

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE  
ARBAOUI Abdallah

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Spécialité : CONCEPTION DES SYSTEMES D' IRRIGATION ET  
DRAINAGE**

### **THEME**

**Drainage agricole de la plaine de M'léta  
W.ORAN**

**Présenté par :**  
**M<sup>elle</sup> BELAHCENE BAHIA  
EL HADJA**

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

**Devant le jury composé de :**

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

**Examineurs: M<sup>r</sup> D. KOLIAI  
M<sup>r</sup> M.D. BENSALAH  
M<sup>elle</sup> R. CHEGGOU**

**Octobre 2009**

# *Dédicace :*

*Je dédie ce modeste travail,*

*- A mes chers parents, à qui je dois toute ma réussite et exprimer toute ma gratitude pour tout ce que vous m'avez apporté.*

*- A mes très chères sœurs et ma cousine.*

*- A mon frère.*

*- A tout ma famille.*

*- A tous mes amis.*

*- A mes amis de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique.*

*- Et à tous ceux que j'aime.*

# *Remerciements :*

*Je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration, ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer :*

- Ma mère qui m'a armée de courage et de bonne volonté.*
- à ma promotrice Madame L.S. BAHBOUH de m'avoir enseigné le long de ma formation, m'a assisté, guidé et conseillé durant ce projet. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance.*
- L'ensemble du personnel et enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), qui ont veillé à ma formation.*
- J'adresse également mes sincères remerciements et mon profond respect aux membres de jury, qui m'ont fait l'honneur d'apprécier mon travail.*

## مُلخَص

عملنا هذا هو عبارة عن مشروع تهيئة هيدرورزراعية سهل "ملية" في ولاية وهران, الذي يدور حول إقامة شبكة صرف المياه في مساحة تقدر ب 8100 هكتار بهدف حماية هذه الأخيرة من الهواطل و تقليص نسبة الملوحة في التربة و ذلك لزيادة الإنتاج الزراعي كما و نوعا.

## Résumé

Mon mémoire de fin d'étude est un projet d'aménagement hydro-agricole de la plaine de M'léta dans la wilaya d'Oran, qui s'articule autour de la création d'un réseau de drainage, d'une superficie de 8100 ha, l'objectif est de protéger cette dernière contre les averses, et de réduire le taux de salinité des sols, afin d'augmenter la production agricole quantitativement et qualitativement.

## Abstract

My memorandum has as a project of a fitting-out hydro-agricultural in the M'léta plain in Oran, which is centres about the setting up of a drainage network with a surface area of 8100 ha, our object is the protection of the plain against the showers and to reduce the degree of the soil salinity, In order to increase the agricultural production quantitatively and qualitatively.

# Sommaire

## Introduction Générale

### Chapitre I : Présentation de la plaine de M'léta

Introduction.....	1
I.1 Localisation de la zone d'étude.....	1
I.2 Infrastructure routière.....	2
I.3 Climatologie.....	4
I.3.1 Températures.....	4
I.3.2 Précipitations.....	5
I.3.3 Humidité relative moyenne.....	6
I.3.4 Evaporation.....	7
I.3.5 Evapotranspiration.....	7
I.3.6 Tension de vapeur.....	8
I.3.7 Vitesse des vents.....	9
I.3.8 Sirocco.....	9
I.3.9 Ensoleillement.....	9
I.4 Diagramme Ombro-thermique.....	10
I.5 Climogramme pluviométrique d'Emberger.....	10
I.6 Réseau hydrographique.....	12
I.6.1 Les eaux superficielles.....	12
I.6.2 Les eaux souterraines.....	13
I.7 Géologie et géomorphologie.....	15
I.7.1 Relief et géomorphologie.....	15

I.7.2	Géologie et stratigraphie.....	15
I.7.3	Les formations géologiques.....	15
I.8	Ressources en sol.....	16
I.8.1	Classe des sols peu évolués.....	17
I.8.2	Classe des sols Vertisols.....	17
I.8.3	Classe des sols Calcimagnésiques.....	18
I.8.4	Classe des sols à sesquioxyde de fer et de manganès.....	18
I.8.5	Classe des sols Hydromorphes.....	19
I.8.6	Classe des sols halomorphes.....	19
	Conclusion.....	20

## **Chapitre II : Analyse agro-socioéconomique**

	Introduction.....	21
II.1	Population et emploi dans la région.....	21
II.2	Structure du secteur agricole.....	23
II.2.1	Contexte général des productions végétales.....	23
II.2.2	L'Irrigation dans l'aire d'étude.....	26
II.3	Description et analyse du cadre agro-socio-économique.....	26
II.3.1	Grandes cultures.....	26
II.3.2	Cultures fourragères.....	27
II.3.3	Arboriculture.....	27
II.3.4	Cultures maraîchères.....	27
II.3.5	Rotations et assolements pratiqués.....	28
II.3.6	Irrigation.....	28
	Conclusion.....	29

## chap III : aptitude et qualité d'eau d'irrigation

Introduction.....	30
III.1 Aptitudes culturales.....	30
III.1.1 Les Cultures arbustives.....	30
III.1.2 Les Cultures maraîchères.....	31
III.1.3 Les Cultures Céréalières et Fourragères.....	32
III.1.4 les Cultures industrielles.....	33
III.2 Les catégories existant dans notre projet.....	34
III.2.1 La catégorie B25 I12 C11 M15.....	34
III.2.2 La catégorie B34 I12 C11 M 15.....	34
III.2.3 La catégorie B34 I21 C13 M23.....	35
III.2.4 La catégorie B42 I21C31 M31.....	35
III.2.5 La catégorie I21 C23 M31.....	35
III.2.6 La catégorie I23 C23 M25.....	35
III.2.7 La catégorie I23 C31 M43.....	36
III.2.8 La catégorie C22 M31.....	36
III.3 Catégorie des zones homogènes et de mise en valeurs.....	36
III.3.1 Evaluation des terres irrigables.....	36
III.3.2 Classement des terres à l'irrigation.....	37
III.3.3 Inventaire des terres irrigables.....	39
III.4 les eaux usées traitées en agriculture irriguée.....	40
III.4.1 Evaluation de la qualité de l'eau usée traitée pour l'irrigation.....	40
III.4.2 Aspects environnementaux associés à l'utilisation des eaux usées en irrigation.....	43
III.4.3 Interprétation des résultats physico-chimiques.....	45
III.4.4 Objectif de traitement.....	47
Conclusion.....	48

## **Chapitre IV : besoin en eau des cultures**

Introduction.....	50
IV.1 Evapotranspiration des cultures.....	50
IV.1.1 Définitions.....	50
IV.1.1.1. Evapotranspiration.....	50
IV.1.1.2. Evapotranspiration potentielle (ETP ou ET <sub>0</sub> ).....	50
IV.1.1.3. Evapotranspiration maximale (ETM ou ETC).....	51
IV.1.1.4. Evapotranspiration réelle (ETR).....	51
IV.1.2 Facteurs influençant l'ETP.....	52
IV.1.2.1 Facteurs dépendant du climat.....	52
IV.1.2.2 Facteurs dépendant de la surface.....	52
IV.1.3 Mesure de l'ETP.....	52
IV.1.4 Estimation de l'ETP.....	53
IV.1.5 Calcul de l'évapotranspiration.....	57
IV.2 Traitement des données pluviométriques.....	57
IV.2.1 Précipitation moyenne mensuelle.....	58
IV.2.2 Précipitation en année humide, normale ou sèche.....	58
IV.2.3 Précipitation de projet.....	58
IV.3 Généralités et rapport sur les paramètres influençant le coefficient cultural K <sub>c</sub> .....	60
IV.4 Calendrier d'occupation des sols.....	62
IV.5 Calcul du besoin en eau d'irrigation des cultures.....	64
IV.6 Calcul du débit spécifique.....	66
Conclusion.....	66

## **Chapitre V : lessivage**

Introduction.....	67
V.1 Qualité de sols.....	67
V.2 Classification des sols par rapport à leur teneur en sel.....	68
V.3 Sensibilité des plantes à la salinité de l'eau.....	69
V.4 Définition du lessivage.....	70
V.5 Types de lessivage.....	71

V.5.1 Lessivage initial.....	71
V.5.2 Lessivage d'entretien.....	71
V.6 Amélioration des sols salés par lessivage.....	72
V.7 Dose de lessivage.....	73
V.8 Relation entre salinité de l'eau d'irrigation et salinité du sol.....	74
V.9 Application numérique.....	75
V.9.1 Lessivage continu.....	75
V.9.2 Lessivage initial.....	76
Conclusion.....	78

## **Chapitre VI : réseau de drainage**

Introduction.....	79
VI.1 Définition.....	79
VI.2 Inconvénients des sols humides.....	80
VI.3 Causes de submersion.....	81
VI.4 Techniques de drainage.....	83
VI-5 Réaction des plantes.....	85
VI.6 Caractéristiques pédologiques.....	87
VI.7 Caractéristiques hydrologique.....	88
VI.8 Le débit caractéristique du réseau " $q_c$ ".....	90
VI.9 Impacts positifs du drainage sur les sols .....	90
VI.10 Impacts négatifs possibles.....	91
Conclusion.....	91

## **Chapitre VII : Calcul hydraulique de réseau de drainage**

Introduction.....	92
VII.1 Origine des excès d'eau.....	92
VII.1.1 Pluviométrie.....	92
VII.1.2 Traitements des données .....	92
VII.2 Dimensionnement du réseau de drainage .....	96
VII.3 Calcul du débit caractéristique du réseau " $q_c$ ".....	97
VII.3.1 Cas ou l'excès provient des pluies.....	97
VII.3.2 Cas ou l'excès provient de l'irrigation.....	100
VII.3.3 Cas ou l'excès provient du lessivage.....	101
VII.4 Principaux modes de drainage.....	103
VII.5 Type de Drainage.....	104
VII.6 Drainage par drains.....	105
VII.6.1 Choix de la profondeur des drains .....	105
VII.6.2 Ecartement des drains "E".....	106
VII.6.3 Calcul des diamètres des drains "d".....	108
VII.6.4 Calcul hydraulique des collecteurs.....	111
VII.7 Drainage par fossés.....	114
VII.7.1 Module d'assainissement.....	114
VII.7.2 Ecartement des fossés "L".....	114
VII.7.3 Dimensionnement des fossés.....	116
VII.8 Protection du périmètre contre les eaux sauvages.....	112
VII.8.1. Choix de la formule a utilisé.....	122
VII.8.2. Dimensionnement du canal de ceinture.....	123
Conclusion.....	125

## **Chapitre VIII : Gestion et entretien d'un réseau de drainage**

VIII.1 Entretien D'un réseau des drains.....	126
VIII.2 Méthodes d'entretien des fossés.....	127
VIII.2.1 Les méthodes mécaniques.....	127
VIII.2.2 Les méthodes chimiques.....	127

VIII.2.3 Les méthodes biologiques.....	128
VII.3 Plan de gestion.....	129
VIII.4 Gestion des fossés.....	129
VIII.4.1 Méthode du 1/3 inférieur.....	129
VIII.4.2 Méthode inférieur bonifié (avec bermes).....	129
VIII.5 Réutilisation des rejets des eaux de drainage.....	130

**Conclusion Générale**  
**Bibliographie**  
**Annexes**

## **Liste des figures**

Figure I-1 : Plan de situation du périmètre d'étude.....	3
Figure I-2 : Diagramme Ombro-thérmiq ue de Gausse.....	10
Figure I-3 : Climogramme pluviométrique d'Emberger.....	11
Figure I-4 : Carte Réseau Hydrologique.....	14
Figure II-1 : Histogramme d'occupation du sol.....	25
Figure V-1 : Image de la carte de la conductivité électrique.....	69
Figure VII-1 : Les courbes H.D.F (hauteur, durée, fréquence) d'automne.....	94
Figure VII-2 : Les courbes H.D.F (hauteur, durée, fréquence) d'hiver.....	95
Figure VII-3 : Les courbes H.D.F (hauteur, durée, fréquence) printemps.....	95
Figure VII-4 : Image de la carte de découpage des zones à drainer.....	104
Figure VII-5: Drainage par tuyaux enterrés.....	107
Figure VII.6 : Image excel de logiciel drflow.....	107
Figure VII-7: Drainage par drain.....	115

## ***Liste des abréviations***

ANRH	: Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
CCLS	: Coopérative des Céréales et des Légumes Secs
Coef	: Coefficient
CW	: Chemin de la Wilaya
DBO <sub>5</sub>	: Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours
DCE	: Document de Consultation d'Entreprises
DCO	: Demande Chimique en Oxygène
DGF	: Direction générale des Forêts
DHW	: Direction de l'Hydraulique de la Wilaya
DSA	: Direction des Services de l'Agriculture
EAC	: Exploitation Agricole Collective
EAI	: Exploitation Agricole Individuelle
ETP	: Evapotranspiration Potentielle
Ha	: Hectare
Kg	: Kilogramme
m	: mètre
mm	: millimètre
LRV	: Laboratoire régional Vétérinaire
MES	: Matière en Suspension
Nbre	: Nbre
OMC	: Organisation Mondiale du Commerce
ONID	: Office National de l'Irrigation et du Drainage
PNDA	: Projet National de Développement Agricole
RN	: Route Nationale
SAU	: Surface Agricole Utile
STEP	: Station d'Épuration
T	: Tonne
TDR	: Termes de Référence

## **Liste des tableaux**

Tableau I-1 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C.....	4
Tableau I-2 : Caractéristiques des stations pluviométriques.....	5
Tableau I-3 : Répartition mensuelle des précipitations en mm de la station d'Oran (pépinière).....	5
Tableau I-4 : Répartition mensuelle des précipitations en mm de la station d'oued Tlelat.....	6
Tableau I-5 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en (%).....	7
Tableau I-6 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm (Piche).....	7
Tableau I-7 : Répartition mensuelle de l'évapotranspiration moyenne en mm (d'après formule de Penman).....	8
Tableau I-8 : Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar.....	8
Tableau I-9 : Vitesse du vent m/s.....	9
Tableau I-10 : Ensoleillement en heure.....	9
Tableau II-1 : Répartition de la population des communes situées dans le périmètre (1998).....	22
Tableau II-2 : Répartition de la population des communes situées dans le périmètre (2004).....	22
Tableau II-3 : La répartition de population résidente totale et la densité (habitant/km <sup>2</sup> ).....	23
Tableau II-4 : L'occupation du sol dans les communes concernées.....	25
Tableau III-1 : Inventaire des terres irrigables.....	39

Tableau III-2 : Directives pour l'interprétation de la qualité d'eau pour l'irrigation.....	40
Tableau III-3 : Tolérance à la salinité de quelques plantes cultivées.....	42
Tableau III-4 : Directives pour des niveaux de substances toxiques dans l'eau de boisson du btail( Académie nationale des Sciences 1972).....	44
Tableau III-5 : Rejets d'eaux usées Cheminées Petit Lac Oran.....	45
Tableau III-6 : Paramètres objectifs du traitement (qualité de l'eau épurée).....	47
Tableau III-7 : Niveaux de rejet pour les matières en suspension (MES) et Matières oxydables (M.O).....	47
Tableau IV-1 : Résultats des calculs d'ETP de la zone du projet selon la formule utilisée (en mm).....	55
Tableau IV-2 : Evapotranspiration en mm/jours.....	57
Tableau IV- 3 : Précipitations efficaces dans la zone de projet.....	59
Tableau IV-4 : Valeurs de Kc de cultures de plein champ et de cultures maraîchers pour les deux phases principales de la croissance végétale et des conditions climatiques dominantes.....	64
Tableau IV-5 : Calendrier d'occupation des sols.....	63
Tableau IV-6 : Les Besoins mensuel en eau des cultures.....	65
Tableau V-1 : Taux de rendements des cultures en fonction de la salinité de l'eau d'irrigation.....	70
Tableau VI-1 : Variation de la hauteur de la nappe on fonction des cultures.....	86
Tableau VI-2 : Quelques valeurs de $\mu$ par a pour a la texture.....	87
Tableau VI-3 : Valeur de $1 + e$ .....	89
Tableau VII-1 : Hauteurs et fréquences des pluies du semestre d'automne.....	93

Tableau VII-2 : Hauteurs et fréquences des pluies du semestre d'hiver.....	93
Tableau VII-3 : Hauteurs et les fréquences des pluies du semestre de printemps.....	94
Tableau VII-4 : Quelques paramètres usuels.....	97
Tableau VII-5 : Débit caractéristique En régime permanent sans tenir compte du stockage.....	98
Tableau VII-6 : Débit caractéristique En régime permanent en tenant compte du stockage.....	99
Tableau VII-7 : Débit caractéristique En régime variable.....	100
Tableau VII-8 : Différentes valeurs de $q_c$ .....	102
Tableau VII-9 : Type de drainage et coefficients de perméabilité de chaque zone.....	105
Tableau VII-10 : Les écartements trouvés par le drflow.....	107
Tableau VII-11 : Ecartements après l'amélioration de la perméabilité...	108
Tableau VII-12 : Valeurs normalise des drains annelés perforés.....	109
Tableau VII-13 : Débit en extrémité de drain.....	109
Tableau VII-14 : Diamètres des drains perforés.....	110
Tableau VII-15 : Résultats du calcul diamètres des collecteurs .....	111
Tableau VII-16 : La perméabilité après l'amélioration.....	115
Tableau VII-17 : L'écartement des fossés.....	115
Tableau VII-18 : Inclinaison du talus en déblais.....	116
Tableau VII-19 : Valeurs de la rugosité.....	117
Tableau VII-20 : Dimensionnement des fossés par la formule de MANNING – STRICKLER.....	118
Tableau VII-21 : Calcul des écartements pour avoir $b = (10 \div 35)$ .....	118
Tableau VII-22 : Calcul de bief b des fossés.....	120
Tableau VII-23 : Dimensionnement des fossés par la formule de MANNING – STRICKLER.....	124

# INTRODUCTION GENERALE

En agriculture, le drainage est une opération qui consiste à favoriser artificiellement l'évacuation de l'eau gravitaire présente dans la macroporosité du sol à la suite de précipitation ou des irrigations. Cette évacuation peut se faire par des fossés ou des drains.

Les fossés, creusés dans le sol, constituent une solution économique mais peu adaptée à l'agriculture mécanisée. Les drains sont enterrés dans le sol à une profondeur et un écartement calculés. La mise en place de grands réseaux de drainage est une opération coûteuse.

