Le calcul hydraulique est résumé dans les tableaux suivants :

**Tableau VI.3: CALCUL HYDRAULIQUE DE LA CONDUITE DE DESSERTE**

Tronçon		Longueur L (m)	Débit Q'(l/s)	Diamètre (mm)		Vitesse V (m/s)	Perte Charge HP	Cote Piezo (m)		Cote Terrain (m)		Charge (m)		Statique (m)	
De	A			Calculé	Normalisé			Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
D3	D2	775	27.98804925	167.30	200	0.89	2.90	208.00	205.10	3.60	2.00	204.40	203.10	211.40	213.00
D2	ND	451	122.2221786	349.60	400	0.97	0.86	208.86	208.00	3.60	3.60	205.26	204.40	211.40	211.40
D1	ND	376	11.20491659	105.85	110	1.18	4.87	208.86	203.99	3.60	3.50	205.26	200.49	211.40	211.50
ND	C4	84	161.4151444	401.77	500	0.82	0.09	208.95	208.86	5.20	3.60	203.75	205.26	209.80	211.40
C4	C3	296	169.3516791	411.52	500	0.86	0.35	209.30	208.95	9.60	5.20	199.70	203.75	205.40	209.80
C3	C2	855	180.477833	424.83	500	0.92	1.13	210.43	209.30	65.20	9.60	145.23	199.70	149.80	205.40
C2	C1	323	262.0932556	511.95	600	0.93	0.48	210.91	210.43	89.80	65.20	121.11	145.23	125.20	149.80
C1	C0	280	287.3202489	536.02	600	1.02	0.50	211.41	210.91	113.50	89.80	97.91	121.11	101.50	125.20
C0	NC	164	312.9582394	559.43	600	1.11	0.35	211.76	211.41	118.10	113.50	93.66	97.91	96.90	101.50
E5	E4	475	33.54626929	183.16	200	1.07	2.48	205.25	211.76	27.40	37.20	177.85	174.56	187.60	177.80
E4	E3	698	109.8524266	331.44	400	0.87	1.10	206.34	205.25	29.00	27.40	177.34	177.85	186.00	187.60
E3	E2	455	134.5320608	366.79	400	1.07	1.04	207.38	206.34	25.30	29.00	182.08	177.34	189.70	186.00
E2	NE	275	137.6950846	371.07	400	1.10	0.65	208.03	207.38	25.10	25.30	182.93	182.08	189.90	189.70
E1	NE	102	16.56352315	128.70	160	0.82	0.43	208.03	207.60	25.10	41.90	182.93	165.70	189.90	173.10
NE	C10	138	154.2586077	392.76	400	1.23	0.41	208.44	208.03	21.89	25.10	186.55	182.93	193.11	189.90
C10	C9	376	160.4445955	400.56	500	0.82	0.40	208.84	208.44	40.00	21.89	168.84	186.55	175.00	193.11
C9	C8	133	188.5419596	434.21	500	0.96	0.19	209.03	208.84	48.20	40.00	160.83	168.84	166.80	175.00
C8	C7	300	232.8479263	482.54	500	1.19	0.63	209.66	209.03	75.10	48.20	134.56	160.83	139.90	166.80
C7	C6	526	248.7116763	498.71	500	1.27	1.25	210.92	209.66	77.20	75.10	133.72	134.56	137.80	139.90
C6	C5	284	298.4445137	546.30	600	1.06	0.55	211.47	210.92	104.30	77.20	107.17	133.72	110.70	137.80
C5	NC	117	341.1830724	584.11	600	1.21	0.29	211.76	211.47	118.10	104.30	93.66	107.17	96.90	110.70