Le drainage moderne, souterrain est quasi-invisible au regard. Il exacerbe discrètement mais fortement l'assèchement estival des sols (sécheresses, érosion) et prive les nappes d'une partie de leur alimentation, d'autant qu'il encourage souvent l'irrigation qui elle-même prélevée des nappes au moment où elles sont généralement à leurs plus bas niveaux. Toutefois il permet de libérer régulièrement, y compris en période estivale, des quantités d'eaux non négligeables qui permettent d'entretenir un niveau constant dans les rivières.

En Algérie la variabilité du climat et des types de sols posent des problèmes différents d'une région à une autre :

Les problèmes de drainage provoqués par une pluie abondante, se rencontrent dans la partie septentrionale à climat humide, ou il y a au moins une saison pluvieuse ; par exemple sur les sols lourds de la Mitidja, la vallée de l'oued Cheliff, et sur la plaine d'Annaba. Par ailleurs, on trouve localement des parcelles inondées dans la zone côtière et dans les vallées des oueds mineurs.

Le problème des sels se rencontre dans les périmètres où l'on irrigue avec de l'eau salée, (Les Oasis) et en régions arides et semi-arides dans l'Ouest et le sud de l'Algérie.

Dans le Sud, le rôle du drainage est double : l'évacuation d'une part des excès en eau dans le sol provenant des pertes d'eau d'irrigation, d'autre part les sels accumulés dans la zone où se développent les racines par lessivage.

Ce présent travail consiste à étudier l'assainissement et le drainage agricole du périmètre de M'léta, dont les principales sources d'excès d'eau sont les apports pluviométriques, et cela en projetant un réseau de drainage tout en re-calibrant les fossés et émissaires existants pour mieux assainir le périmètre et afin de limiter les effets relatifs à une submersion trop longue des sols qui engendre des pertes de rendement assez importantes.

Ce projet est d'autant plus important si l'on sait que l'irrigation des terres se fait avec une eau provenant d'une step, la salinité de cette eau conjuguée à celle du sol rend la présence d'un tel réseau impératif.

## ***Introduction***

Ce projet a pour objectif la valorisation des potentialités naturelles, eaux et sols, afin d'améliorer durablement le niveau de vie des populations de la zone, en particulier et contribuer à l'accroissement de la production agricole.

### ***I.1 Localisation de la zone d'étude***

La zone d'étude est située dans la wilaya d'Oran, d'une superficie brute d'environ 10.000 ha, elle est localisée au Sud Est de la sebkha d'Oran à une vingtaine de km au Sud de la ville d'Oran et à 7 km du site de la station d'épuration située aux environs d'El Karma, et elle est limitée par :

- à l'Ouest par le chemin de wilaya n° 18 reliant la localité de Tamzoura à celle d'El kerma,
- au nord par l'Oued Gh'bel,
- au sud par le chemin de la wilaya n° 35 reliant Tafraoui à Tlelat,
- à l'Est, elle est bornée par la localité d'Oued Tlelat.

Nous donnons dans la figure 1 le plan de situation du périmètre de Mléta

## ***1.2 Infrastructure routière***

La zone de projet est bien desservie par l'infrastructure routière, tant dans le réseau primaire par 2 routes nationales (RN4 : Oran-Mascara ; RN13 : Arzew-Sidi Bel Abbès) que dans le réseau secondaire (trois chemins de wilaya ; CW18 : Oran-Hammam Bou Hadjar, CW35 : Oued Tlelat-Taфраouiet CW50 : la gare de Arbal-Taфраoui) ; ainsi qu'un réseau dense de chemins communaux reliant toutes les agglomérations au réseau primaire et secondaire.

Le réseau ferroviaire longe le territoire de la zone d'étude sur une longueur d'environ dix (10) kilomètres, il est constitué par la voie ferrée reliant Oran-Alger, et par une deuxième d'une longueur plus réduite reliant Oued Tlelat-Sid Bel Abbès qui traverse une partie de la zone située aux alentours immédiats de la localité de Zahana (Wilaya de Mascara).

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

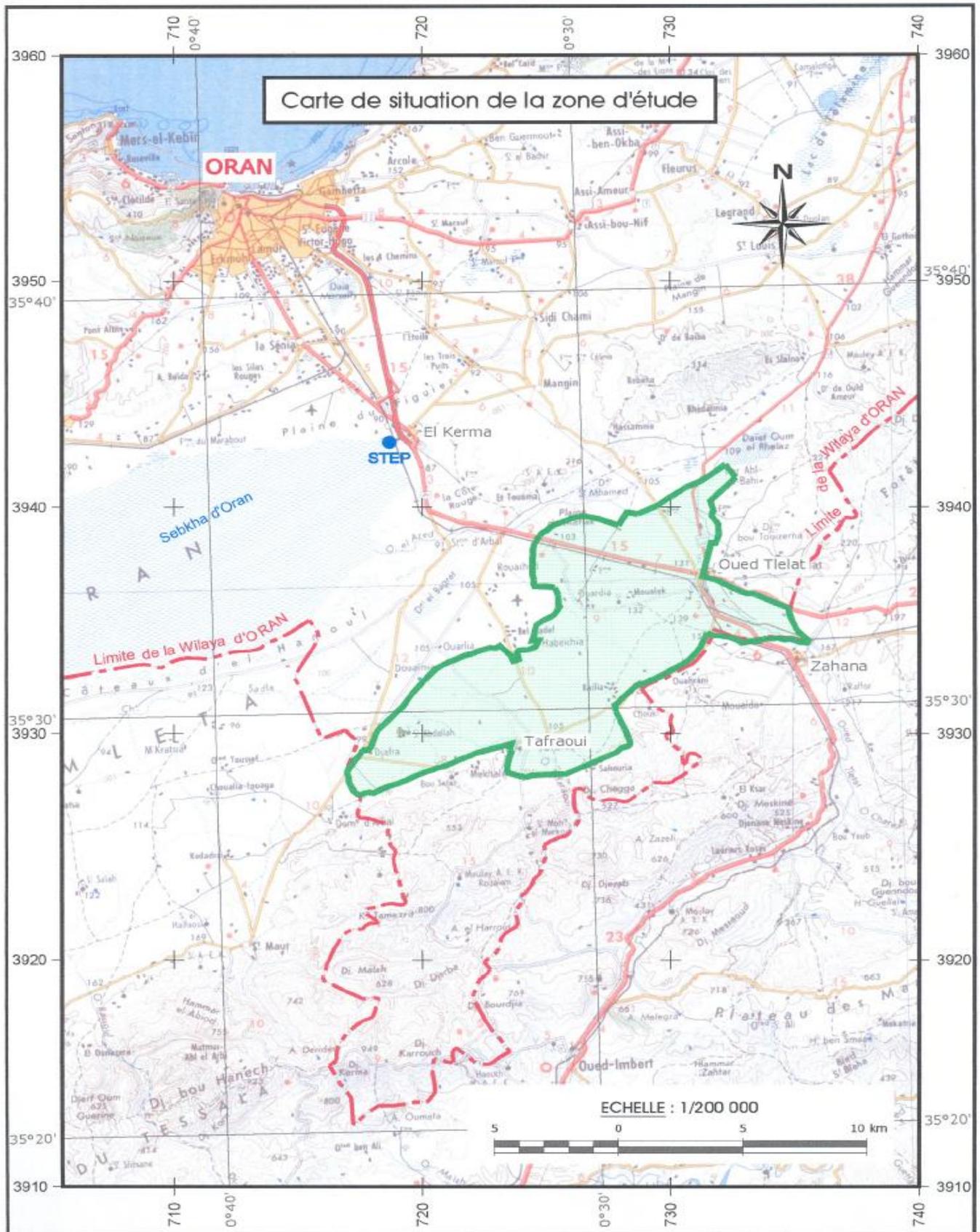


Figure I-1 : Situation de la zone d'étude

### **I.3 Climatologie**

L'étude climatologique est basée sur l'analyse des principaux indices climatiques à savoir la température, l'humidité relative, les précipitations, les gelées, les vents et l'évaporation.

Les données météorologiques, utilisées dans cette étude sont extraites de la banque de donnée obtenue auprès de l'Office National de la Météorologie (O.N.M) pour douze ans, et l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H), Il s'agit de données moyennes sur une période de trente ans (1974 à 2004).

Les stations météorologique retenue comme étant représentative de la zone d'étude est celle d'Oran (Oued tlelat, pépinière) ces choix se justifient par :

- inexistence d'une station à l'intérieure du périmètre étudié.
- Les deux stations d'Oran sont situées à proximité du périmètre et à une altitude proche de celle de la zone d'étude.
- disponibilité des diverses données climatiques sur une période récente de 30 ans.

#### **I.3.1 Températures**

Le régime des températures varie en fonction de l'éloignement par rapport à la mer. Sur le littoral les températures tombent rarement au dessous de -1 ou -2<sup>0</sup>C et le gèle en décollant, ne cause pas de dommages sérieux aux cultures.

La distribution mensuelle de la température moyenne journalière est donnée au tableau n°I-1

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

PARAMÈTRE	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNÉE
Température Moyenne (° C)	11,1	12,13	14,11	15,93	18,84	22,66	25,06	25,97	22,89	19,56	15,0	12,18	17,96

Source : *Office National de la Météorologie, période 1993/2004.*

L'examen du tableau des températures mensuelles montre que la valeur minimale de la température moyenne de l'air est celle du mois de Janvier avec une température de 11,1°C. La valeur maximale est au mois d'Août avec une température moyenne de 25,97°C.

### **I.3.2 Précipitations**

Le tableau n°I-2, décrit ci-dessous, nous indique la position des stations pluviométriques utilisées pour notre analyse :

**Tableau I-2 : Caractéristiques des stations pluviométriques**

Stations	Code	Coordonnées X (Km)	Lambert Y (Km)	Altitude (m)	Période d'observation
Oued tlelat	040418	219,8	245,75	240	1974-2004
Oran pépinière	040502	196,35	271,3	238	1974-2004

Source : l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H), période 1974/2004

La distribution moyenne mensuelle des précipitations est donnée dans les tableaux suivant :

**Tableau I-3 : Répartition mensuelle des précipitations en mm de la station d'Oran (pépinière)**

PARAMÈTRE	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNÉE
Pluie Moyenne (mm)	43,56	40,33	47,64	32,26	24,51	3,99	1,26	3,04	11,70	22,35	56,97	43,56	338,72

Source : l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H)

L'examen de la répartition mensuelle des précipitations, montre que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de novembre (56,97 mm) ; la moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 339 mm répartie comme suit :

- 26,94% en automne
- 37,73% en hiver
- 30,8% au printemps
- 2,45% en été

**Tableau I-4 : Répartition mensuelle des précipitations en mm de la station d'oued Tlelat**

PARAMÈTRE	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNÉE
Pluie Moyenne (mm)	39,9	49,9	30,6	27,7	23,1	1,5	0,5	3	14,8	28,1	67,9	44,6	331,6

Source : l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) période 1974/2004

L'examen de la répartition mensuelle des précipitations, montre que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de novembre (68 mm) ; la moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 332 mm répartie comme suit :

- 33% en automne
- 40% en hiver
- 25% au printemps
- 2% en été

### ***1.3.3 Humidité relative moyenne***

L'humidité relative ou état hygrométrique est le rapport en % de la tension moyenne de vapeur sur la tension maximum de celle-ci, correspondant à la température mesurée au thermomètre sec.

La distribution moyenne mensuelle de l'humidité relative est donnée au tableau n°I-5

**Tableau I-5 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en (%)**

PARAMÈTRE	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNÉE
HR moy (%)	77,3	75,0	74,0	68,0	68,7	67,3	66,3	65,7	65,7	70,7	77,3	78,7	71,2

Source : Office National de la Météorologie(O.N.M), période 1993/2004.

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

Les valeurs maximales sont atteintes durant les mois d'hiver (74 à 79 %) lorsque les températures sont minimales.

### **I.3.4 Evaporation**

La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation est donnée au tableau n°I-6

**Tableau I-6 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm (Piche)**

PARAMÈTRE	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DÉS	ANNÉE
Evaporation moyenne (mm)	63,9	69,0	87,6	127,1	136,7	154,0	164,6	168,1	139,9	101,9	73,7	61,1	1347,5

Source : *Office National de la Météorologie(O.N.M), période 1993/2004.*

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 avoisine 1350 mm. Compte tenu de la pluviométrie moyenne, le déficit hydrique de la zone est d'environ 1000 mm/an.

### **I.3.5 Evapotranspiration**

La distribution moyenne mensuelle de l'évapotranspiration est donnée au tableau n°I-7

**Tableau I-7 : Répartition mensuelle de l'évapotranspiration moyenne en mm (d'après formule de Penman)**

PARAMÈTRE	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DÉS	ANNÉE
Evapotranspiration moyenne (mm)	70	80	106	128	150	165	187	186	143	107	73	67	1 462

Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD .

Les valeurs moyennes mensuelles minimales et maximales de l'évapotranspiration se situent respectivement en mois de décembre (67 mm) et au mois de juillet (187 mm).

### **I.3.6 Tension de vapeur**

La tension de vapeur réelle mensuelle exprimée en millibars est un facteur très important dans l'évaluation de l'évapotranspiration. Le moment où s'effectue la mesure étant important.

La distribution moyenne mensuelle de la tension de vapeur d'eau est donnée au tableau n°I-8

**Tableau I-8 : Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar**

PARAMÈTRE	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DÉC	ANNÉE
Tension de vapeur (mbar)	10,0	10,5	12,2	11,8	14,6	17,9	20,7	21,9	18,8	16,5	12,8	11,0	14,9

*Source : Office National de la Météorologie(O.N.M), période 1993/2004.*

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).

### **I.3.7 Vitesse des vents**

Les vents constituent un facteur exerçant une grande influence sur les cultures et les systèmes d'irrigations, les vents humides sont généralement de directions : Nord-sud à Nord-ouest.

Quant aux vents secs, ils sont de direction : Sud-nord pendant l'été et leur vitesse varie de 1,4 à 3 m/s.

Les valeurs moyennes de la vitesse du vent enregistrées au niveau de la station d'oued tlelat sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau I-9 : Vitesse du vent m/s**

PARAMÈTRE	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DÉC	ANNÉE
Vitesse du vent (m/s)	2,9	2,7	3,1	4,3	3,8	3,5	3,6	3,8	2,9	2,7	1,4	3,0	3,1

Source : Office National de la Météorologie(O.N.M), période 1993/2004.

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année. La moyenne annuelle est de 3,1 m/s.

### ***I.3.8 Sirocco***

Le sirocco, vent chaud du sud, qui dessèche le sol et augmente l'évapotranspiration des cultures a une fréquence annuelle moyenne assez faible, 6 à 7 jours par an, entre les mois de mai et septembre avec un maximum en août selon diverses observations.

### ***I.3.9 Ensoleillement***

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est assez élevée : la moyenne annuelle est de 8,3 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 3040 heures réparties entre 1289 heures en hiver et 1751 heures en été.

**Tableau I-10 : Ensoleillement en heure**

Année/Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Tot
Moy (1993/2004)	191	204	244	276	299	322	332	309	266	224	190	184	3040
Heure/jour	6,2	7,3	7,9	9,2	9,7	10,7	10,7	10,0	8,9	7,2	6,3	5,9	8,3

Source : Office National de la Météorologie, période 1993/2004.

### I.4 Diagramme Ombro-thermique

Le diagramme Ombro-thermique permet de définir les mois secs de l'année. Les précipitations sont exprimées en mm. Lorsque celles-ci sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degrés centigrades ( $P \leq 2T$ ).

Le diagramme Ombro-thermique fait ressortir une période sèche qui s'étale sur environ 7 mois, allant du mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre.

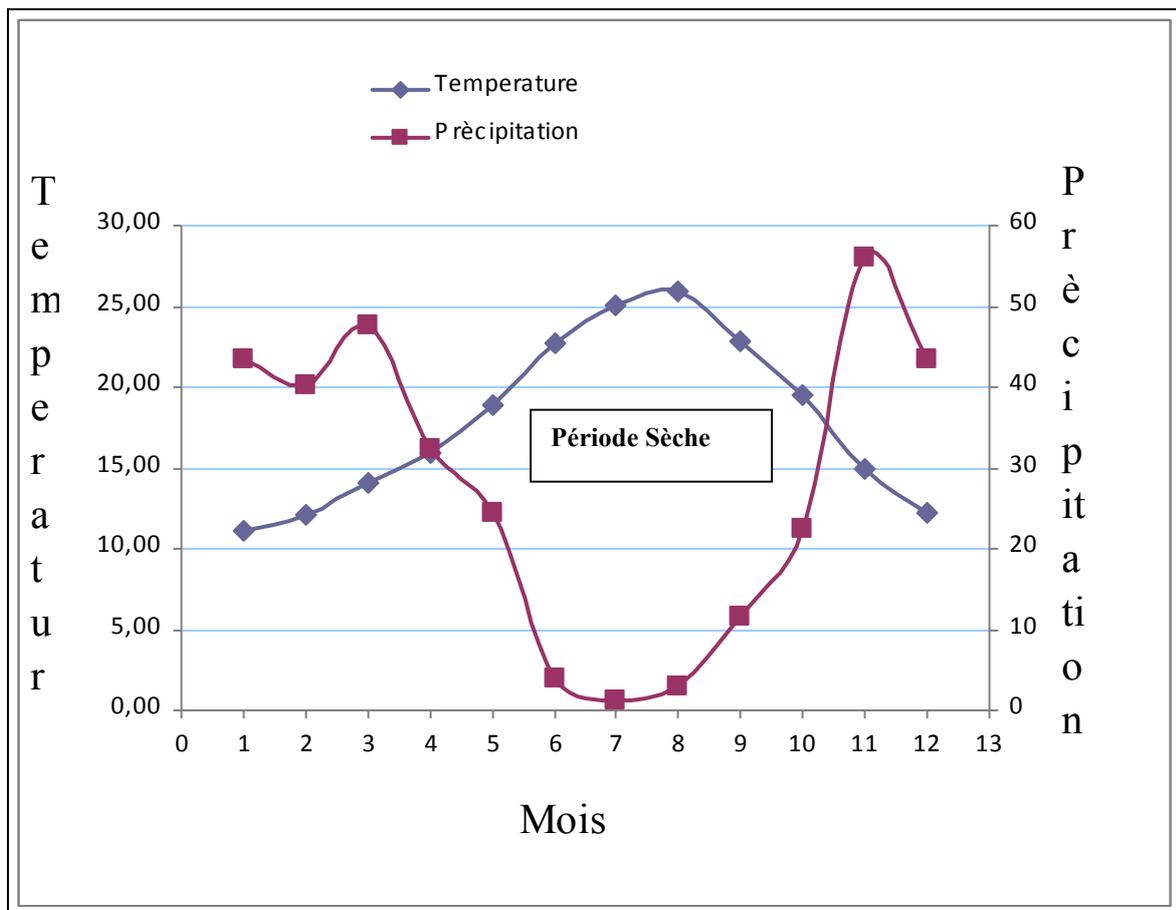


Figure I-2 : Diagramme Ombro-thermique de Gauss

### I.5 Climogramme pluviométrique d'Emberger

Le climogramme pluviométrique d'Emberger, spécifique au climat méditerranéen, classe la région de M'léta dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver doux (voir graphique ci-dessous).

Le coefficient Q3 (stewart.1969) pour la station d'Oran pépinière est égal à 44.

Ce coefficient est calculé comme suit :

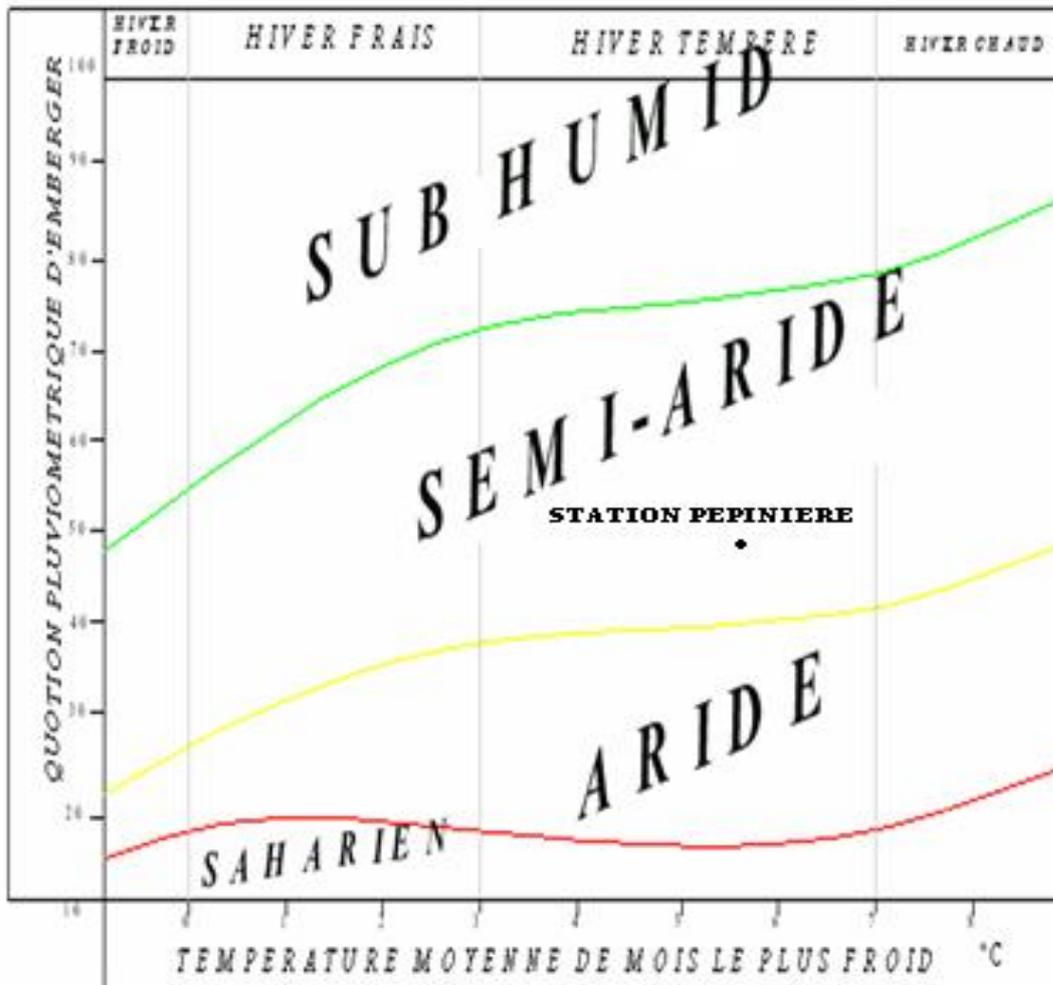
$$Q_3 = 3,43.P / (M-m),$$

Avec :

- P : pluviométrie annuelle (mm) ;
- M : moyenne des maximums du mois le plus chaud ;
- m : moyenne des minimums du mois le plus froid ;

Le mois le plus chaud est le mois d'août avec M = 32°C

Le mois le plus froid est le mois de janvier avec m = 5,6°C



**Figure I-3 : Climogramme pluviométrique d'Emberger**

## ***I.6 Réseau hydrographique***

La zone est sous forme de cuvette et entourée de piedmonts et massifs. La plaine de M'léta bénéficie des ruissellements et des eaux de pluies, mais le réseau hydrographique est très peu développé constitué essentiellement de petits cours d'eaux formant ainsi des chaabates, les deux principaux Oueds parcourant la plaine sont : Oued Tlelat et l'Oued Tafraoui.

La plaine est caractérisée par la présence de deux principales nappes :

- ✓ la nappe phréatique du quaternaire qui est constituée d'alluvions le substratum est formée d'argile et de marne du Pléistocène.
- ✓ Le complexe aquifère du Mio-Pliocène qui est le plus profond a près de 150 m, il est associé aux calcaires gréseux et aux grés peu consolidés du Pliocène marin et aux calcaires du Miocène supérieur du Mordjadjo.

### ***I.6.1 Les eaux superficielles***

Les bassins versants qui touchent notre zone d'étude et alimentent la grande Sebkhah d'Oran sont les bassins de M'léta et de Oued Tlélat.

**Bassin versant de la M'léta** (voir figure I-4) de superficie  $S = 1411 \text{ Km}^2$  et caractérisé par un régime hydrologique suivant :

- ✓ Réseau de drainage dans le massif avec des crues rapides et puissantes.
- ✓ Régime de ruissellement imposé par la faible épaisseur des sols.
- ✓ Régime d'infiltration adopté lors du passage en plaine des crues débordantes.

**Bassin versant de l'Oued Tlélat** (voir figure I-4) des superficies  $S = 227 \text{ Km}^2$  et caractérisé par un régime hydrologique suivant :

- ✓ Réseau de drainage important dans le massif avec des crues rapides et puissantes.

- ✓ Régime de ruissellement imposé par la faible épaisseur des sols.
- ✓ Régime d'infiltration adopté lors du passage en plaine des crues débordantes.

Les principaux oueds qui traversent la région sont :

- **L'Oued Tlélat** long de 20 km, prend naissance à la limite Nord-Ouest de la zone d'étude à pente modérée collectant les eaux de plusieurs Chaabet (Chaabet El Khaiel Chaabet Hassi Ettouama, etc...). Il entraîne les limons dans un bassin de réception assez important : Oum El Ghelass.
- **L'Oued Tafraoui** long de 14 km, collecte les eaux de plusieurs affluents, de direction Nord- Ouest à Sud Est provenant des massifs de Tessala, il épand ses eaux dans la partie basse de la Mléta par manque d'exutoire naturel.

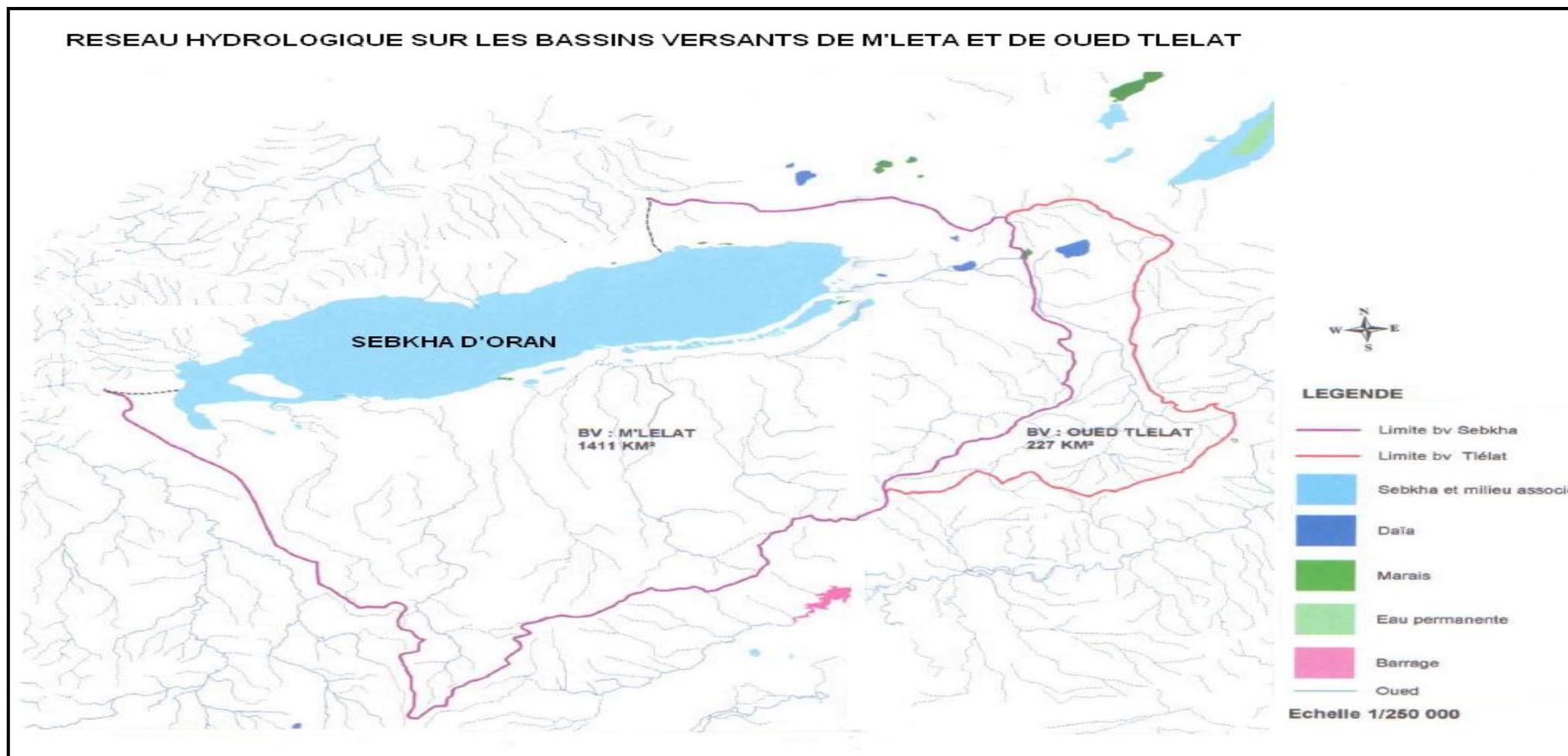
### ***1.6.2 Les eaux souterraines***

Les nappes quaternaires de la M'léta sont proches du sol et utilisées essentiellement pour l'irrigation. Les suivis effectués sur ces nappes montrent que la minéralisation est de plus en plus importante. Cette situation ne pourra que s'aggraver si le déficit de recharge persiste. De plus, il existe dans certains secteurs des échanges entre nappes quaternaires et nappes pliocènes.

Les nappes profondes des grés pliocènes de la plaine de Tlélat et de la bordure de la Mléta contiennent des réserves considérables. Le renouvellement de cette ressource est faible en raison du caractère endoréique du bassin. Les eaux des nappes profondes présentent des minéralisation acceptables (1 à 2,5 g/l), et constituent une ressource de bien meilleure qualité.

Dans la plaine de Mléta, la transmissivité varie de  $0,38 \cdot 10^{-3}$  à  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s pour un coefficient d'emménagement de l'ordre  $10^{-3}$ .

Pour les alluvions plio-quaternaires, la transmissivité varie de 1 à  $4,10^{-3}$  m<sup>2</sup> /s.



**Figure I-4 : Carte Réseau Hydrologique**

## ***1.7 Géologie et géomorphologie***

### ***1.7.1 Relief et géomorphologie***

Le périmètre d'étude ayant une forme de cuvette souvent à fond plat et la topographie est assez irrégulière où on distingue trois formes :

- Une forme plane : la partie Ouest du périmètre (zone de Meflak)
- Une forme moyennement plane aux environ de Tafraoui et de Khailia
- Une forme ondulée rencontré aux environs de Zahana

### ***1.7.2 Géologie et stratigraphie***

Sur le plan géologique, notre périmètre d'étude présente une structure plus ou moins homogène. Les terrains en affleurement identifiés se rattachent aux âges qui s'étalent du tertiaire jusqu'au quaternaire récent.

### ***1.7.3 Les formations géologiques***

L'analyse des documents géologiques relatifs à la zone d'étude fait ressortir les formations géologiques suivantes :

- Les alluvions récentes constituées de dépôts limoneux nivelant les plaines localisées dans les zones village Hammou Ali, nord de l'aéroport de Tafraoui et au niveau de plaines de Touares.
- Les alluvions anciennes qui sont des dépôts limoneux le plus souvent rouge ou gris rougeâtres plus ou moins caillouteux en profondeur située au alentour du village de Tafraoui et du douar Khailia
- Les marnes alluvionnaires rouges localisées au niveau du village de Mahdia
- Les alluviaux argilo limoneuse non rubéfiés situés aux alentours du douar Chmalil, du domaine si Antar et au Nord du village Oued Tlelat (entre RN 13 et CW 35).
- Carapace calcaire située au Sud Est du village Oued Tlelat et aux environs de la localité de Zehana.

### ***1.8 Ressources en sol***

La prospection de la plaine de la Mléta (zone Est) faite par l'ANRH (2006) a permis de cartographier 6 classes

- Classe des sols peu évolués- 4487 ha
- Classe des Vertisols- 3226 ha
- Classe des sols Calcimagnésiques – 4481 ha
- Classe des sols à Sesquioxyde de fer- 64 ha
- Classe des sols Hydromorphes- 375 ha
- Classe des sols Halomorphes- 1443

La superficie des sols équivaut à 14 476 ha. Les classes de sols les plus répandues sont représentées par les sols peu évolués et les sols Calcimagnésiques qui totalisent à eux deux près de 9000 ha soit près de 60% des sols cartographiés.

### ***1.8.1 Classe des sols peu évolués***

Ces sols occupent une surface relativement importante égale à 4487 ha soit 31% des classes cartographiées. Ils se localisent en divers endroits de la zone d'étude précisément au centre de la plaine et aux alentours des localités de Tlélat et Taфраoui. Ces sols présentent les caractères généraux suivants

- Faible différenciation du profil
- Altération minérale réduite
- Structure mal individualisée, peu développée généralement
- Porosité et bonne aération superficielle

Les sols peu évolués de la région appartiennent à la sous classe des sols d'origine non climatique.

### ***1.8.2 Classe des sols Vertisols***

Les Vertisols sont très représentés dans la zone d'étude occupant une superficie de 3226 ha. Ils se rencontrent surtout dans la partie centrale de la plaine proche de la route nationale n°4 ainsi que dans la partie sud-ouest aux alentours de Taфраoui.

Ce sont des sols à profils A(B)C , A(B)g C ou A(B)Cg plus ou moins homogènes ou irrégulièrement différenciés par suite de mouvements internes.

Leur horizon ne se différencie que par leur structure du fait des mouvements internes qui les affectent, ils comportent souvent des éléments grossiers, irrégulièrement remontés à travers l'ensemble du profil.

Ils présentent de larges fentes de dessiccations (retraits) et une structure polyédrique à prismatique grossière, au moins en (B), dont la macro porosité est très faible et dont la cohésion ainsi que la consistance sont très fortes.

Ces sols de texture fine à dominance d'argiles gonflantes dont les proportions avoisinent le plus souvent 35-40% avec une capacité d'échange moyenne (35-40még/l), la couleur est en générale brun foncé

de type 10YR4/2 du code Munsell, relativement à leurs teneurs en matières organiques.

### ***1.8.3 Classe des sols Calcimagnésiques***

Les sols Calcimagnésiques constituent l'une des catégories de sols la plus représentée dans la zone prospectée. Sa superficie équivaut à 4481 ha.

Cette classe de sols occupant de vastes étendus, se rencontrent essentiellement dans la partie orientale de la plaine, à l'Est de Tlélat et aux alentours de zahana. Sols à profil de type AR ou AC ou A(B)R.

Les sols Calcimagnésiques sont caractérisés par la présence dans l'ensemble du profil de carbonate de calcium, de magnésium ou de sulfate de calcium. Dans l'horizon A, la matière organique est fortement liée aux éléments minéraux et forme avec eux un complexe très stable. Le complexe est saturé en calcium et magnésium (supérieur à 90%) et le PH est toujours supérieur à 7. Dans cette catégorie de sols, la structure est généralement bien développée, de type grenue ou grumeleuse dans l'horizon A et polyédrique fine dans l'horizon (B).

### ***1.8.4 Classe des sols à sesquioxyde de fer et de manganès***

Les sols à Sesquioxyde de fer et manganèse sont localisés dans la partie nord du périmètre de la zone d'étude. Ils sont localisés dans une parcelle située au nord de la route reliant Tlélat à Arzew. Ces sols occupent une très faible superficie (64 ha). Ce sont des sols de climat méditerranéen et dont la formation s'accompagne d'un enrichissement en hydroxyde de fer qui conditionne la couleur rouge du sol. Ces hydroxydes accompagnent l'argile et sont distribués de façon similaire dans le profil.

Du point de vue classification, les sols étudiés appartiennent à la sous classe des sols rouges formés sous un climat de type méditerranéen et au groupe des sols rouges à réserve calcique et le plus souvent lessivé. Le

profil des sols est vivement coloré surtout en (B)- brun rougeâtre 7,5 YR 4/4 ou 5 YR 5/4 selon le code Munsell.

### ***1.8.5 Classe des sols Hydromorphes***

Les sols Hydromorphes sont localisés dans la partie ouest de la zone d'étude leur superficie n'est pas très élevée. Elle est égale à 375 ha soit moins de 3% de la surface totale des sols prospectés. Ces sols sont marqués par un excès d'eau en raison d'un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de l'ensemble du profil.