Tronçon		Longueur L (m)	Débit Q" (l/s)	Diamètre (mm)		Vitesse V (m/s)	Perte Charge HP	Cote Piezo (m)		Cote Terrain (m)		Charge (m)		Statique (m)	
De	A			Calculé	Normalisé			Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
NC	B2	405	654.1413118	808.79	900	1.03	0.45	212.21	211.76	150.00	118.10	62.21	93.66	65.00	96.90
B2	B1	651	691.3158822	831.45	900	1.09	0.81	213.02	212.21	175.10	150.00	37.92	62.21	39.90	65.00
B1	NB	239	707.2721598	840.99	900	1.11	0.31	213.33	213.02	184.80	175.10	28.53	37.92	30.20	39.90
F4	F3	655	53.39570591	231.08	250	1.09	2.70	207.60	213.33	29.36	77.20	178.24	136.13	185.64	137.80
F3	F2	373	82.5800077	287.37	315	1.06	1.11	208.71	207.60	30.00	29.36	178.71	178.24	185.00	185.64
F2	NF	50	132.4991769	364.00	400	1.05	0.11	208.82	208.71	30.00	30.00	178.82	178.71	185.00	185.00
F1	NF	225	18.67519275	136.66	160	0.93	1.19	208.82	207.63	30.00	67.50	178.82	140.13	185.00	147.50
NF	B6	407	151.1743696	388.81	400	1.20	1.15	209.98	208.82	76.30	30.00	133.68	178.82	138.70	185.00
B6	B5	242	167.258323	408.97	500	0.85	0.28	210.25	209.98	96.40	76.30	113.85	133.68	118.60	138.70
B5	B4	518	198.6480705	445.70	500	1.01	0.82	211.07	210.25	139.50	96.40	71.57	113.85	75.50	118.60
B4	B3	813	234.4628092	484.21	500	1.19	1.74	212.81	211.07	164.20	139.50	48.61	71.57	50.80	75.50
B3	NB	310	279.4628092	528.64	600	0.99	0.53	213.33	212.81	184.80	164.20	28.53	48.61	30.20	50.80
NB	NA	1079	986.734969	993.35	1000	1.26	1.57	214.90	213.33	197.00	184.80	17.90	28.53	18.00	30.20
K5	K4	466	23.91733092	154.65	160	1.19	3.89	206.14	214.90	73.50	49.00	132.64	165.90	141.50	166.00
K3	K4	44	15.33880401	123.85	125	1.25	0.54	206.14	205.60	73.50	73.50	132.64	132.10	141.50	141.50
K4	NK	507	79.9705532	282.79	315	1.03	1.42	207.56	206.14	87.50	73.50	120.06	132.64	127.50	141.50
K2	K1	233	39.41479799	198.53	200	1.26	1.64	206.66	207.56	56.20	50.00	150.46	157.56	158.80	165.00
K1	NK	538	113.9996522	337.64	400	0.91	0.90	207.56	206.66	87.50	56.20	120.06	150.46	127.50	158.80
NK	J1	275	193.9702054	440.42	500	0.99	0.41	207.98	207.56	81.50	87.50	126.48	120.06	133.50	127.50
J1	NJ	146	247.884007	497.88	500	1.26	0.35	208.32	207.98	83.50	81.50	124.82	126.48	131.50	133.50
J2	NJ	488	19.6094389	140.03	160	0.98	2.83	208.32	205.50	83.50	70.00	124.82	135.50	131.50	145.00