L'excès de cette eau peut être dû soit à la présence ou à la remontée de la nappe phréatique, soit au manque d'infiltration des eaux pluviales provoquant une nappe perchée ou un engorgement de surface. L'Hydromorphie se traduit par la présence de gley ou pseudogley. Les sols décrits appartiennent à la sous classe des sols peu humifères (ou minéraux) et au groupe des sols à pseudogley.

### ***1.8.6 Classe des sols halomorphes***

Les sols halomorphes forment une large bande allant du nord-est au sud-ouest de la zone d'étude. Ils sont localisés dans la ferme des Meflak et au sud de la dépression dite dayate El bergrate.

## **Conclusion**

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

La zone est caractérisée par une période sèche (d'après le diagramme ombrothermique) qui s'étale sur huit (8) mois allant du mois de Avril jusqu'au mois d'Octobre ou l'irrigation est indispensable, la période pluvieuse commence au mois de Novembre pour se terminer le mois d'Mars, les mois les plus secs sont Juin, Juillet et Août.

Le climogramme pluviométrique d'Emberger, spécifique au climat méditerranéen, classe la zone dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver doux.

Les classes de sol peu évoluées et Calcimagnésiques prennent la plus grande part, alors que les sols Hydromorphes forment une large bande du sud-ouest de la zone de l'étude, mais restent minimes par rapport aux autres classes de sol.

Cette prospection pédologique nous permet en fait de délimiter les zones nécessitant un assainissement et un drainage agricole, sujet de notre mémoire.

## ***Introduction***

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

### ***II.1 Population et emploi 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.

L'analyse des données RGPH de l'année 1998 et 2004 des communes impliquées dans le projet fait ressortir les commentaires suivants :

La population totale résidente est respectivement de 23 277 et 26 600 habitants, pour l'année 1998 et 2004, répartie entre 13289 et 15600 habitants à Oued Tlilet et 9 988 et 11 000 habitants à Taфраoui.

La taille des ménages est peu variable, donnant une moyenne de 7,1 unités.

**Tableau II-1 : Répartition de la population des communes situées dans le périmètre (1998)**

Wilaya commune	ORAN		
	Oued Tlelat	Taфраoui	Total
Population résidente	13289	9988	23277
Nombre de ménage	1879	1399	3278
Taille de ménage	7,1	7,1	7,1
Population occupée	1775	1120	2895
Population occupée % de la population totale	13,36	11,21	12,44
Population rurale	6295	8956	15251
Population occupée en % de la population total rurale	28,2	12,5	19,0

Source ONS 2004

**Tableau II-2 : Répartition de la population des communes situées dans le périmètre (2004)**

Wilaya Commune	ORAN		
	Oued Tlelat	Taфраoui	Total
Population résidente	15600	11000	26600
Population agglomérée	8783	4238	13021
Nombre de ménage	2142	1547	3689
Taille de ménage	7,3	7,1	7,2
Population occupée	1900	1381	3281
Population occupée % de la population totale	12,18	12,55	13,33
Population rurale	5181	10908	16089
Population occupée en % de la population total rurale	36,7	12,7	20,4

Source ONS 2004

**Tableau II-3 : La répartition de population résidente totale et la densité (habitant/km<sup>2</sup>)**

commune	Population R.G.P.H 98	Population 31/12/2004	Superficie Cadastre km <sup>2</sup>	Densité hab/km <sup>2</sup>
Oued Tlelat	13289	15600	84,11	185
Tafraoui	9988	11000	182,00	60

Source ONS 2004

D'après la densité moyenne des communes, obtenue, nous pouvons dire que la commune d'Oued Tlelete a un caractère urbain, la densité de la population est plus importante que celle de Tafraoui du fait de la présence du chef lieu des communes.

La commune de Tafroui est rurale. La densité de la population est faible (60habitants/km<sup>2</sup>).

La population est caractérisée dans la Wilaya d'Oran par une jeunesse dominante (fréquence cumulée des moins de 30 ans : 62 %, soit plus de deux tiers de la population).

La population âgée de 50 ans et plus ne représente que 12 %.

D'une façon générale on a une forte disponibilité de ressources humaines jeunes présentant un rapport équilibré entre les deux sexes.

## **II.2 Structure du secteur agricole**

### **II.2.1 Contexte général des productions végétales**

Les données collectées au niveau des services agricoles d'Oran indiquent que la S.A.U des communes impliquées dans le projet d'étude du périmètre de Méltà est d'environ 13 700 ha dont 230 ha seulement sont irrigués soit 1,6 % de la surface totale (DSA d'Oran).

L'occupation du sol dans l'aire d'étude est peu diversifiée, elle comprend des superficies importantes de cultures céréalières associées parfois à l'élevage.

En effet, la répartition spatiale de ces cultures est intimement liée aux conditions édaphiques, aux paramètres socio-économiques et surtout à la disponibilité de la ressource en eau.

C'est une région à vocation agricole, le manque d'eau d'irrigation et aux moyens financiers, a fait que la zone n'a pu être mise en valeur.

Ces terres sont cultivées principalement par les cultures en sec qui couvrent une surface d'importance similaire dans les deux communes concernées par le projet d'étude. Elles représentent plus de 98% de la superficie agricole cultivée.

Les cultures céréalières représentent 8 990 ha soit 93 % des cultures annuelles.

Les cultures fourragères occupent la seconde place avec seulement 500 ha, représentées par l'avoine, et l'orge fourrager.

En ce qui concerne l'arboriculture, cette dernière occupe 3 174 ha dominés par l'olivier avec 2030 ha, les autres espèces fruitières à pépins et à noyaux s'étalent sur 1 047,5 ha.

Enfin pour ce qui est du maraîchage, cette catégorie est très peu développée, représentée seulement avec 90.ha, occupés par le petit pois, la fève et le melon.

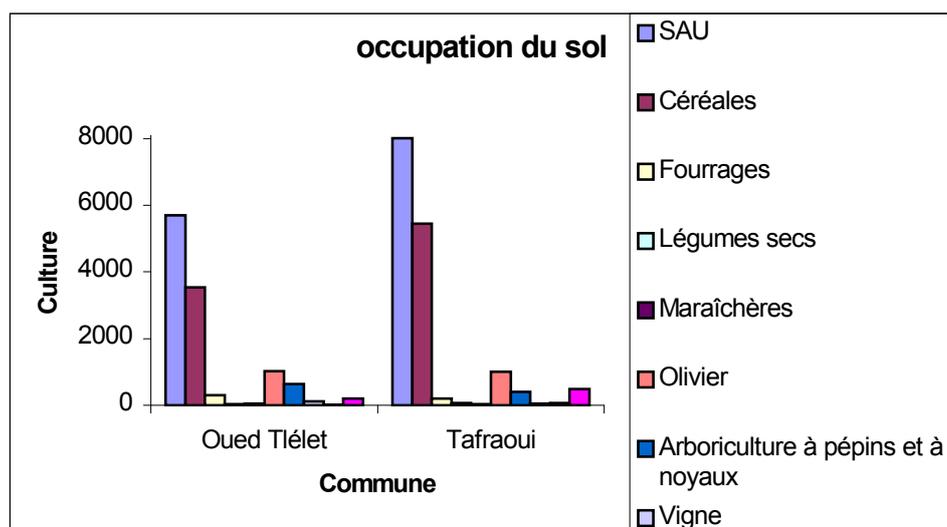
La faible pratique des cultures maraîchères n'est pas un choix fait par les agriculteurs, mais une conséquence des insuffisances des ressources en eau de surface et une absence de ressources en eau souterraine de qualité. Cette contrainte majeure explique également l'importance de la céréaliculture.

Par ailleurs la jachère est aussi pratiquée, elle résulte essentiellement des faibles précipitations aggravées par le peu de moyens.

**Tableau II-4 : l'occupation du sol dans les communes concernées**

Occupation du sol (ha)	Oued Tlélet	Tafraoui	Total
SAU	5700	8012	13712
Céréales	3540	5450	8990
Fourrages	300	200	500
Légumes secs	30	70	100
Maraîchères	50,5	40	90,5
Olivier	1019	1011	2030
Arboriculture à pépins et à noyaux	635	410	1045
Vigne	118	54	172
Figuier	24	72	96
Jachère	207	478	685
Total	5923,5	7785	13708,5

Source ONS 2004



Source DSA Oran

**Figure II-1 : Histogramme d'occupation du sol**

## **II.2 .2 L'Irrigation dans l'aire d'étude**

L'irrigation est pratiquée sur une faible superficie, 220 ha en arboriculture et 10 ha en maraîchage dans la commune d'Oued Tlilet.

Elle s'effectue le plus souvent, à partir des puits ou l'eau sera conduite parfois vers les bassins d'accumulations pour être desservie aux parcelles. Ceci est dû dans la plus part des cas au faible débit des puits ou au mode d'irrigation (goutte à goutte).

La technique d'irrigation la plus utilisée est le goutte à goutte pour l'irrigation de l'arboriculture ou localisée à l'aide des tuyaux pour ceux qui irriguent à partir des citernes.

## **II.3 Description et analyse du cadre agro-socio-économique**

### **II.3.1 Grandes cultures**

Dans l'aire d'étude, souvent les agriculteurs sont confrontés à des conditions financières et climatiques (pluviométrie) assez 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 grandes cultures représentent la principale spéculation du périmètre de M'léta. Les terres sont utilisées d'une manière extensive. Cette catégorie regroupe les céréales dont principalement le blé dur, le blé tendre et l'orge.

Ces dernières constituent une denrée essentielle dans l'alimentation de la population locale, et participent par le résidu de sa culture au confort du cheptel (litière).

L'orge occupe près de 60% des cultures céréalières.

L'entretien des cultures n'est pas bien suivi, le grain obtenu est dans ce cas de mauvaise qualité et ne peut être utilisé comme semence.

Les rendements atteints sont variables; ils dépendent fortement de l'itinéraire technique suivi et des facteurs climatiques.

### **II.3.2 Cultures fourragères**

La gamme d'espèces fourragères cultivées est très peu diversifiée, l'avoine demeure la culture la plus pratiquée en absence d'eau.

Son importance dans l'aire d'étude varie en fonction des conditions pluviométriques, en effet si l'année pluviométrique ne s'annonce pas bonne, la terre destinée à cette culture est laissée le plus souvent en jachère.

Les cultures fourragères s'étendent sur une superficie de 25 ha.

Les autres cultures pratiquées sont très peu répandues, il s'agit du sorgho sur quelques petites parcelles ne dépassant pas 1 hectare, destinées pour l'affouragement en vert du cheptel bovin laitier existant dans l'exploitation.

### **II.3.3 Arboriculture**

L'arboriculture fruitière d'une façon générale est peu développée et même peu maîtrisée, nous rencontrons comme même une certaine diversité d'espèce à noyau et à pépins.

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

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

### **II.3.4 Cultures maraîchère**

Elles représentent des pourcentages très faibles de la superficie totale du périmètre et elles sont pratiquées en plein champ.

Les conditions climatiques et édaphiques sont plus favorables à la mise en place des cultures d'hiver menées en irrigué principalement l'artichaut, la fève et la pomme de terre.

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.

Les cultures maraîchères représentent seulement 2 % de la superficie totale enquêtée.

Les cultures maraîchères pratiquées sont : la pomme de terre, la fève, le petit pois, l'artichaut, la carotte, le navet, avec quelques solanacées d'été comme le piment, le poivron, et la tomate, et les cucurbitacées comme le melon et la pastèque.

### ***II.3.5 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, Céréales / fourrages/ jachère.

Le système céréales –jachère reste partout dominant, en effet la jachère reste une technique culturale fréquemment utilisée : 35 exploitations céréalières la pratiquent, soit 54 %.

### ***II.3.6 Irrigation***

Les cultures en irrigué occupent une superficie dans la zone d'étude soit 15 % de la surface développée (cultivée) et 20 % de la SAU. Les résultats de l'enquête agro-économique indiquent que, dans la situation actuelle, les cultures annuelles irriguées sont essentiellement les cultures arboricoles (olivier dominant en surface) et très peu de cultures annuelles

Les cultures annuelles en sec consistent principalement en de grandes cultures (surtout les céréales blé, orge et avoine).

L'eau d'irrigation est peu disponible et le plus souvent de mauvaise qualité.

Les exploitations qui disposent de la ressource en eau n'irriguent qu'une faible partie de leur superficie avec des doses faibles qui ne répondent pas aux besoins de la plante mise en place.

Certains agriculteurs achètent l'eau par citerne afin qu'ils irriguent leur jeune plantation.

L'insuffisance de la ressource en eau avait une incidence directe sur le taux d'intensification des sols, et a limité le développement des cultures maraîchères.

## **Conclusion**

Les agriculteurs rencontrent des conditions financières et climatiques assez délicates , c'est pour ce la qu' on remarque que les céréales occupent 93% de la superficie , les exploitations sont le plus souvent obligées de laisser une partie de leur terre en jachère.

L'exploitation de la surface irriguée représente 15% de la surface agricole à cause de l'insuffisance de ressource en eaux.

62 % de la population est jeune, les exploitations se basent sur la main d'œuvre familiale.

Pour ce qui est de l'arboriculture, l'olivier est largement dominant, les espèces à pépins et à noyaux sont peu développées, occupant de très faibles superficies.

Enfin pour ce qui concerne le maraîchage, ce dernier est presque inexistant cultivé en petites parcelles avec essentiellement la fève le petit pois, l'artichaut et peu de tomate et autres sur des petites parcelles.

## **Introduction**

La mise en valeur des sols du périmètre par des cultures irriguées doit répondre à l'adéquation entre les caractéristiques intrinsèques du sol et les exigences des cultures à mettre en place a savoir :

- L'identification, la quantification et le classement par importance des propriétés intrinsèques du sol, qui se manifestent par la profondeur, salinité, texture et structure, charge caillouteuse, richesse en calcaire, caractère hydromorphe et vertique.
- l'évaluation des exigences qualitatives des cultures (arboriculture, cultures maraîchères, grandes cultures et cultures industrielles).
- Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation.

### **III.1 Aptitudes culturales**

#### **III.1.1 Les Cultures arbustives**

**B25** : cette catégorie doit avoir une profondeur supérieure a 80 cm, une texture fine, une charge en cailloux inférieure a 30% une hydromorphie très faible, et un taux de calcaire actif inférieur a 12%.

Ces sols conviennent favorablement au pêcher sur prunier st Julie, prunier sur prunier st julien, pommier sur doucin, et figuier

Moyennement pour : les autres cultures

A exclure pêcher sur franc, abricotier sur amandier, amandier sur franc et abricotier sur franc

**B34** : cette catégorie doit avoir au minimum une profondeur supérieure à 50cm, de texture fine, a très grossière une charge caillouteuse inférieure à 30a 50%, une hydromorphie nulle à très faible, une salinité inférieure à 4mmhos/cm, un taux de calcaire actif inférieur à 25%.

Ces sols conviennent moyennement aux cultures du pêcher sur franc, abricotier sur pêcher franc, pêcher sur amandier, abricotier sur amandier,

amandier sur franc, abricotier sur franc, olivier, pommier sur doucin, et figuier et exclure les autres cultures

**B42** : catégorie de sols ayant les caractéristique suivants : une profondeur supérieure a 50 cm, une texture très fine a très grossière, une hydromorphie nulle a très faible, une conductivité électrique inférieure a 7 mmhos/cm, et un taux en calcaire actif inférieur a 25 %.

Ces sols conviennent moyennement pour l'abricotier sur franc, olivier, et figuier à exclure les autres cultures.

### **III.1.2 Les Cultures maraîchères**

**M15** : les sols de cette catégorie doivent avoir une profondeur supérieure à 50cm, une texture fine avec un taux d'éléments grossiers inférieur à 30%, une hydromorphie nulle à très faible et une salinité inférieure à 4mmhos/cm.

Ces sols conviennent pour l'artichaut, l'oignon, le navet, le choux fleur, le choux pommé, l'épinard, la laitue et le fraisier, à exclure la pomme de terre, la carotte, asperge et les primeurs (tomate, piments, poivrons) et conviennent moyennement pour les autres cultures.

**M31**:les sols doivent avoir une profondeur supérieure à 30 cm une texture moyenne, fine a grossière, un taux d'élément grossier inférieur à 30 %, une hydromorphie forte, faible à nulle, et une salure inférieur à 4 mmhos/cm.

Ils conviennent moyennement pour l'oignon, choux-fleurs, laitue, l'ail, l'haricot, et le concombre.

Les cultures artichauts, tomate, aubergine, piment poivrons, et tomate piment, poivron, aubergine primeurs, pomme de terre, carotte, et navet sont à exclure a cause de la charge en cailloux

**M23** : Sol ayant une profondeur supérieure à 50 cm, une texture très grossière, une charge en cailloux inférieure a 30 %, une hydromorphie

nulle à très faible, une salure comprise entre 4 et 7 mmhos/cm. Ils conviennent à l'artichaut et l'oignon, Moyennement pour : la tomate, navet, choux-fleurs, choux pommé, la laitue aubergine, pastèque, melon, et piment poivron. A exclure les autres cultures.

**M25** : Sol ayant une profondeur supérieure à 50 cm, une texture très grossière, une charge en cailloux inférieure à 30 %, une hydromorphie nulle à très faible, une salure inférieure à 7 mmhos/cm.

Ils conviennent moyennement pour l'artichaut, choux-fleurs, choux-pommé, épinard, et fraisier

A exclure les autres cultures

**M43** : Sol ayant des profondeurs supérieures à 30 cm, une texture fine à très fine, une charge en cailloux inférieure à 50 %, une hydromorphie nulle faible ou forte, et salure comprise entre 7 et 16 mmhos/cm

Ces sols conviennent uniquement pour l'artichaut, à exclure les autres cultures.

### ***III.1.3 Les Cultures Céréalières et Fourragères***

**C11** : les sols possèdent une profondeur supérieure à 50cm, avec une texture moyenne à fine, une teneur en éléments grossiers inférieure à 30%, une salure inférieure à 4mmhos/cm, une teneur en calcaire actif inférieur à 25%, une hydromorphie nulle à très faible et une structure favorable sur au moins 50cm.

Ces sols conviennent à toutes les cultures céréalière et fourragères, sauf pour la luzerne qui convient moyennement

**C22** : les sols de cette catégorie présentent une profondeur supérieure à 30cm, une texture grossière à très fine, une teneur en éléments grossiers inférieure à 50%, une hydromorphie forte, une salure inférieure à 7mmho/cm, une teneur en calcaire actif inférieure à 25% et structure favorable au moins sur 50 cm ou défavorable. Ces sols possèdent une aptitude moyenne pour la fétuque, la vesce avoine, le ray-grass, le blé

dur, le blé tendre et l'orge, et ne conviennent pas pour la luzerne, le bersim, le sorgho et le maïs.

**C31** : ces sols présentent une profondeur supérieure à 30cm, une texture grossière, une teneur en éléments grossiers inférieure à 50%, une hydromorphie nulle à très faible, une salure inférieure à 7mmhos/cm, une teneur en calcaire actif inférieure à 25%.

Ils conviennent moyennement pour la fétuque et ray gras à exclure les autres cultures

**C13** : les sols possèdent une profondeur supérieure à 50cm, avec une texture moyenne à fine, une teneur en éléments grossiers inférieure à 30%, une salure inférieure à 4mmhos/cm, une teneur en calcaire actif inférieure à 25%, une hydromorphie nulle à très faible et une structure favorable sur au moins 50cm.

Ces sols conviennent pour fétuque, vesce avoine, ray gras, blé dur, blé tendre, et orge, et conviennent moyennement pour les autres cultures

**C23** : les sols de cette catégorie présentent une profondeur supérieure à 30cm, une texture grossière à très fine, une teneur en éléments grossiers inférieure à 50%, une hydromorphie forte, une salure inférieure à 7mmho/cm, une teneur en calcaire actif inférieure à 25% et structure favorable au moins sur 50 cm ou défavorable.

Conviennent moyennement pour la vesce avoine, le ray-grass, le blé dur, le blé tendre et l'orge, et la fétuque. A exclure les autres cultures.

### ***III.1.4 les Cultures industrielles***

**I12**: les sols de cette catégorie possèdent une profondeur supérieure à 80cm, une texture grossière, moyenne ou, fine, un taux d'éléments grossiers inférieur à 30 %, une hydromorphie nulle ou très faible, une salure inférieure à 4 mmhos/cm et un taux de calcaire actif inférieur à 25%.

Ces sols conviennent pour le betterave, coton et tournesol et moyennement pour le tabac et le lin

**I21** : les sols possèdent une profondeur supérieure à 50cm, tout type de texture, un taux en éléments grossiers inférieur à 30%, une hydromorphie nulle, très faible ou faible, une salure inférieure à 4mmhos/cm et un taux de CaCO<sub>3</sub> actif inférieur à 25%. Ces sols conviennent moyennement à toutes les cultures, mais si la texture est très fine il faut exclure la betterave et le tournesol.

**I23** : les sols possèdent une profondeur supérieure à 50cm, tout type de texture, un taux en éléments grossiers inférieur à 30%, une hydromorphie nulle, très faible ou faible, une salure inférieure à 4mmhos/cm et un taux de CaCO<sub>3</sub> actif inférieur à 25%. Ces sols conviennent moyennement à toutes les cultures.

## **III.2 Les catégories existant dans notre projet**

### **III.2.1 La catégorie B25 I12 C11 M15:**

Il s'agit des sols sans contraintes au préalable, constituant un bon support pour toutes les espèces végétales. Cette catégorie regroupe essentiellement des sols profonds, à texture moyenne à fine, moyennement humifères, faiblement décalcarifiés et une salinité très faible. Nous avons regroupé dans cette catégorie de vocation, les sols peu évolués alluviaux, et les vertisols modaux ou à caractères vertiques peu accentués.

### **III.2.2 La catégorie B34 I12 C11 M 15**

Les sols de cette catégorie peuvent constituer un bon support aussi bien pour les spéculations maraîchères les cultures annuelles, fourragères et industrielles et moyennement pour les espèces arboricoles. Nous avons regroupé dans cette catégorie de vocation les bruns calcaires et les peu évolués vertiques ayant des textures très fines, Il s'agit de sols profonds.

### **III.2.3 La catégorie B34 I21 C13 M23**

Les sols faisant partie de cette catégorie conviennent bien aux cultures céréalière, industrielles, maraîchères et moyennement pour les spéculations arboricoles. Dans cette catégorie nous avons regroupé les sols d'apport et les vertisols. Le déclassement des espèces arboricoles est dû à la présence de la textures fine.

### **III.2.4 La catégorie B42 I21C31 M31**

Cette catégorie de vocation regroupe les sols de bonne qualité pour les cultures céréalières et fourragères, de qualité moyenne pour le maraîchage et de qualité médiocre pour les spéculations arboricoles. Nous avons regroupé dans cette classe les vertisols halomorphes et hydromorphes. L'exclusion des espèces arboricoles est liée à la présence d'un certain nombre de contraintes : texture très fine jointe à une salure et un caractère Hydromorphe.

### **III.2.5 La catégorie I21 C23 M31**

Cette catégorie d'aptitude regroupe les sols qui peuvent constituer un bon support pour les cultures industrielles, céréalières et un support de qualité moyenne pour les cultures maraîchères. Dans cette classe nous avons regroupé les vertisols et les bruns calcaires vertiques.

### **III.2.6 La catégorie I23 C23 M25**

Cette catégorie d'aptitude regroupe les sols peu évolués à caractère vertique et halomorphe. Leur aptitude est bonne pour les cultures céréalières fourragères et industrielles et moyennes pour les cultures maraîchères.

### **III.2.7 La catégorie I23 C31 M43**

Cette catégorie d'aptitude renferme les sols peu évolués à caractère halomorphe. Leur aptitude est moyenne pour les cultures céréalières et industrielles, médiocre pour les cultures maraîchères. Les cultures arboricoles sont à exclure.

### **III.2.8 La catégorie C22 M31**

Cette catégorie d'aptitude renferme les sols bruns calcaires sur croûte et encroûtement convient moyennement pour les cultures céréalières fourragères et maraîchères. La contrainte relevée dans ces sols est la faible profondeur liée à la présence d'une croûte ou encroûtement.

## **III.3 Catégorie des zones homogènes et de mise en valeurs**

### **III.3.1 Evaluation des terres irrigables**

L'importance des ressources en sols vis-à-vis de la vocation agronomique et de l'aptitude des sols pour la pratique de l'irrigation s'effectue moyennant par l'identification des paramètres caractéristiques du sol, l'évaluation de leur importance et de leurs évolutions sous irrigation.

Les principaux paramètres de classement des terres sont : la profondeur du sol, la texture, la salinité, la charge caillouteuse, le drainage et la teneur en calcaire.

Le classement des terres à l'irrigation s'articule aussi sur l'évaluation et le jugement de l'importance des insuffisances qui les affectent. La hiérarchisation de ces insuffisances de mise en valeur en allant des plus contraignantes (facteurs limitant) jusqu'à celles dont l'incidence demeure limitée (contraintes).

Les insuffisances en sols seront identifiées et ordonnées selon leur

niveau d'importance et les possibilités d'amélioration envisageables moyennant certains aménagements. Dans cette optique ces insuffisances peuvent être classées en deux catégories :

- **Facteurs limitant** : on appelle facteur limitant l'insuffisance difficilement modifiable par l'intervention de l'homme ou celle dont la correction nécessite des investissements très importants. Ces facteurs limitant concernent les paramètres suivants : profondeur du sol faible à très faible, hydromorphie permanente (marécage) et / ou excès d'eau temporaire et salure élevée à très élevée.
- **Contraintes de mise en valeur** : Ce sont des caractéristiques défavorables et intrinsèques au sol et sont susceptibles à des modifications ou des traitements par l'homme moyennant d'investissements limités. Ces contraintes de mise en valeur concernent les caractéristiques suivantes : caractère Hydromorphe de surface pouvant gêner la pratique des travaux culturaux, charge caillouteuse importante, salure d'intensité moyenne à faible, texture défavorable, et teneur en calcaire élevée nécessitant l'utilisation d'espèces résistantes.

En définitif, l'étendue géographique de l'unité morpho pédologiques et son affectation par une ou plusieurs de ces insuffisances (facteurs limitant et/ou contraintes de mise en valeur) lui permet de s'imbriquer dans une classe d'aptitude à l'irrigation.

### ***III.3.2 Classement des terres à l'irrigation***

A cet égard, les classes d'aptitudes à l'irrigation sont obtenues moyennant à la fois l'utilisation du classement et les caractéristiques de l'unité morpho pédologique.

Quatre catégories d'aptitudes à l'irrigation ont été identifiées :

➤ **Catégorie I : 1016 ha**

Potentialités en sol très favorables, permettant une mise en valeur hautement productive sans aménagement au préalable, aptitude à l'irrigation très élevée, sols ne présentant pas de facteur limitant ni de contraintes majeur, où les sols sont profonds, des taux de calcaires faibles à très faibles, une texture ni trop fine ni trop grossière et une salinité insignifiante  $< 2$  dS/cm.

➤ **Catégorie II : 3397 ha**

Potentialités en sol favorables, permettant d'obtenir une production satisfaisante malgré la présence de certaines contraintes mineures, aptitude à l'irrigation élevée, les sols sont profonds avec des taux de calcaire moyen entre 7 et 12 %, une texture moyennement fine et une salinité  $< 4$  dS/cm

➤ **Catégorie III : 4423 ha**

Potentialités en sol de qualité moyenne, correspondant à des ressources édaphiques présentant certaines contraintes, avec possibilité d'amélioration moyennant la pratique de certains travaux d'aménagement, aptitude à l'irrigation moyenne. Les sols sont moyennement profonds, des taux de calcaires variant entre 12 et 25 %, des textures fines générant ainsi que des caractères de vertiques et une salinité oscillant entre 4 et 7 dS/m.

➤ **Catégorie IV : 550 ha**

Potentialités en sol marginales correspondant à des sols à facteurs limitant pour une mise en valeur en irrigué, aptitude médiocre à l'irrigation. Les sols pouvant avoir des profondeurs faibles, une texture très fine ou très grossière, un taux de calcaire élevé et une salinité pouvant dépasser les 16 dS/m.

### **III.3.3 Inventaire des terres irrigables**

Sur la base de l'inventaire des ressources en sol du périmètre et moyennant l'application du classement quatre catégories de classe de terre aptes à l'irrigation, ont été identifiées.

Les catégories I, II et III ont une superficie globale de **9386 ha**, les terres de la catégorie IV de qualité médiocre à l'irrigation ont une superficie de **550** soit les **6 %** de la surface de l'aire étudiée.

**Tableau III-1 : Inventaire des terres irrigables**

Catégorie des terres	Superficie (ha)	Importance %
I	1016	11
II	3397	36
III	4423	47
IV	550	6
TOTAL	9386	100

Source : Etude de la phase I de M'Léta

### **III.4 les eaux usées traitées en agriculture irriguée**

La pénurie d'eau est un fait largement reconnu dans la région d'Oran, où les ressources accessibles en eau douce sont mobilisées pour l'alimentation en eau potable, par conséquent il est normal de se tourner vers des ressources non conventionnelles.

Cependant en raison de la nature variable de la composition de cette eau sa réutilisation devrait être gérée soigneusement, surveillée et contrôlée par des spécialistes, afin de minimiser les risques et menaces potentiels sur les usagers, le sol, l'eau souterraine, les cultures irriguées ainsi que sur l'environnement.

### **III.4.1 Evaluation de la qualité de l'eau usée traitée pour l'irrigation**

L'eau usée est unique du point de vue composition, pour cette raison les constituants physiques chimiques et biologiques doivent être pris en considération.

#### ➤ **Critères de qualités des eaux usées pour l'irrigation**

Les caractéristiques de qualité chimique et physique sont identiques pour n'importe quelle eau d'irrigation. A cet égard, les directives générales présentées dans le tableau III-2 peuvent être employées pour évaluer l'eau usée traitée à des fins d'irrigations

- ✓ **Salinité** : dans la plupart des pays, l'eau utilisée pour l'approvisionnement est l'eau ayant la meilleure qualité disponible et elle est de faible salinité. Cependant en condition de pénurie d'eau, la salinité peut être un problème.

**Tableau III-2 : Directives pour l'interprétation de la qualité d'eau pour l'irrigation**

Problèmes potentiels en irrigation	degrés de restriction à l'usage			
	unités	aucun	léger à modéré	Sévère
<b>Salinité</b>				
<b>EC w</b>	dS/m	< 0,7	0,7-3	> 3
<b>TDS</b>	mg/l	< 450	450-2000	> 2000
<b>Infiltration</b>				
<b>SAR<sup>2</sup> = 0,3 et ECw =</b>	dS/m	> 0,7	0,7-0,2	< 0,2
= 3-6		> 1,2	1,2-0,3	< 0,3
= 6-12		> 1,9	1,9-0,5	< 0,5
= 12-20		> 2,9	2,9-1,3	< 1,3
= 20- 40		> 5	5-2,9	< 2,9
<b>Toxicité Spécifique des ions</b>				
<b>Sodium (Na)</b>				
irrigation de surface	SAR	< 3	3-9,0	> 9
irrigation par aspersion	meq/l	< 3	> 3	
<b>Chlorure (Cl)</b>				

irrigation de surface	meq/l	< 4	4-10,1	> 10
irrigation par aspersion	meq/l	< 3	> 3	
<b>Bore ( Br. )</b>	meq/l	< 0,7	0,7-0,3	> 3
<b>Azote ( NO<sub>3</sub>-N )<sup>3</sup></b>	mg/l	< 5	5-30,1	> 30
<b>Bicarbonate ( HCO<sub>3</sub> )</b>	meq/l	< 1,5	1,5-8,5	> 8,8
<b>PH</b>	Gamme normale 6,5-8,4			

Source FAO 1985

EC<sub>w</sub> : conductivité électrique en deciSiemens par mètre à 25°  
(1 dS /m =640 mg/l)

SAR : taux d'adsorption de sodium

NO<sub>3</sub>-N : l'azote sous forme de nitrate rapporté en terme d'azote élémentaire

Afin de surmonter le problème de la salinité, le plus important doit être donné aux approches suivantes :

1. choix des cultures tolérantes à la salinité de l'eau usée (voir tableau III-3)
2. choix des cultures tolérantes au sel ayant la capacité d'absorber des quantités élevées de sels tel que le Sudax (hybride de l'orge), le sorgho, et l'orge
3. choix d'un système d'irrigation permettant une application uniforme de l'eau
4. Lessivage, mais il est recommandé de cultiver des cultures consommatrices de sels
5. drainage

**Tableau III-3 : Tolérance à la salinité de quelques plantes cultivées**

Conductivité électrique de l'eau d'irrigation ( dS/m,mg/l )					
< 2 dS/m	2-3,0	3-4,0	4-5,0	5-7,0	> 7
< 1280 mg/l	1280-1920	1920-2560	2560-3200	3200-4480	> 4480
Citrus	Figues	Sorgho	Soja	Carthame	coton
Pommes	Olives	Arachide	palmier dattier	Blé	orge
Pêche	Brocoli	Riz	Phalaris aquatique	Betterave	agropyrum
Raisin	Tomate	Betterave	Trèfle	sucrière	
Fraise	Concombre	fêtuque	Artichauts	Ray Grass	
pomme de terre	Cantaloup			Orge	
Poivron	Pastèques			Chiendent	
Carottes	Epinard			Sudax (sorgho	
Oignons	Vesce Avoine			hybride	
Haricot	Sorgho du soudan				
Mais	Luzerne				

Source FAO 1985

### ✓ **Alcalinité**

La dispersion de la phase colloïdale du sol, la stabilité des agrégats, la structure du sol et la perméabilité à l'eau sont toutes très sensibles aux types d'ions échangeables présents dans l'eau d'irrigation. L'augmentation de l'alcalinité du sol, qui peut se produire avec l'eau usée traitée à cause de la concentration élevée en Na réduit la perméabilité du sol, toute fois les solutions suivantes sont recommandées :

1. Amendement chimiques, l'utilisation d'amendement calcique, tel que le gypse est largement admise pour l'amélioration des sols ayant un pourcentage élevé en Na par rapport a la CEC
2. système d'irrigation adapté, la formation de croûte en surface de sol est le résultat d'une irrigation avec une eau à SAR élevé

3. Matière organique l'addition de la paille ou d'autres déchets végétaux et du fumier peuvent être aussi une source de stabilité

### ***III.4.2 Aspects environnementaux associés à l'utilisation des eaux usées en irrigation***

#### **➤ Avantages**

Lorsque l'eau usée est utilisée correctement à des fins agricoles, l'environnement peut être amélioré, voici quelque avantage :

- ✓ La suppression de rejet en eaux de surface, prévient l'éventualité de situation désagréable, de condition anaérobie dans les cours d'eau et l'eutrophisation des lacs et réservoirs
- ✓ la sauvegarde des ressources en eaux souterraines dans les zones de surexploitation de ces ressources pour l'agriculture
- ✓ possibilité de conservation des sols et de leur amélioration

#### **➤ Effet négatif potentiel sur l'environnement**

L'utilisation d'eau usée pour l'agriculture peut aussi avoir des effets négatifs sur l'environnement et sur la santé humaine, les principaux dangers pour l'environnement associés à l'eau usée sont :

- ✓ l'introduction des produits chimiques dans des écosystèmes sensible
  - ✓ propagation des microorganismes pathogènes
- ❖ Effet sur le sol : ces impacts sont d'importance particulière pour les agriculteurs puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres, les problèmes prévus au niveau du sol sont :
- la salinisation
  - l'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol
  - l'accumulation d'éléments potentiellement toxiques
  - l'accumulation de nutriments

- ❖ Effet sur les eaux souterraines : dans certaines conditions, les effets sur les eaux souterraines sont plus importants que les effets sur le sol. La pollution des eaux souterraines est donc possible.
- ❖ Effet sur les eaux de surface
- ❖ Effet sur les cultures : l'eau usée peut créer une toxicité due à une concentration élevée de certains éléments comme le Bore et quelques métaux lourds
- ❖ Effet sur la santé animale : l'eau usée peut être utilisée pour abreuver les animaux si elle répond aux directives reprises dans le tableau ci-dessous

**Tableau III-4 : Directives pour des niveaux de substances toxiques dans l'eau de boisson du bétail (Académie nationale des Sciences 1972)**

<b>Constituants</b>	<b>limite supérieure mg/l</b>
<b>Aluminium</b>	5
<b>Bore</b>	5
<b>Cadmium</b>	0,05
<b>Chrome</b>	1
<b>Cobalt</b>	1
<b>Cuivre</b>	0,5
<b>Fluor</b>	2
<b>Fer</b>	Non nécessaire
<b>Manganèse</b>	0,05
<b>Mercure</b>	0,01
<b>Nitrate +nitrite</b>	100
<b>Nitrite NO<sub>2</sub> - N</b>	10
<b>Sélénium</b>	0,05
<b>Vanadium</b>	0,1
<b>Zinc</b>	24
<b>Plomb</b>	0,1

Source FAO 1985

### III.4.3 Interprétation des résultats physico-chimiques

Les eaux résiduaires urbaines brutes contiennent des matières organiques surtout de caractère biodégradables et des matières minérales. A ceci viennent s'ajouter des microorganismes susceptibles de dégrader les matières organiques.