Tronçon		Longueur L (m)	Débit Q" (l/s)	Diamètre (mm)		Vitesse V (m/s)	Perte Charge HP	Cote Piezo (m)		Cote Terrain (m)		Charge (m)		Statique (m)	
De	A			Calculé	Normalisé			Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
NJ	I3	133	267.4934459	517.20	600	0.95	0.21	208.53	208.32	87.30	83.50	121.23	124.82	127.70	131.50
I3	I2	816	314.4346709	560.74	600	1.11	1.75	210.28	208.53	123.50	87.30	86.78	121.23	91.50	127.70
I2	NI	142	365.6638111	604.70	700	0.95	0.18	210.47	210.28	140.00	123.50	70.47	86.78	75.00	91.50
I1	NI	233	49.18389407	221.77	250	1.00	0.83	210.47	209.64	140.00	147.00	70.47	62.64	75.00	68.00
NI	H3	246	414.8477052	644.09	700	1.08	0.41	210.88	210.47	140.00	140.00	70.88	70.47	75.00	75.00
H5	H4	493	54.80179796	234.10	250	1.12	2.13	209.42	210.88	126.20	90.00	83.22	120.88	88.80	125.00
H4	H3	599	139.323939	373.26	400	1.11	1.46	210.88	209.42	140.00	126.20	70.88	83.22	75.00	88.80
H3	H2	246	607.7217442	779.57	800	1.21	0.44	211.31	210.88	145.00	140.00	66.31	70.88	70.00	75.00
H2	NH	395	661.7380746	813.47	900	1.04	0.45	211.76	211.31	148.40	145.00	63.36	66.31	66.60	70.00
H1	NH	243	47.46479383	217.86	250	0.97	0.81	211.76	210.96	148.40	150.00	63.36	60.96	66.60	65.00
NH	G3	184	709.2028685	842.14	900	1.12	0.24	212.00	211.76	145.40	148.40	66.60	63.36	69.60	66.60
G3	NG	678	729.7505552	854.25	900	1.15	0.94	212.94	212.00	149.00	145.40	63.94	66.60	66.00	69.60
O3	O2	200	81.1384059	284.85	315	1.04	0.58	207.56	212.94	92.40	88.00	115.16	124.94	122.60	127.00
O2	NO	272	159.4188141	399.27	400	1.27	0.85	208.41	207.56	101.30	92.40	107.11	115.16	113.70	122.60
O1	NO	144	82.75599117	287.67	315	1.06	0.43	208.41	207.98	101.30	100.00	107.11	107.98	113.70	115.00
NO	N3	169	242.1748053	492.11	500	1.23	0.38	208.79	208.41	126.00	101.30	82.79	107.11	89.00	113.70
N3	N2	359	295.0699957	543.20	600	1.04	0.68	209.47	208.79	138.00	126.00	71.47	82.79	77.00	89.00
N2	NN	144	323.0927982	568.41	600	1.14	0.33	209.80	209.47	144.00	138.00	65.80	71.47	71.00	77.00
N1	NN	216	51.8839468	227.78	250	1.06	0.85	209.80	208.95	144.00	141.60	65.80	67.35	71.00	73.40
NN	NM	187	374.976745	612.35	700	0.97	0.26	210.05	209.80	148.00	144.00	62.05	65.80	67.00	71.00
M7	M6	187	19.45077985	139.47	160	0.97	1.07	204.81	210.05	82.60	70.00	122.21	140.05	132.40	145.00
M6	M5	259	72.36688292	269.01	315	0.93	0.61	205.41	204.81	85.00	82.60	120.41	122.21	130.00	132.40
M5	M4	975	120.4375333	347.04	400	0.96	1.81	207.22	205.41	66.50	85.00	140.72	120.41	148.50	130.00

Tronçon		Longueur L (m)	Débit Q" (l/s)	Diamètre (mm)		Vitesse V (m/s)	Perte Charge HP	Cote Piezo (m)		Cote Terrain (m)		Charge (m)		Statique (m)	
De	A			Calculé	Normalisé			Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
M3	M4	76	8.228422546	90.71	110	0.87	0.56	207.22	206.66	66.50	66.00	140.72	140.66	148.50	149.00
M4	M2	365	128.6659558	358.70	400	1.02	0.77	207.99	207.22	94.00	66.50	113.99	140.72	121.00	148.50
M2	M1	582	182.3746595	427.05	500	0.93	0.78	208.77	207.99	98.40	94.00	110.37	113.99	116.60	121.00
M1	NM	586	237.4123946	487.25	500	1.21	1.28	210.05	208.77	148.00	98.40	62.05	110.37	67.00	116.60
NM	L2	235	612.3891396	782.55	800	1.22	0.42	210.48	210.05	148.00	148.00	62.48	62.05	67.00	67.00
L2	NL	918	633.0109367	795.62	800	1.26	1.76	212.24	210.48	145.00	148.00	67.24	62.48	70.00	67.00
R4	R3	232	7.372388352	85.86	90	1.16	3.72	208.86	212.24	57.00	57.00	151.86	155.24	158.00	158.00
R3	R2	164	46.79244937	216.32	250	0.95	0.53	208.86	208.86	57.00	57.00	151.86	151.86	158.00	158.00
R2	NR	232	54.34170534	233.11	250	1.11	0.99	208.86	208.86	57.00	57.00	151.86	151.86	158.00	158.00
R1	NR	153	20.68937219	143.84	160	1.03	0.98	208.86	207.88	57.00	57.00	151.86	150.88	158.00	158.00
NR	Q12	305	75.03107753	273.92	315	0.96	0.76	208.86	208.86	76.60	57.00	132.26	151.86	138.40	158.00
Q12	Q11	289	19.6047847	140.02	160	0.98	1.67	208.86	208.86	103.00	76.60	105.86	132.26	112.00	138.40
Q11	Q6	435	48.5838377	220.42	250	0.99	1.51	208.86	208.86	106.00	103.00	102.86	105.86	109.00	112.00
Q10	Q9	77	11.20022987	105.83	110	1.18	1.51	207.41	208.86	67.20	58.00	140.21	150.86	147.80	157.00
Q9	Q8	264	25.45487234	159.55	200	0.81	0.83	208.24	207.41	84.50	67.20	123.74	140.21	130.50	147.80
Q8	Q6	241	76.41506963	276.43	315	0.98	0.62	208.86	208.24	106.00	84.50	102.86	123.74	109.00	130.50
Q6	Q1	253	149.1630433	386.22	400	1.19	0.70	209.56	208.86	105.00	106.00	104.56	102.86	110.00	109.00
Q1	NQ	184	233.940614	483.67	500	1.19	0.39	209.95	209.56	105.00	105.00	104.95	104.56	110.00	110.00
Q7	Q15	246	37.43992662	193.49	200	1.19	1.57	207.65	209.95	78.20	84.00	129.45	125.95	136.80	131.00
Q15	Q13	536	87.44618549	295.71	315	1.12	1.77	209.42	207.65	90.00	78.20	119.42	129.45	125.00	136.80