Les concentrations moyennes d'eaux usées obtenues au niveau de la cheminée Petit Lac d'Oran (20.07.2002) sont données par le tableau ci-dessous.

**Tableau III-5 : Rejets d'eaux usées Cheminées Petit Lac Oran**

N° Laboratoire	37268	37269	37269	37269	37269	
Date de prélèvement	20/ 07/2002	20 /07/2002	20/ 07/2002	20 /07/2002	2/07/2002	
Heures de prélèvement	06h00	09h00	12h00	15h00	18h00	Conc, Moy
Autres Indications	Eau brute	Eau brute	Eau brute	Eau brute	Eau brute	(mg/l)
Température (°C)	24,5	25,3	26,6	26,4	26,4	<b>25,85</b>
Conductivité (µS/cm)	2310	3100	3300	3100	4200	<b>3202</b>
pH in situ	7,90	8,20	7,70	7,70	7,80	<b>7,90</b>
DCO (mg/l)	180,00	810,00	1350,00	760,00	1030,00	<b>826,00</b>
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	86,60	389,00	756,20	289,00	535,80	<b>411,35</b>
DCO décantée (mg/l)	160,00	570,00	870,00	530,00	790,00	<b>584,00</b>
DBO <sub>5</sub> décantée (mg/l)	57,80	205,40	348,20	201,60	284,60	<b>219,50</b>
Rapport (DCO/DBO <sub>5</sub> )	2,08	2,08	1,79	2,63	1,92	<b>2,10</b>
P total (mg/l)	7,50	26,75	37,50	33,75	26,75	<b>26,45</b>
MES (105 °C) (mg/l)	43,00	63,00	489,00	253,00	559,00	<b>281,40</b>
MES (600 °C) (mg/l)	22,00	40,00	212,00	182,00	310,00	<b>153,20</b>
NTK décantée (mg/l)	27,10	93,50	77,60	101,00	67,00	<b>73,25</b>
Chrome (Cr) (mg/l)	0,073	0,121	0,164	0,811	0,847	<b>0,41</b>

Source : Etude de la phase I de M<sup>3</sup>Léta

L'analyse de ce tableau montre que :

- le pH moyen est de 7,90 il se situe dans la zone optimale de 6 à 8 d'activité des microorganismes, prévue pour la plupart des procédés biologiques.
- rapport moyen (DCO/DBO<sub>5</sub>) est de 2,10, selon la Norme NF U 44-04 de juillet 1985, pour les effluents urbains à prédominance domestique, ce rapport doit être inférieure ou égale à 2,5 donc la biodégradabilité des matières organiques présentes dans les eaux usées examinées est confirmée;
- un taux de l'Azote Kjeldhal Total : 17 % de la DBO<sub>5</sub>,
- la présence d'une forte pollution phosphorée (P Totale : 26,45 mg/l), qui est très largement au dessus de la fourchette habituellement rencontrée pour ce type d'eau, soit 4 et 15 mg/l. L'origine de cette pollution est due non seulement aux rejets domestiques (secrétions humaines, utilisation des produits nettoyants), mais aussi aux effluents générés par certaines activités industrielles (agro-alimentaires en général) telles que les laiteries, les limonades les conserveries, lavage des bouteilles (Utilisation des nettoyants), sans écarter l'hypothèse d'utilisation abusive des engrais à base de phosphore ou traités par certains pesticides par les agriculteurs.
- la teneur de la conductivité de l'effluent brut examiné, varie entre 3,336  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 3,710  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , soit atteignant un taux de salinité oscillant entre 2,5 g/l et 2,80 g/l environ du 29.04.2002 au 04.05.2002, alors que celles obtenues le 20.07.2002 varie de 2,310 à 4,200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  soit 3,202  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en moyenne, soit un taux de salinité de 2,4 g/l environ. Cette forte teneur semble être liée à la qualité médiocre de l'eau de distribution de l'aire d'étude.

### III.4.4 Objectif de traitement

L'objectif de traitement des eaux usées du groupement urbain de la ville d'Oran est d'atteindre les principales valeurs récapitulées dans le tableau III-6 :

**Tableau III-6 : Paramètres objectifs du traitement (qualité de l'eau épurée)**

Paramètre	Concentration maximale au moins 340 j/an	concentration maximale au plus 25 j/an
DBO5	25 mg/l	85 mg/l
DCO	125 mg/l	50 mg/l
MES	35 mg/l	250 mg/l

Source : DAO STEP D'Oran

Le tableau III-7 représente les caractéristiques des eaux épurées à la sortie de station d'épuration :

**Tableau III-7 : Niveaux de rejet pour les matières en suspension (MES) et Matières oxydables (M.O)**

Niveaux (3)	Matières décantables (mg/l)	Matières en suspension totales (MEST) (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)
(d)	--	120	120 (2)	40 (2)
(e)	--	30	120	40
(f)	--	20	80	20

Source : DAO STEP D'Oran

D'après les normes françaises.

(3): Sur échantillon filtré.

(d) : traitement complet (traditionnel);

(e) : traitement complet avec nitrification partielle de l' $\text{NH}_3$  ;

(f) : traitement complet assorti d'un traitement tertiaire (Affinage).

En comparant les résultats du tableau III-6 avec les normes données dans le tableau III-7, on remarque que les concentrations maximales  $\geq 340$  jours/an sont bien adaptées aux normes de rejet.

## **Conclusion**

Les sols de la plaine de Mléta possèdent des caractéristiques physico-chimiques appréciables, dominés par certains traits pédologiques qui leurs confèrent la particularité d'être des sols lourds et moyennement salés.

Quatre classes de mise en valeur ont été identifiées il s'agit des I, II, III, IV avec des superficies respectives de 1016, 3397 – 4423 et 550 ha ;

Les travaux d'aménagements à prévoir dans cette zone d'étude sont l'épierreage, labour profond, amendements minéraux et organiques, drainage et le lessivage.

L'aptitude culturale de ces sols montre que ces derniers conviennent principalement pour les cultures céréalières, fourragères, les cultures industrielles et moyennement pour les espèces arboricoles à cause de la texture fine et de la salinité.

La mise en valeur des sols du périmètre en irrigué doit tenir compte de l'ensemble des caractéristiques intrinsèques des sols, limitant leurs utilisations à des spéculations bien adaptées au contexte des lieux. De même, elle doit prendre en considération à la fois la qualité des eaux d'irrigation et l'évolution de la couverture pédologiques sous irrigation. Cependant et en se référant aux différentes caractéristiques des sols du périmètre, l'essentiel des contraintes peut être résumé comme suit :

- ✓ Texture moyennement fine à très fine des sols donnant ainsi des caractères vertiques.
- ✓ La présence des sels à différentes profondeurs, et mêmes des taux

de sodiums moyennement élevés dans certaines unités.

- ✓ L'apparition du caractère de salure affectant les horizons de profondeur et de surface de certaines unités de vertisol et de sols d'apports et un taux de sodium assez élevé.

Sur la base de cet inventaire, les aménagements suivants sont proposés :

- ✓ la pratique d'un défoncement ou d'un labour profond pour les sols présentant un contraste textural afin de permettre d'homogénéiser la texture et par conséquent d'améliorer les caractéristiques physiques et hydriques des sols.
- ✓ Lessivage des sels pour éviter la dégradation de la structure et l'engorgement des sols et par conséquent assurer le bon développement racinaire des cultures à installer.
- ✓ Drainage et assainissement des sols lourds tels que les vertisol et les sols ayant des textures très fines ainsi que des sols à caractère salin.

## **Introduction**

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

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.

### **IV.1 Evapotranspiration des cultures**

#### **IV.1.1 Définitions**

##### **IV.1.1.1. Evapotranspiration**

Nous appelons évapotranspiration, la quantité d'eau consommée, qui comprend d'une part l'eau transpirée par la plante, d'autre part l'évaporation directe à partir du sol, la dernière n'est importante que dans le cas de couverts végétaux discontinus.

##### **IV.1.1.2. Evapotranspiration potentielle (ETP ou ET0)**

c'est en principe la valeur maximale possible de l'évapotranspiration dans des conditions climatiques données, cette définition se heurte à certaines difficultés d'interprétation, nous considérons plutôt dans la pratique l'évapotranspiration potentielle comme une référence et nous la définissons comme étant l'évapotranspiration d'un couvert végétal bas, homogène dont l'alimentation en eau n'est pas

limitant et qui n'est pas soumis à aucune limitation d'ordre nutritionnelle, physiologique ou pathologique . Nous employons couramment le terme « ETP » pour désigner la valeur approchée de l'évapotranspiration potentielle obtenue par calcul à partir d'une formule d'estimation fondé sur des données climatiques .l'ETP ainsi définie est considérée comme une donnée climatique, c'est-à-dire que les facteurs culturaux n'interviennent pas dans son estimation.

#### ***IV.1.1.3. Evapotranspiration maximale (ETM ou ETC)***

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

$$ETM=K*ETP$$

Avec K coefficient cultural qui dépend :

- de la culture
- du stade végétatif

#### ***IV.1.1.4. Evapotranspiration réelle (ETR)***

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

Ainsi donc :

$$ETR \leq ETM$$

### **IV.1.2 Facteurs influençant l'ETP**

Nous pouvons résumer les principaux facteurs influençant l'ETP d'une surface donnée comme suit :

#### **IV.1.2.1 Facteurs dépendant du climat**

- Le rayonnement solaire, qui est la principale source d'énergie reçue directement par la surface ;
- Le déficit de saturation de l'air, dont le gradient détermine le flux de vapeur d'eau dans l'atmosphère ;
- Le vent, qui accentue les effets du déficit de saturation, en augmentant les coefficients d'échange turbulent pour la vapeur d'eau et pour la chaleur ;
- la température de l'air, qui commande en partie ce déficit de saturation.

#### **IV.1.2.2 Facteurs dépendant de la surface**

- L'albédo, qui dépend surtout de la nature du couvert végétal, mais qui varie également un peu en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement sur la surface ;
- La rugosité du couvert ; qui a en général pour effet une augmentation de l'évapotranspiration (augmentation de la surface foliaire soumise à l'évaporation) si le déficit de saturation et le vent sont importants. Mais elle peut aussi avoir l'effet contraire dans des conditions de plus forte humidité (diminution du gradient d'humidité atmosphérique au voisinage des feuilles supérieures).

### **IV.1.3 Mesure de l'ETP**

Bien que l'ETP soit souvent considérée comme une donnée climatique, sa mesure se fait sur un couvert végétal. On appelle évapotranspiromètre l'installation utilisée pour cette mesure : il s'agit d'une cuve enterrée placée au milieu d'une parcelle irriguée, qui sert d'anneau de

garde, et dans laquelle on reconstitue un sol recouvert de la même culture dans les mêmes conditions. La culture dans la cuve est arrosée avec un léger excès d'eau, et l'eau de drainage est récupérée au moyen d'un tuyau se déversant dans un bac de récupération.

La détermination de l'ETP à partir des mesures sur évapotranspiromètre se fait par différence entre les apports et les pertes, elle se calcule par la formule suivante :

$$\text{ETP} = \text{pluie} + \text{irrigation} - \text{drainage} \pm R$$

#### **IV.1.4 Estimation de l'ETP**

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'ETP, il est presque toujours préférable de recourir à des méthodes d'estimation. On dispose en effet actuellement de formules et de méthodes suffisamment variées, et adoptées à différents climats, de plus une bonne estimation vaut mieux qu'une mauvaise mesure.

##### ➤ **La méthode de Blaney-Criddle**

$$ET_0 = P (0,46 T_m + 8)$$

$ET_0$  : Evapotranspiration potentielle (mm/jour)

P : pourcentage moyen journalier de la durée ; P dépend de la latitude de la station météorologique,

Pour obtenir  $ET_0$  mensuelle (mm/mois), il suffit de multiplier par le nombre de jours par mois.

La méthode de Blaney-Criddle est simple, elle utilise des données mesurées sur la température uniquement. Cependant, cette méthode n'est pas très précise, elle fournit une estimation grossière ou encore un ordre de grandeur de la valeur réelle de l'évapotranspiration notamment dans des conditions climatiques extrêmes.

➤ **La méthode de Penman-Monteith**

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

Où :

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

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

$Rn$  : 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.

C'est la méthode d'évaluation théorique de l'ETP la plus précise mais, en contre partie de sa précision cette formule comporte un grand nombre de paramètre.

Le calcul effectué par la méthode de Penman-Monteith recommandée par la FAO a été fait à l'aide du logiciel CROPWAT 8 pour Windows version 8.0 de la FAO, qui est la dernière version de CROPWAT pour Windows.

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

Température : Les températures moyennes sont données en degré Celsius.

Humidité de l'air : L'humidité relative de l'air exprimé en pourcentage de (10 à 100).

Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation de (1 à 20).

Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/sec de (0 à 10).

La station météorologique source de données pour le calcul de l'ETP est la station d'Oued Tlelat.

Les calculs de l'ETP à l'aide de ces différentes formules ont donné les résultats suivants :

**Tableau IV-1 : Résultats des calculs d'ETP de la zone du projet selon la formule utilisée (en mm)**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juit	Aou	Sep	Oct	Nov	Dés	Total
<b>ETP BLANEY CRIDDLE</b>	93	96	121	133	160	177	194	186	156	132	103	93	1 644
<b>ETP PENMAN-MONTEITH</b>	58	66	102	137	159	169	188	199	145	96	50	54	1 423
<b>ETP moyenne</b>	76	81	112	135	160	173	191	192	151	114	77	74	1 534

Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

Les résultats de ces calculs sont confirmés par la carte algérienne des ETP sur laquelle nous pouvons voir que la zone du projet se trouve dans l'intervalle 1400-1500 mm d'ETP.

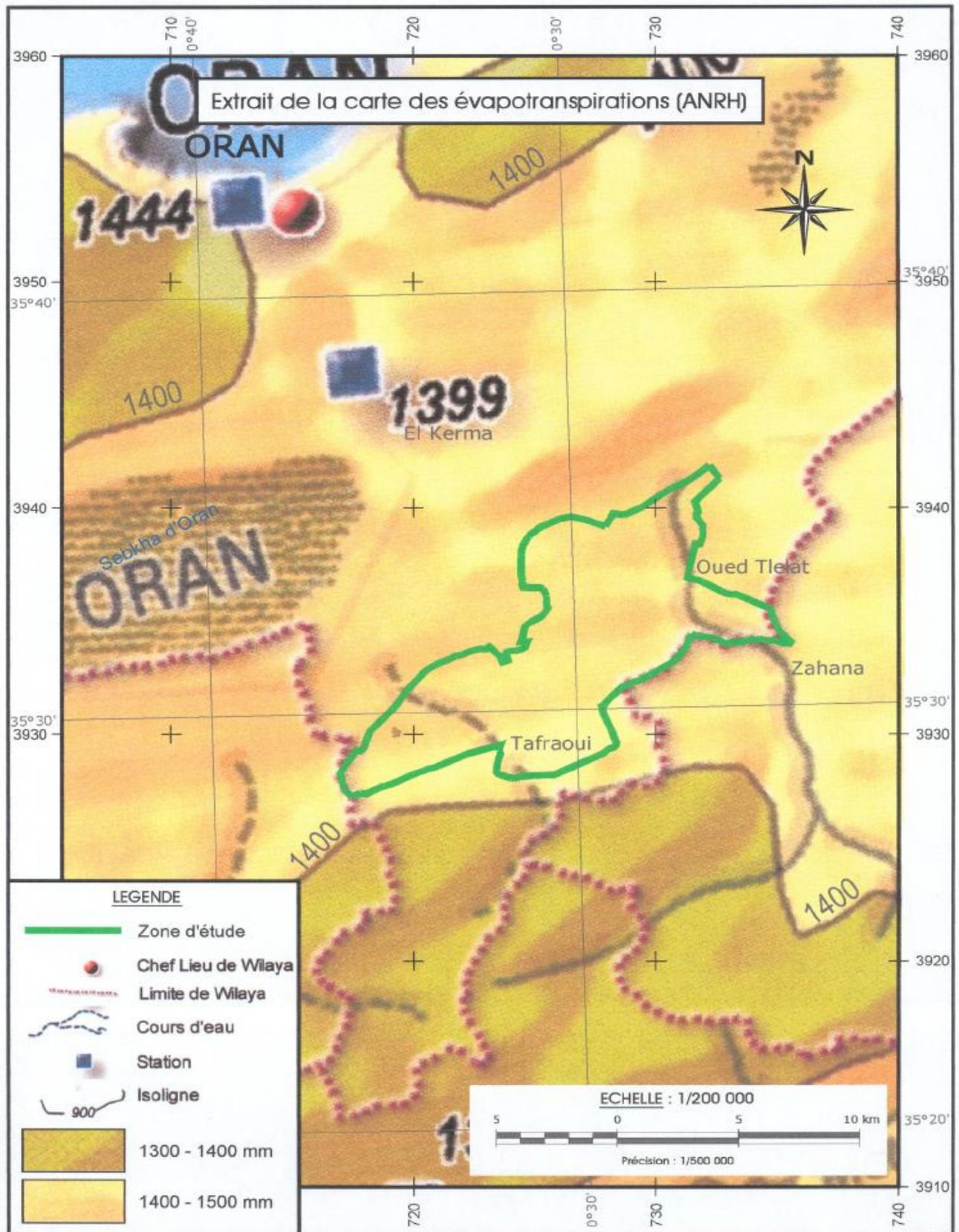


Figure IV-1 : Extrait de la Carte d'évapotranspiration

### **IV.1.5 Calcul de l'évapotranspiration**

Le calcul de l'évapotranspiration à été réalisé selon la méthode Penman Monteith (le calcul se fait par le Logiciel CROPWAT version 8.0).