Tronçon		Longueur L (m)	Débit Q" (l/s)	Diamètre (mm)		Vitesse V (m/s)	Perte Charge HP	Cote Piezo (m)		Cote Terrain (m)		Charge (m)		Statique (m)	
De	A			Calculé	Normalisé			Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Q14	Q13	312	33.89823071	184.11	200	1.08	1.66	209.42	209.42	90.00	80.00	119.42	129.42	125.00	135.00
Q13	NQ	506	160.235202	400.29	500	0.82	0.54	209.95	209.42	105.00	90.00	104.95	119.42	110.00	125.00
NQ	P2	132	394.175816	627.83	700	1.02	0.20	210.15	209.95	109.00	105.00	101.15	104.95	106.00	110.00
P2	NP	473	479.5594097	692.50	700	1.25	1.05	211.20	210.15	126.20	109.00	85.00	101.15	88.80	106.00
P1	NP	86	42.29983019	205.67	250	0.86	0.23	211.20	210.97	126.20	126.00	85.00	84.97	88.80	89.00
NP	L1	392	521.8592399	722.40	800	1.04	0.51	211.72	211.20	136.20	126.20	75.52	85.00	78.80	88.80
L1	NL	296	606.0363028	778.48	800	1.21	0.52	212.24	211.72	145.00	136.20	67.24	75.52	70.00	78.80
NL	G2	188	1239.04724	1113.12	1250	1.01	0.14	212.38	212.24	141.50	145.00	70.88	67.24	73.50	70.00
G2	G1	345	1326.272629	1151.64	1250	1.08	0.28	212.66	212.38	140.00	141.50	72.66	70.88	75.00	73.50
G1	NG	303	1409.339294	1187.16	1250	1.15	0.28	212.94	212.66	149.00	140.00	63.94	72.66	66.00	75.00
NG	NA	2379	2139.089849	1462.56	1500	1.21	1.96	214.90	212.94	197.00	149.00	17.90	63.94	18.00	66.00
NA	BASSIN	247	3125.824818	1768.00	2000	1.00	0.10	215.00	214.90	200.00	197.00	15.00	17.90	15.00	18.00

**5.4.2 La desserte par pompage :**

Les diamètres des conduites de refoulement de la station de pompage vers les réservoirs, sont définis d'après une comparaison économique, tenant compte des coûts : de l'investissement des tronçons des conduites, des charge d'exploitation (entretien et renouvellement), des coûts de l'énergie pour le pompage et des équipements hydrauliques et électriques.

Le calcul des diamètres de conduites de refoulement se base sur les données suivantes : rendement des pompes  $\approx 75\%$  , rendement des moteurs  $\approx 95\%$  et  $\cos\varphi$  des moteurs  $\approx 0.84$  .

$$P_m = \frac{g * \rho * Q * HMT}{\mu_p}$$

$$P_{tr} = \frac{g * \rho * Q * HMT}{\mu_p * \mu_m * \cos\varphi}$$

Avec une marge de 10% pour les incertitudes aux conditions de site, les valeurs des puissances qui en résultent sont calculées par les expressions suivantes:

$$P_m = 14.4 * Q * H$$

$$P_{tr} = 18 * Q * H$$

Avec :

$g$  : Accélération de gravité  $\approx 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ .

$P_m$  : Puissance absorbée par le moteur  $Kw$ .

$P_{tr}$  : Puissance du transformateur en  $Kva$ .

$Q$  : Débit de pointe  $\text{m}^3/\text{s}$  .

$HMT$  : Hauteur manométrique en  $m$  .

Les caractéristiques des conduites d'adduction données dans le tableau n° VI.4 sont le résultat du calcul technico-économique.

**Tableau VI.4 : Caractéristiques des conduites d'adduction adoptée.**

<b>CALCUL TECHNICO ECONOMIQUE DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT STEP TIPAZA - BASSIN</b>								
	POINT DE DEPART		STEP TIPAZA	SPT	STEP TIPAZA	SPT	STEP TIPAZA	SPT
	COTE TERRAIN DU POINT DE DEPART	m.NGA	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	POINT D'ARRIVEE		SPT	BASSIN	SPT	BASSIN	SPT	BASSIN
	COTE TERRAIN DU POINT D'ARRIVEE	m.NGA	3.00	215.00	3.00	215.00	3.00	215.00
	HAUTEUR GEOMETRIQUE	m	0.00	212.00	0.00	212.00	0.00	212.00
	LONGUEUR DE LA CONDUITE	m	10	5700	10	5700	10	5700
	RUGOSITE	mm	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	DEBIT DE DIMENSIONNEMENT	l/s	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>190</b>
Calcul hydraulique	DN	mm	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>600</b>
	VITESSE	m/s	1.51	1.51	0.97	0.97	0.67	0.67
	PERTE DE CHARGE UNITAIRE	m/m	0.00320	0.00320	0.00101	0.00101	0.00039	0.00039
	PERTE DE CHARGE LINEAIRE	m	0.03	18.21	0.01	5.73	0.00	2.23
	PERTE DE CHARGE TOTALE	m	0.03	19.58	0.01	6.16	0.00	2.40
	HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE	m	0.00	231.58	0.01	218.16	0.00	214.40
	PUISSANCE DE POMPAGE	kW	0	664	0	626	0	615
Coûts actualisés	<b>CONDUITE</b>							
	INVESTISSEMENT	DA HT	124,737	71,100,143	192,889	109,947,001	297,277	169,448,019
	COÛT TOTAL ANNUEL (Annuité et Entretien)	DA HT	14,003	7,981,702	21,654	12,342,650	33,372	19,022,235
	<b>STATION DE POMPAGE</b>							
	INVESTISSEMENT	DA HT	0	99,608,776	0	93,838,428	0	92,219,176
	ANNUITE (AMORTISSEMENT ET RENOUVELLEMENT)	DA HT	0	11,038,645	0	10,399,175	0	10,219,729
	ENTRETIEN	DA HT	0	3,386,698	0	3,190,507	0	3,135,452
	ENERGIE	DA HT	0	4,860,908	0	4,579,315	0	4,500,296
	COÛT TOTAL ANNUEL (Annuité, Entretien et Energie)	DA HT	0	19,286,251	0	18,168,996	0	17,855,477
	<b>COÛT TOTAL INVESTISSEMENTS (CONDUITE + STATION)</b>	DA HT	<b>124,737</b>	<b>170,708,919</b>	<b>192,889</b>	<b>203,785,429</b>	<b>297,277</b>	<b>261,667,195</b>
<b>COÛT TOTAL ANNUEL (CONDUITE + STATION DE POMPAGE)</b>	DA HT	<b>14,003</b>	<b>27,267,953</b>	<b>21,654</b>	<b>30,511,647</b>	<b>33,372</b>	<b>36,877,711</b>	
<b>DIAMETRE CHOISI</b>	mm	<b>400</b>	<b>400</b>					



<b>CALCUL TECHNICO ECONOMIQUE DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT STEP HADJOUT - BASSIN</b>								
POINT DE DEPART			STEP HADJOUT	SPH	STEP HADJOUT	SPH	STEP HADJOUT	SPH
COTE TERRAIN DU POINT DE DEPART	m.NGA		50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
POINT D'ARRIVEE			SPH	BASSIN	SPH	BASSIN	SPH	BASSIN
COTE TERRAIN DU POINT D'ARRIVEE	m.NGA		50.00	215.00	50.00	215.00	50.00	215.00
HAUTEUR GEOMETRIQUE	m		0.00	165.00	0.00	165.00	0.00	165.00
LONGUEUR DE LA CONDUITE	m		10	7100	10	7100	10	7100
RUGOSITE	mm		0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
DEBIT DE DIMENSIONNEMENT	l/s		<b>190</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>190</b>
Calcul hydraulique	DN	mm	400	400	500	500	600	600
	VITESSE	m/s	1.51	1.51	0.97	0.97	0.67	0.67
	PERTE DE CHARGE UNITAIRE	m/m	0.00320	0.00320	0.00101	0.00101	0.00039	0.00039
	PERTE DE CHARGE LINEAIRE	m	0.03	22.69	0.01	7.14	0.00	2.78
	PERTE DE CHARGE TOTALE	m	0.03	24.39	0.01	7.68	0.00	2.99
	HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE	m	0.00	189.39	0.01	172.68	0.00	167.99
	PUISSANCE DE POMPAGE	kW	0	543	0	495	0	482
Coûts actualisés	<b>CONDUITE</b>							
	INVESTISSEMENT	DA HT	124,737	88,563,336	192,889	136,951,528	297,277	211,066,831
	COÛT TOTAL ANNUEL (Annuité et Entretien)	DA HT	14,003	9,942,120	21,654	15,374,179	33,372	23,694,362
	<b>STATION DE POMPAGE</b>							
	INVESTISSEMENT	DA HT	0	81,460,959	0	74,273,332	0	72,256,369
	ANNUITE (AMORTISSEMENT ET RENOUVELLEMENT)	DA HT	0	9,027,503	0	8,230,971	0	8,007,451
	ENTRETIEN	DA HT	0	2,769,673	0	2,525,293	0	2,456,717
	ENERGIE	DA HT	0	3,975,295	0	3,624,539	0	3,526,111
	COÛT TOTAL ANNUEL (Annuité, Entretien et Energie)	DA HT	0	15,772,471	0	14,380,803	0	13,990,278
	<b>COÛT TOTAL INVESTISSEMENTS (CONDUITE + STATION)</b>	DA HT	<b>124,737</b>	<b>170,024,295</b>	<b>192,889</b>	<b>211,224,860</b>	<b>297,277</b>	<b>283,323,200</b>
<b>COÛT TOTAL ANNUEL (CONDUITE + STATION DE POMPAGE)</b>	DA HT	<b>14,003</b>	<b>25,714,591</b>	<b>21,654</b>	<b>29,754,981</b>	<b>33,372</b>	<b>37,684,641</b>	
<b>DIAMETRE CHOISI</b>		mm	<b>400</b>	<b>400</b>				

Les résultats d'optimisation du réseau de distribution sont donnés dans l'annexe. Le tableau n° VI.5 ci-dessous présenté, récapitule les linéaires des conduites de distribution.

**Tableau VI.5 : Linéaire des conduites de distributions.**

Matériau de conduite	Diamètre (mm)	La longueur (m)
PEHD	90	232
PEHD	110	529
PEHD	125	44
PEHD	160	1910
PEHD	200	2305
PEHD	250	2757
PEHD	315	2565
PEHD	400	5476
PEHD	500	6591
Fonte	600	2930
Fonte	700	1180
Fonte	800	2087
Fonte	900	2552
Fonte	1000	1079
Fonte	1250	836
Fonte	1500	2379
Fonte	2000	247
Total (m)		35699

## **VI. EQUIPEMENTS HYDROMECHANIQUES :**

Pour assurer le bon fonctionnement, ainsi que la protection du réseau de distribution, nous prévoyons l'installation des équipements hydromécaniques tels que :

### **LA BORNE D'IRRIGATION :**

Chaque îlot sera desservi par une borne d'irrigation à une, à trois ou à quatre prises (tubulures) et chaque prise équipée d'un limiteur de débit, d'un compteur et éventuellement d'un stabilisateur (ou réducteur) de pression.

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage.

- La stabilisation de la pression.
- La limitation du débit.
- Le comptage du volume d'eau délivré.