Le résultat de ce calcul est donné dans le tableau IV-2

**Tableau IV-2 : Evapotranspiration en mm/jours**

mois	Temp moy	Humidité	Vitesse de vent	Insolation	Radiation	ETo
	°C	%	km/jr	Heurs	MJ/m <sup>2</sup> /jr	mm/jr
<b>Jan</b>	11,1	77	251	6,2	18,3	2,54
<b>Fev</b>	12,1	75	233	7,3	20,7	2,92
<b>Mar</b>	14,1	74	268	7,9	21,9	3,33
<b>Avr</b>	15,9	68	372	9,2	23,3	4,02
<b>Mai</b>	18,8	69	328	9,7	22,8	4,23
<b>Jun</b>	22,6	67	302	10,7	23,3	4,85
<b>Juil</b>	25,1	66	311	10,7	23,6	5,39
<b>Aou</b>	25,9	66	328	10	23,8	5,68
<b>Sep</b>	22,8	66	251	8,9	23,1	4,92
<b>Oct</b>	19,6	71	233	7,2	20,5	3,94
<b>Nov</b>	15	77	121	6,3	18,6	2,86
<b>Dec</b>	12,1	79	259	5,9	17,36	2,5
<b>moyen</b>	17,9	71	271	8,3	21,5	3,93

### **IV.2 Traitement des données pluviométriques**

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique a été faite (Chapitre I). Pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous proposons quelques définitions des précipitations :

### **IV.2.1 Précipitation moyenne mensuelle**

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevés pluviométriques. Elle est utilisée pour le calcul des besoins eau des cultures lorsque nous voudrions représenter les conditions climatiques moyennes.

### **IV.2.2 Précipitation en année humide, normale ou sèche**

Une année humide, normale ou sèche est définie par la pluie ayant une probabilité de dépassement respective de : 20, 50 et 80%. Les précipitations en année normale (probabilité de 50%) sont, d'une manière générale représentée par les précipitations moyennes.

### **IV.2.3 Précipitation de projet**

La quantité de précipitations sur laquelle on peut compter quatre années sur cinq, correspond à une probabilité de 80% et représente une année "normale" sèche. La précipitation ayant une probabilité de dépassement de 80% est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent précipitation de projet.

#### **➤ Calcul de la pluie efficace**

Pour tenir compte des pertes, le programme Cropwat 8.0, 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.

Le programme de cropwat version 8.0 permet de calculer la pluie efficace avec 5 méthodes sont les suivants :

- Fixed percentage 80%
- Dependable rain (FAO/AGLW formula)
  - ✓  $P_{\text{eff}} = 0,6 \times P_{\text{dec}} - 10/3$  for  $P_{\text{mon}} \leq 70 \text{ mm}$
  - ✓  $P_{\text{eff}} = 0,8 \times P_{\text{dec}} - 24/3$  for  $P_{\text{mon}} > 70 \text{ mm}$

➤ Empirical formula

$$\checkmark P_{\text{eff}} = 0,5 \times P_{\text{dec}} + (-5)/3 \quad \text{for } P_{\text{mon}} \leq 50 \text{ mm}$$

$$\checkmark P_{\text{eff}} = 0,7 \times P_{\text{dec}} + 20/3 \quad \text{for } P_{\text{mon}} > 50 \text{ mm}$$

➤ USDA soil conservation service

$$\checkmark P_{\text{eff}} = (P_{\text{dec}} \times (125 - 0,6 \times P_{\text{dec}})) / 125 \quad \text{for } P_{\text{mon}} \leq 250 \text{ mm}$$

$$\checkmark P_{\text{eff}} = 125 / 3 + 0,1 \times P_{\text{dec}} \quad \text{for } P_{\text{mon}} > 250 \text{ mm}$$

➤ Rainfall not considered in irrigation calculations

(effective rainfall = 0)

Le calcul de la pluie efficace à été réalisé selon la méthode Fixed percentage 80%

Avec:

$P_{\text{eff}}$  : Pluie annuelle efficace en (mm/mois).

$P_{P\%}$  : Pluie annuelle de probabilité de dépassement de 80%, en (mm/mois).

Les valeurs mensuelles de  $P_{\text{eff}}$  sont regroupées dans le tableau IV-3

**Tableau IV- 3 : Précipitations efficaces dans la zone de projet**

mois	pluie	pluie eff
	mm	mm
<b>Janvier</b>	44,0	35,2
<b>Février</b>	40,0	32,0
<b>Mars</b>	48,0	38,4
<b>Avril</b>	32,0	25,6
<b>Mai</b>	25,0	20,0
<b>Juin</b>	4,0	3,2
<b>Juillet</b>	1,3	1,0
<b>Août</b>	3,0	2,4
<b>Septembre</b>	12,0	9,6
<b>Octobre</b>	22,0	17,6
<b>Novembre</b>	57,0	45,6
<b>Décembre</b>	44,0	35,2
<b>Total</b>	3323	265,8

### ***IV.3 Généralités et rapport sur les paramètres influençant le coefficient cultural $K_c$***

Le coefficient cultural c'est le pont de transition obligatoire entre l'ETP et l'ETC qui est le paramètre qui nous intéresse le plus dans la vue globale calculée.

Sans doute que les facteurs qui influent le plus sur la valeur du coefficient cultural sont les caractéristiques de la culture :

L'importance des variations entre grands groupes de cultures tient en grande partie à la différence des mécanismes mis en œuvre par les végétaux pour résister à la transpiration, comme par exemple la fermeture des stomates pendant le jour (ananas) ou la qualité cireuse des feuilles (agrumes). En outre les différences de hauteur et de rugosité des cultures, du coefficient de réflexion et de couvert du sol entraînent les variations de l'ETC mise en évidence.

Aussi la date de plantation ou de semis de la culture influe sur la durée de la saison végétative, la rapidité avec laquelle la culture se développe pour couvrir complètement le sol et atteindre le degré de la maturité.

Le développement de la culture suivra également un rythme différent.

Sans oublier que pour la même culture, complètement développée, la relation d'ETC à ETP, soit  $K_c$ , n'est pas constante mais change suivant les conditions climatiques. Par rapport à l'ETP, l'évaporation de la culture est plus élevée sous des climats chauds, venteux et secs que sous des climats frais, calmes et humides.

Dans les tableaux suivants, on a des valeurs de  $K_c$  des cultures de plein champ et de cultures maraîchers pour les deux phases principales de la croissance végétale et des conditions climatiques dominantes.

**Tableau IV-4 : Valeurs de Kc de cultures de plein champ et de cultures maraîchers pour les deux phases principales de la croissance végétale et des conditions climatiques dominantes**

cultures	Humidité %	>70		<70	
	Vent m/s	0-5	5-8	0-5	5-8
	Phase de développement				
Artichauts	3	0,95	0,95	1,0	1,05
	4	0,9	0,9	0,95	
Orge	3	1,05	1,1	1,15	
	4	0,25	0,25	0,20	
Mais (doux)	3	1,05	1,1	1,15	
	4	0,95	1,0	1,05	
Mais (grains)	3	1,05	1,1	1,15	1,2
	4	0,55	0,55	0,6	0,6
Crucifères (choux, choux-fleurs)	3	0,95	1,0	1,05	1,1
Brocolis, chou de Bruxelles)	4	0,80	0,85	0,9	0,95
Concombre	3	0,9	0,9	0,95	1,0
Culture potagère	4	0,7	0,7	0,75	0,8
Lin	3	1,0	1,05	1,1	1,15
	4	0,25	0,25	0,20	0,20
Céréales	3	1,05	1,1	1,15	1,2
	4	0,3	0,3	0,25	0,25
Melons	3	0,95	0,95	1,0	1,05
	4	0,65	0,65	0,75	0,75

<b>Avoines</b>	<b>3</b>	1,05	1,1	1,15	1,2
	<b>4</b>	0,25	0,25	0,2	0,2
<b>Oignon (sec)</b>	<b>3</b>	0,95	0,95	1,05	1,1
	<b>4</b>	0,75	0,75	0,8	0,85
<b>Oignon (vert)</b>	<b>3</b>	0,95	0,95	1,0	1,05
	<b>4</b>	0,95	0,95	1,0	1,05
<b>Pommes de terre</b>	<b>3</b>	1,05	1,1	1,15	1,2
	<b>4</b>	0,7	0,7	0,75	0,75
<b>Sorgho</b>	<b>3</b>	1,0	1,05	1,1	1,15
	<b>4</b>	0,5	0,5	0,55	0,55
<b>Tomate</b>	<b>3</b>	1,05	1,1	1,2	1,25
	<b>4</b>	0,6	0,6	0,65	0,65
<b>blé</b>	<b>3</b>	1,05	1,1	1,15	1,2
	<b>4</b>	0,25	0,25	0,2	0,2

Source : « Les besoins en eau des cultures Bulletin de la FAO (1977) »

Avec :

3 : à mi-saison

4 : à la récolte

#### ***IV.4 Calendrier d'occupation des sols***

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

**Tableau IV-5 : Calendrier d'occupation des sols**

cultures	jan	fév	mar	avril	mais	juin	juill	aout	sep	oct	nov	dec
<b>CEREALE</b>												
<b>Blé dur</b>		—	—	—	—	—					—	—
<b>l'orge</b>			—	—	—	—						
<b>Vesce-avoine</b>	—	—	—								—	—
<b>Maïs</b>						—	—	—	—	—		
<b>PRAIRE</b>												
<b>sorgho</b>					—	—	—	—	—			
<b>bersim</b>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>MARAICHAGE</b>												
<b>tournesol</b>				—	—	—	—	—				
<b>oignons</b>				—	—	—	—	—				
<b>pomme de terre</b>				—	—	—	—	—				
<b>carotte</b>				—	—	—	—	—				
<b>choux flouer</b>								—	—	—	—	
<b>ail</b>				—	—	—	—	—	—			
<b>melon</b>					—	—	—	—	—			
<b>pastique</b>				—	—	—	—	—				
<b>concombre</b>		—	—	—	—	—						
<b>laitue</b>				—	—	—						
<b>chou vert</b>								—	—	—	—	
<b>navet</b>			—	—	—	—						
<b>haricot</b>					—	—	—	—				
<b>artichaut</b>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>ARBORICULTURE</b>												
<b>figuier</b>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>abricotier</b>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>olivier</b>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

### **IV.5 Calcul du besoin en eau d'irrigation des cultures**

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

ETP : évapotranspiration (mm/jour)

RFU : réserve facilement utilisable

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

Y : degré tarissement

$D_a$  : Densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

$H_{cc}$  : Humidité à la capacité au champ

$H_{pf}$  : Humidité au point de flétrissement

$P_{eff}$  : Pluie efficace

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

L'irrigation se fait lorsque  $B > 0$

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé ; CROPWAT version 8.0, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M<sup>r</sup> Penman&Monteith modifiée.

Les résultats de calcul pour les différentes cultures sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau IV-6 : Les Besoins mensuel en eau des cultures**

cultures	jan	fév	mars	avril	mais	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
blé dur	11,4	30	60	10,71	131,9	86,9					0	1,1
l'orge			5,9	91	131,2	86,3						
<b>Maïs</b>						29,9	94,9	<b>195,1</b>	162,2	56,2		
sorgho					16,5	90,4	163,8	156,6	33,1			
Vesce-avoine	35,2	32	38,4								45,6	35,2
bersim	52,6	59	35,2	61	99,9	127,4	148,8	161,5	138	112,4	51,5	51,4
olivier	30,8	21	23,8	21,8	33,6	74,1	126,3	172,1	151,8	115,9	51,3	43,4
figuier	25,1	0	66,1	93,3	112,8	141,9	165,3	172,3	137,1	103,7	4,27	43,7
abricotier	25,1	0	66,1	93,3	112,8	141,9	165,3	172,3	137,1	103,7	4,27	43,7
artichaut	52,9	57	53	44,4	70,9	144,7	181,9	189,7	151,8	115,9	51,5	51,4
tournesol				18,2	88,8	163,8	162,8	21,2				
oignons				57,6	86	133,4	156,5	127,4				
pomme de terre				36,1	102,8	163,8	172,3	35,9				
carotte				63,6	79,9	154,5	181,9	158				
<b>Choux fleur</b>								122,7	124,2	102,1	17,9	
ail					73,1	113,1	155,4	163	103,6			
melon					46,8	101,7	170,4	179,9	106,2			
pastèque				33,8	64,2	145,3	169,5	83				
concombre		28	58,7	104,9	124,4	48,3						
laitue				62,9	115,1	70,5						
<b>Chou vert</b>								118,6	123,2	102,1	13,7	
navet			40,1	90,4	125,8	64,5						
haricot					39,9	145,3	187,8	71,8				
<b>total</b>	233	228	447,3	908,4	1711	2326,	2439,	2178	1244	709,9	222,1	269,9

## IV.6 Calcul du débit spécifique

$$Q_{sp} = \frac{B_{pointe} \cdot 10 \cdot 1000}{T \cdot t \cdot 3600 \cdot K}$$

Avec :

$B_{pointe}$  : les besoins de pointe

$Q_{sp}$  : Débit spécifique.

$K$  : Coefficient d'efficience global du système d'irrigation  
( $k=0,75$ ).

$T$  : nombre du jour d'arrosage (20 – 30).

$t$  : durée d'arrosage par jour (16- 18 - 20 – 24)

➤ Chercher le débit de pointe :

Prendre  $Q_{sp}$  de la culture la plus exigeante si  $Q_{sp} < 1,5$  l/s/ha.

Si non prendre la valeur moyenne de mois de pointe.

$$Q_{sp} = 195.1 * 10 * 1000 / 20 * 30 * 3600 * 0.75 = 1.20 \text{ l/s/ha}$$

Pour le débit de pointe on prend en compte uniquement les besoins en eau de la culture la plus exigeante par ce que  $Q_{sp} < 1,5$  l/s /ha

### Conclusion

On sait que pour déterminer les besoins en eau des cultures, il faut tenir compte de tous les éléments ci après : climat, culture, système agronomique et intensité culturale, milieu et exposition, sol, eau disponible dans le sol, fertilité du sol, méthode et pratique de culture d'irrigation.

On remarque que les cultures maraichères ont besoins de beaucoup d'eau. Pour notre cas la culture la plus exigent est le maïs (195,1 mm/mois).

## **Introduction**

Devant l'ampleur que peut engendrer le problème de salinité et les dégâts susceptibles d'être causés, il est important de dégager des mesures efficaces de lutte contre la salinité d'autant plus que la ressource en eau est devenue rare.

L'objectif de la lutte est de limiter l'extension des terres salées, de récupérer les sols, mais aussi d'améliorer les rendements des cultures.

Nous allons définir les zones à lessiver et la méthodologie de lutte, afin d'identifier les moyens pour que le critère de l'hydromorphie ne soit pas accentué à terme par une salinisation des sols et de quantifier les besoins en eau nécessaires pour le lessivage.

La lutte contre la salinité revêt deux aspects ; un, qui consiste en l'amélioration des rendements des cultures et l'autre concernant la préservation des sols.

### **V.1 Qualité de sols**

L'évolution de la salinité de la solution du sol est importante dans la mesure où, c'est cette dernière qui s'oppose à l'absorption de l'eau par les plantes qui se fait par osmose.

L'eau appliquée s'infiltré dans le sol, de façon à ce qu'une partie est retenue pour le satisfaire à la capacité au champ et l'autre percole en profondeur. La partie retenue, appelée souvent réserve utile du sol, s'épuise progressivement sous l'effet combiné de l'évaporation et de l'extraction racinaire.

La solution du sol devient ainsi concentrée en sels, car les plantes n'utilisent qu'une faible proportion des sels. Celles-ci auront donc de plus en plus de mal à extraire de l'eau de la solution du sol, car la pression osmotique augmente avec la concentration des sels dans la solution du sol.

Une forte concentration en sel dans la solution du sol, a les mêmes répercussions de la sécheresse, plus connu sous le nom de stress hydrique.

Bien que le degré de nécessité de drainage ait été défini en fonction de l'hydromorphie et non de l'halomorphie, on retiendra la classification ci-dessous, vu que les sols hydromorphes présentent un risque élevé de salinisation.

- |   |                   |              |
|---|-------------------|--------------|
| - Sols ne nécessitant pas de drainage   | $EC_e \leq 1$     | $mmhos / cm$ |
| - Sols nécessitant un drainage retardé  | $1 < EC_e \leq 2$ | $mmhos / cm$ |
| - Sols nécessitant un drainage immédiat | $EC_e > 2$        | $mmhos / cm$ |

## **V.2 Classification des sols par rapport à leur teneur en sel**

La conductivité électrique (CE) à 25°C est défini par :

$CE < 4$  mmho/cm sol non salé.

$4 < CE < 8$  mmho/cm sol salé

$8 < CE < 20$  mmho/cm salinité moyenne

$20 < CE < 80$  mmho/cm forte salinité

$CE > 80$  mmho/cm très forte salinité

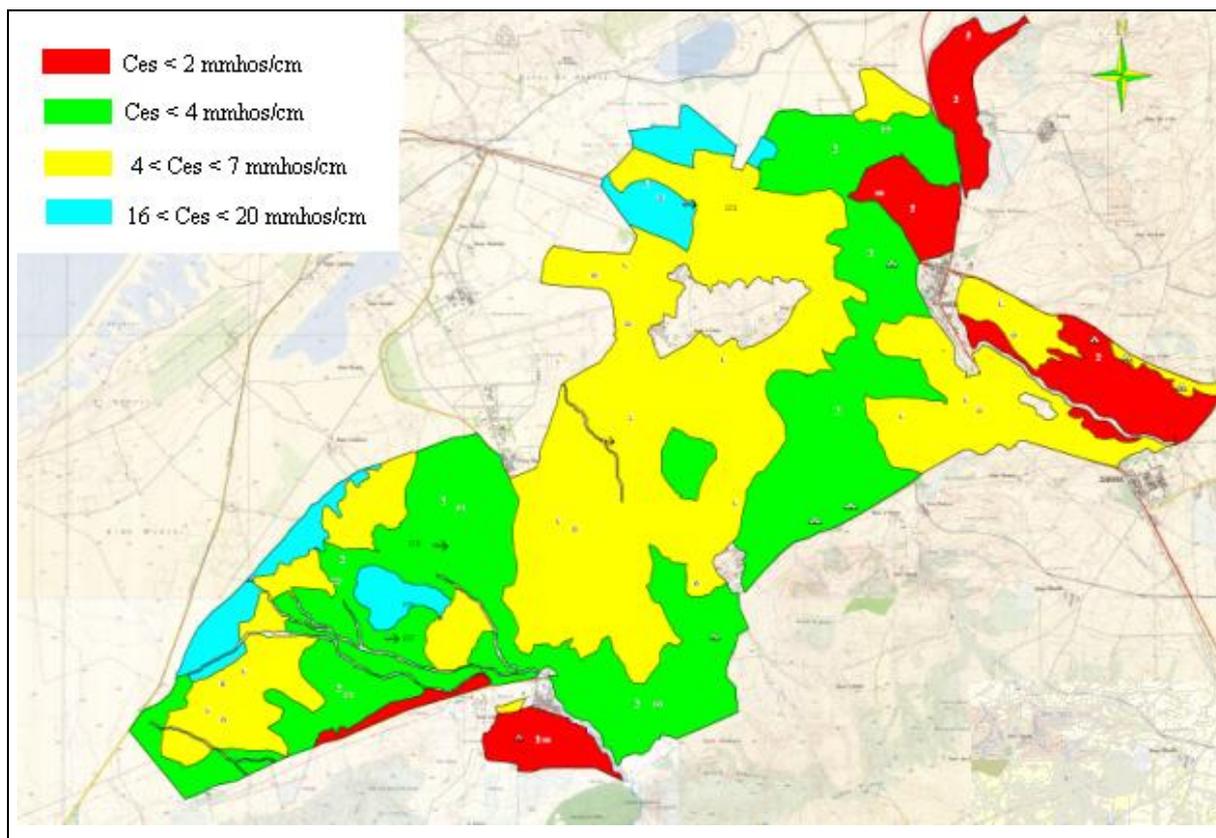
Les sols de l'aire d'étude ont une conductivité électrique variable, on retient 4 zones :

La 1<sup>er</sup> d'une conductivité électrique faible inférieure à 2 mmhos/cm donc un sol non salé.