Le choix de la Borne dépend de la surface :

Pour les surfaces <10Ha on prend la Borne à deux prises.

Pour les surfaces >15Ha on prend la Borne à quatre prises.

**Venteuses ou soupapes d'échappement :** Installées sur les points haut des canalisations. Elles permettent l'évacuation de l'air.

**Puits de vidange :** Placés dans les points Bas (dépression naturelle). Ils permettent le chassage de l'eau en cas de nécessité.

**Vanne de sectionnement :** Elles permettent la régularisation des modules d'irrigation dans les tronçons du réseau de desserte. En plus elles sont installées au niveau de la station de pompage et les réservoirs.

### **CONCLUSION :**

Pour conclure, dans le cadre de ce projet le périmètre est découpé en 143 îlots d'irrigation du périmètre avec une taille moyenne de 8 Ha pour équiper 1121 Ha.

Le réseau de distribution est sous pression, et la desserte est à la demande, d'où l'évaluation des débits à transiter par les différents tronçons du réseau s'avère très complexe.

Le modèle que nous avons proposé pour schématiser le phénomène d'appel des débits dans une telle desserte est basé sur la loi de *Clément*, dans laquelle, les débits affectés à chaque prise sont fonction de la probabilité d'ouverture des prises.

La longueur totale du réseau de desserte avoisine **36 Km** comprenant tout diamètre confondus (de **90 à 2000 mm**).

## **CONCLUSION GENERALE :**

Le périmètre de secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest est situé dans la wilaya de TIPAZA. Il est caractérisé par un climat subhumide ayant une saison humide pluvieuse et une saison sèche d'où la nécessité de l'irrigation durant les mois de juin, juillet et août. Ceci est confirmé par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi Normal (*Gauss*) donnant une pluviométrie P80% de l'ordre de 447.4mm ce qui reste insuffisant comparativement à l'évaporation annuelle qui est de 1211mm.

L'analyse de l'étude foncière nous a montrée que la plus grande partie des parcelles appartiennent au domaine privé.

les ressources en eau utilisées sont ; les puits, les forages ou pompage directement des Oueds.

Actuellement on a constaté l'insuffisance de ces dernières. De ce fait l'utilisation des eaux non conventionnelles est devenue une nécessité.

L'utilisation des eaux épurées des STEP de Tipaza et de Hadjout en fonction depuis 2006 et 2008 répond donc à cet objectif.

L'aménagement du secteur VI du périmètre Sahel Algérois OUEST à nécessite la projection d'un réseau hydraulique de plus de 49 km tous diamètres confondus permettant d'irriguer plus de 143 ilots de taille moyenne de 8 ha.

Le dimensionnement des conduites passe par la détermination des débits de transits qui sont tributaires du calcul des besoins en eaux des cultures et du débit spécifique.

Pour Le fonctionnement du réseau nous avons choisi une satisfaction à la demande c'est-à-dire qu'il n'y a pas de tour d'eau.

Ainsi le calcul des débits c'est fait à l'aide de la loi de Clément qui permet de les calculer en fonction de la probabilité d'ouverture des bornes.

Le choix du réseau à la demande est aussi justifié car le volume d'eau produit par les deux STEP est largement supérieur aux besoins en eaux des cultures.

L'aménagement hydro agricole du secteur VI du périmètre Sahel algérois de 1406 Ha aura un impact très important tant sur le plan environnemental que sur le plan socioéconomique puisqu'il pourra permettre la création d'emploi et une augmentation de la production agricole.

## *BIBLIOGRAPHIE*

- A. **MERMOUD .A** Cours d'irrigation ; Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
- B. **POIRIEE ET OLLIER** Les réseaux d'irrigation théorie ; technique et économie des arrosages
- C. **STUKY-ENHYD** 2009 Etude d'aménagement hydro agricole du secteur VI du périmètre Sahel  
Algérois Ouest irrigué à partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza Avant  
projet détaillé eaux
- D. **TEMZLI.D** 2004 Projection D'un Réseau D'irrigation Sous Pression Et Etude  
Comparative Entre L'irrigation Par Aspersion Et L'irrigation Localisée Dans La Vallée Du Bas  
Isser Algérois (W-Boumerdes)
- E. **TIERCLIN.J-R** 1998 Traité d'irrigation, édition Lavoisier technique et documentation 11.  
Paris (France)
- F. **TOUBIA.B** 2004 Manuel pratique d'hydrologie

# ***ANNEXE***

- \* Calcul du volume stockage nécessaire (m<sup>3</sup> /Ha)*
- \* Tableau de confrontation entre les besoins d'irrigation et la production des deux Step*
- \* Données de base pour le calcul techno-économique*

**BESOINS D'IRRIGATION DU PLAN CULTURALE En (m3 /Ha)**

Désignation	Besoins mensuels en m3												Total
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	
Blé	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60,729.00	103,898.36	64,557.61	94,570.20	0.00	0.00	323,755.17
Orge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30,364.50	51,949.18	32,278.80	22,452.02	0.00	0.00	137,044.50
Avoine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12,590.22	51,373.87	14,510.48	32,278.80	0.00	0.00	0.00	110,753.37
Tomate	8,952.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.71	24,190.92	40,750.59	73,917.39	59,696.45	207,692.43
P.terre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	175,636.24	125,609.25	0.00	0.00	301,245.49
Maïs fourrager	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38,690.87	169,069.44	196,899.86	93,281.63	497,941.80
Sorgho fourrager	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	118,773.00	147,184.68	47,901.38	313,859.05
Agrumes	175,115.94	51,002.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8,941.59	132,398.28	192,138.30	222,363.23	781,959.69
Vignes	116,027.78	83,583.70	15,967.13	3,123.39	7,052.15	18,213.73	42,373.11	42,635.03	80,709.62	119,403.28	147,184.68	148,746.38	825,019.95
Pêcher	31,585.49	17,142.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16,706.66	67,808.18	101,441.67	130,071.56	472,156.29
Pommier	64,183.64	45,434.87	5,987.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,832.11	61,708.74	76,379.16	89,247.83	346,774.02
Olivier	21,057.00	11,428.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,137.77	45,205.45	67,627.78	86,714.37	71,599.95	314,770.86
Besoins Nets d'irrigation	416,922.22	208,592.28	21,954.80	3,123.39	7,052.15	30,803.95	184,840.48	241,022.18	574,130.18	1,053,804.25	1,050,490.00	840,236.75	4,632,972.63
Besoins Bruts d'irrigation	555896.29	278123.04	29273.06	4164.53	9402.86	41071.93	246453.98	321362.91	765506.91	1405072.33	1400653.34	1120315.67	6177296.84



**TABLEAU DE CONFRONTATION ENTRE LES BESOINS D'IRRIGATION ET LA PRODUCTION DES DEUX STEP**

Désignation		Besoins mensuel Mois											Total	
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt		A
Besoins Bruts en m3		555896	278123	29273	4164	9403	41072	246454	321363	765507	1405072	1400653	1120316	6177297
Débit de pointe en m3/s		0.257	0.125	0.014	0.002	0.004	0.020	0.110	0.149	0.343	0.651	0.628	0.502	
Volume de production en m3	Horizon 2010	604800	624960	604800	624960	624960	584640	624960	604800	624960	604800	624960	624960	7378560
	Horizon 2020	907200	937440	907200	937440	937440	876960	937440	907200	937440	907200	937440	937440	11067840
Débit de pointe en m3/s	Horizon 2010	0.26												
	Horizon 2020	0.38												

***DONNEES DE BASE POUR LE CALCUL***

<b><u>Taux d'actualisation</u></b>	10%		
<b><u>Prix du kW</u></b>	1.22	DA/kW	
<b><u>Canalisation</u></b>			
	12,474	DA/m de conduite DN	400
	19,289	DA/m de conduite DN	500
	29,728	DA/m de conduite DN	600
Exploitation et de maintenance annuels des conduites	1.0%	des coûts d'investissement	1.0%
Durée de vie	40	ans	0.102
<b><u>Stations de pompage</u></b>			
Investissement	150,000	DA/kW	
Exploitation et de maintenance annuel Equipement	5.0%	des coûts d'investissement	5.0%
Exploitation et de maintenance annuel génie civil	1.0%	des coûts d'investissement	1.0%
Investissement équipement	60%	du coût d'investissement total	
Investissement génie civil	40%	du coût d'investissement total	
Durée de vie équipement	20	ans	0.117
Durée de vie génie civil	50	ans	0.101
<b><u>Données techniques</u></b>			
Durée de pompage par jour	20		