La 2<sup>eme</sup> est inférieure à 4 mmhos/cm => sol salé

La 3<sup>eme</sup> est élève de (4 ÷ 7) mmhos/cm => sol salé

Et en fin avec une salinité très élève que varie de 16 à 20 mmhos/s d'où le sol est d'une salinité moyenne.



### Figure V-1 : Image de la carte de la conductivité électrique

En remarque que le 2<sup>ème</sup> prend la plus grande surface de périmètre, il suit le 3<sup>ème</sup> cas d'où le lessivage et le drainage sont immédiats.

### V.3 Sensibilité des plantes à la salinité de l'eau

Les sels exercent sur la plante des effets spécifiques (par rapport à chaque sel), mais aussi des effets combinés relatifs à la salinité totale des cations et anions en solution dans l'eau d'irrigation. En outre, les sels affectent certaines propriétés physico-chimiques du sol, qui à leur tour peuvent avoir des conséquences sur la croissance des plantes.

La tolérance des cultures en fonction des niveaux de rendement et de la conductivité électrique des sols donnée par le tableau ci-dessous.

**Tableau V-1 : Taux de rendements des cultures en fonction de la salinité de l'eau d'irrigation**

Cultures	Niveau de rendement en fonction de $EC_e$ (mmhos/cm)				
	100	90	75	50	0
<b>Blé</b>	6	6,7	8,7	12	20
<b>Orge</b>	8	10	13	18	28
<b>Avoine</b>	8	10	13	18	28
<b>Orge-Bersim</b>	6	7,4	9,5	13	20
<b>Vesce-avoine</b>	3	3,9	5,3	7,6	12
<b>Maïs</b>	1,8	3,2	5,2	8,6	15,5
<b>Sorgho</b>	4	5,1	7,2	11	18
<b>Tournesol</b>	5	5,5	6,2	7,5	10
<b>Pêcher</b>	1,7	2,5	3,8	5,9	10
<b>Prunier</b>	3	3,9	5,3	7,6	12
<b>Abricotier</b>	1,6	2	2,6	3,7	6
<b>Olivier</b>	2,7	3,9	5,5	8,4	14
<b>Figuier</b>	2,7	3,8	5,5	8,4	14

*Source : extrait du tableau VII-9 du bulletin n°29 de la F.A.O*

#### **V.4 Définition du lessivage**

Le lessivage est une pratique qui consiste à appliquer en dehors des besoins en eau des plantes des quantités d'eaux supplémentaires afin d'entraîner tout ou une partie des sels dissouts dans le sol en profondeur, hors de la zone racinaire des cultures. Il permet donc de ramener la salinité du sol à son état initial (avant irrigation), ou de la maintenir à un niveau souhaité. Un lessivage ne peut être efficace que s'il est accompagné d'un drainage, surtout en la présence d'une nappe phréatique.

## **V.5 Types de lessivage**

Dans les zones humides ou les pluies sont abondantes, le problème de lessivage ne se pose pas car naturellement assuré par ces dernières.

Cependant dans les zones semi arides et arides ou les pluies sont insuffisantes, les doses de lessivage doivent être apportées comme les doses d'irrigation.

Il est important de signaler qu'avec les systèmes d'irrigation à faible efficacité, les pertes d'eau par percolation peuvent souvent suffire à lessiver les sels du sol, il n'est donc pas nécessaire d'apporter des doses supplémentaires de lessivage. Il existe deux formes de lessivage Selon la manière d'apporter les doses: le lessivage initial et le lessivage d'entretien.

### **V.5.1 Lessivage initial**

Il consiste à apporter entre deux campagnes d'irrigation toute la dose de lessivage et d'un seul coup.

Ainsi, les sels qui se sont accumulés dans le sol lors d'une campagne d'irrigation sont lessivés pour permettre au sol de reprendre son état initial avant la campagne suivante. Le mode d'application de l'eau sur le sol utilisé à cet effet est généralement un système d'irrigation de surface et particulièrement la submersion.

### **V.5.2 Lessivage d'entretien**

Dans ce cas de figure, la dose de lessivage est apportée par fraction en même temps que les doses d'irrigation. C'est à dire qu'on ne laisse pas les sels s'accumuler dans le sol, ils sont progressivement évacués. Le système d'irrigation en place sert donc à l'application des doses de lessivage avec les doses d'irrigation.

## **V.6 Amélioration des sols salés par lessivage**

L'amélioration d'un sol salé implique l'évacuation et l'élimination de l'excédent de sel présent dans le sol. Cette élimination ne peut se faire que par lessivage : apport d'eau en quantité qui en percolant en profondeur devra entraîner une parité au moins des sels en excès. Sur des sols pas trop salés, la simple mise en irrigation peut être suffisante pour aboutir au dessalage de ces sols au bout d'une ou de quelques saisons. Par contre, sur des sols très affectés, les besoins en eau de lessivage pourront être très importants et dépassent de loin les volumes d'eau habituellement consacrée à l'irrigation.

Comme très souvent la salinisation d'un sol est liée à un manque de contrôle de nappes superficielles plus ou moins salées, l'installation d'un réseau de drainage peut constituer un préalable aux travaux de lessivage proprement dit. Ce réseau de drainage ne peut être dimensionné en fonction des conditions exceptionnelles imposées par les travaux de récupération. Il sera dimensionné pour les conditions normales supposées après récupération.

Cela peut induire la nécessité de renforcer le système de drainage temporairement pendant la phase de récupération : ajouter par exemple quelques tranchées provisoires. Cela peut aussi avoir de l'importance sur le choix de la méthode de lessivage : apporter par exemple l'eau de lessivage de façon fractionnée pour éviter d'engorger le sol.

Il est évident que toute technique, permettant d'accroître la conductivité hydraulique saturée du sol en place, peut ou doit être associée au lessivage proprement dit ; si il s'avère que cette technique peut améliorer considérablement l'efficacité de ce lessivage. Donc pour dessaler il faut lessiver.

## V.7 doses de lessivages

Détermination de la dose de lessivage avec la méthode de la conductivité électrique CE :

La méthode (ou modèle) d'appréciation de ces besoins de lessivage consiste en la prise en compte du bilan salin, c'est-à-dire qu'on cherche à maintenir un équilibre entre sels apportés par l'eau et ceux évacués par le drainage. Le besoin en lessivage s'exprime comme suit :

Les besoins de lessivage (Leaching ratio ( $L_R$ )) pour une salinité de sol moyenne, et pour diverses cultures sont déterminées par L'USDA

$$\frac{D_{d\omega}}{D_{\omega}} = L_R = \frac{E_{Cd\omega}}{E_{C\omega}}$$

Avec :

$D_{d\omega}$  : Hauteur d'eau à drainer

$D_{\omega}$  : Litre d'eau d'irrigation

$E_{Cd\omega}$  : Conductivité électrique de l'eau qui va être drainée

$E_{C\omega}$  : Conductivité électrique de l'eau d'irrigation.

Le besoin d'irrigation est alors :  $V = ETR \times \frac{1}{1 - L_R}$

Et on admet couramment que la salinité de l'eau de drainage est environ le double de celle du sol.  $E_{Cd\omega} = 2 \times E_{Ce}$

Ce modèle conduit à estimer des besoins en lessivage élevés, d'autant plus que l'efficacité du lessivage peut être faible dans certains sols, la percolation se faisant trop rapidement.

D'après des travaux ( RHOADE-Bulletin FAO N°29 ), un modèle moins exigeant en eau peut être adopté, dans la mesure où on maintient le sol dans un état hydrique correct par des apports réguliers, sans période de pénurie. Ce modèle est le suivant :

$$LR = \frac{E_{CW}}{5 \times E_{Ce} - E_{CW}}$$

Avec :

$E_{CW}$  : la conductivité électrique de l'eau d'irrigation

$E_{Ce}$  : la conductivité de l'extrait de pate saturé provoquent une chute de rendement de 10 à 20%

LR : la fraction d'eau qu'il faut apporter en supplément des besoins des plantes.

### ***V.8 Relation entre salinité de l'eau d'irrigation et salinité du sol***

Les sels continus dans l'eau d'irrigation peuvent être accumulés dans les sols après irrigation.

Le lessivage doit aboutir à une diminution de la salinité des sols soit par un apport massif initial, soit par un surplus apporté par chaque dose, "en régime permanent", pendant toutes les irrigations.

Dans le cas des sols très salés de la plaine de M'léta, il semble qu'un lessivage initial s'impose pour un dessalement de sol de conductivité élève >16 mmhos/cm, et que le lessivage continu doit servir à maintenir une salinité constante dans le sol, après cette première opération.

L'intensité du lessivage est conditionnée par l'augmentation de rendement qu'on peut espérer, en regard du volume d'eau supplémentaire à apporter.

Dans l'absolu, on peut apporter des doses de lessivage énormes avec des eaux très salées, pour arriver à des salinités du sol donnant des rendements acceptables.

Concrètement, il faut tenir compte des contraintes de pompage que signifient de forts besoins de lessivage, et on est amené à définir un optimum de salinité du sol (et donc de rendement) en fonction de la salinité de l'eau.

Le seuil empirique valable pour le lessivage initial et pour le lessivage d'entretien se situe approximativement comme suit :

Pour une salinité de l'eau de 4 à 5 ( $E_{CW}$ ), la salinité du sol ( $E_{Ce}$ ) ne peut pas descendre en-dessous de 1,5 fois la salinité de l'eau, soit :

Pour  $E_{CW}=4$  à 5 mmhos/cm ,  $E_{Ce}=1,5.E_{CW}$

On a aussi :

Pour  $E_{CW}=6$  à 8 mmhos/cm ,  $E_{Ce}=1,3.E_{CW}$

Pour  $E_{CW}= 12$  à 15 mmhos/cm ,  $E_{Ce}=1.E_{CW}$

- Le lessivage d'entretien ou saisonnier (lessivage réduit) s'applique à toutes les techniques d'irrigations. La notion de lessivage réduit est plus efficace lorsque les arrosages sont fréquents. L'intervalle de temps entre deux arrosages est un facteur important dans le lessivage d'entretien du fait que plus cet intervalle est importante plus la force osmotique augmente et plus la plante souffre.

## **V.9 Application numérique**

### **V.9.1 Lessivage continu**

La fraction de lessivage LR est définie par l'équation suivante :

$$LR = EC_w / (5EC_e - EC_w) \quad (\%)$$

Tel que :

$EC_w$  : Conductivité électrique de l'eau d'irrigation

$$EC_w = 3,2 \text{ mmhos/cm}$$

$EC_e$  : Seuil de conductivité électrique du sol pour différents niveau de rendements.

Dans notre cas on a plusieurs cultures, on prend la conductivité électrique de sol, et d'après le LR on choisit le rendement de la plante qui convient, on se retrouve avec 2 cas :

➤ **le 1<sup>eme</sup> cas  $Ces < 4$  mmhos/cm**

On prend  $Ces = 3$  mmhos/cm

$$LR = 3,2 / (5 * 3 - 3,2)$$

$$= 0,27$$

$$LR = 30 \%$$

I : volume d'irrigation et de lessivage continu/ha

$$I = \frac{1}{1 - LR} \times ETR$$

$$I = 195,1 / (1 - 0,3)$$

$$I = 278,7 \text{ mm}$$

➤ **le 2<sup>er</sup> cas  $4 < Ces < 7$  mmhos/cm**

On prend  $Ces = 5$  mmhos/cm

$$LR = 3,2 / (5 * 5 - 3,2)$$

$$= 0,146$$

$$LR = 15 \%$$

I : volume d'irrigation et de lessivage continu/ha

$$I = \frac{1}{1 - LR} \times ETR$$

$$I = 195,1 / (1 - 0,15)$$

$$I = 229,52 \text{ mm}$$

### **V.9.2 Lessivage initial**

Il a pour objet de faire chuter la salinité du sol à un niveau qu'on considère comme acceptable. Cette opération consiste à apporter en une seule fois une grosse quantité d'eau sur une parcelle.

L'appréciation des volumes à apporter est représentée par la formule VOLOBUEV exprimée par :

$$H = -\alpha \cdot \theta \cdot \Delta \cdot \ln \frac{S - S_i}{S_0 - S_i}$$

Tel que : H : hauteur d'eau à apporter (m)

$\Delta$  : Epaisseur du sol à lessiver (m)

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

$\theta$  : Humidité du sol saturé(%)

50% limon

45% argile

30% argilo limoneux

5% sable

S : Salinité moyenne à atteindre après lessivage ( $EC_e$  en mmhos/cm).

$$S = 1,5 EC_e$$

$$= 1,5 \times 3,2$$

$$S = 4,8 \text{ mmhos/cm}$$

$S_i$  : Salinité de l'eau d'irrigation ( $EC_w$  en mmhos/cm).

$$S_i = 3,2 \text{ mmhos/cm}$$

$S_0$  : Salinité moyenne avant lessivage (mmhos/cm).

$$16 < S_0 < 20 \text{ mmhos/cm d'où } S_0 = 17 \text{ mmhos/cm}$$

$\alpha$  : Coefficient dépendant de la nature du sol (texture essentiellement).

Ce coefficient est calé par des essais de lessivage.

$$\alpha = (0,5 \div 0,6) \text{ sols sablo limoneux}$$

$$\alpha = (0,4 \div 0,5) \text{ sols argilo sableuses limon}$$

$$\alpha = (0,2 \div 0,3) \text{ sols argile}$$

Ln : Logarithme népérien.

$$H = -0,45 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot \ln \frac{4,8 - 3,2}{17 - 3,2}$$

$$H = 0,126 \text{ m}$$

$$H = 126 \text{ mm}$$

$$\mathbf{q = 1260 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

## **Conclusion**

A l'issu de ce travail nous avons remarqué que la conductivité électrique de notre zone d'étude est variable mais la plus grande surface est affectée par le problème de salinité, d'où la nécessité d'un lessivage initial et d'entretien, chaqu'un d'après sa conductivité électrique.

La quantité d'eau à apporter pour le lessivage initial est très grande car on veut abaisser la salinité de 17 à 4,8 mmhos/cm.

## **Introduction**

Le drainage d'une zone agricole a pour but principal l'évacuation des eaux et des sels en excès dans le sol, par un système artificiel d'évacuation.

Globalement, on peut discerner les cas suivants :

- ✓ Prévention des inondations temporaires : provoquées par une pluie abondante, une faible perméabilité du sol, ou un ruissellement superficiel vers une dépression du terrain, ces inondations ont un caractère irrégulier et se produisent dans la saison hivernale.
- ✓ Assèchement des terrains vierges : il s'agit d'une mise en valeur des terrains pas encore cultivés, qui se trouvent en permanence ou périodiquement submergés. Par l'installation d'un réseau complet de drainage on cherche à abaisser la nappe à un niveau acceptable pour les cultures.
- ✓ Prévention contre la salinisation du sol : la salinité du sol est un des problèmes majeurs. Par un réseau de drainage, on vise un lessivage des sels solubles qui s'accumulent dans le sol.

### **VI.1 Définition**

- **Assainissement** : c'est les procédés d'évacuation des eaux nuisibles d'une zone délimitée. On parle d'assainissement urbains (égouts et traitement des eaux usées) et d'assainissement agricole s'il s'agit des terres agricoles.
- **Le drainage** : c'est tous les travaux ayant pour objet l'évacuation intensive, dans les délais déterminés et courts en toutes les parcelles d'un terrain agricole et d'une façon uniforme, des eaux excédentaires saturants la couche superficielle ou stagnant à sa surface.
- **L'assèchement** : concerne les opérations à effectuer sur les zones, ou la submersion ou la manque d'émissaire, interdite toute mise en valeur actuelle.

- **L'aménagement des émissaires** : est la construction et restauration d'un réseau des conduites (canaux, rivières), afin de transporter les eaux hors du périmètre.

## **VI.2 Inconvénients des sols humides**

L'eau est un élément indispensable dans le développement d'une plante. Cependant, une abondance des eaux dans le sol peut avoir un effet néfaste sur les cultures et sur les propriétés du sol.

Voici les raisons pour lesquelles un bon drainage est aussi important qu'une alimentation en eau.

- Les sols humides sont imperméables à l'air :

Les racelles ont une activité de respiration. Lorsque la quantité d'eau est trop grande, la circulation d'air dans les interstices gorgées d'eau devient impossible et la plante meurt d'asphyxie.

En outre, tous les processus microbiologiques et chimiques dans le sol s'arrêtent.

Ceci peut à fait modifier le caractère d'un sol (Gley), et empoisonner le milieu biochimique (anaérobie).

- Les sols humides sont froids :

L'échauffement des sols humides par la chaleur solaire est plus difficile, l'eau en excès dans le sol est soumise à une évaporation abondante d'où un abaissement de la température à la surface.

On constate une différence de température de la terre sèche par rapport à la terre humide, d'environ 7,5°.

Pour la plante, cette température plus basse implique une croissance retardée de plusieurs semaines. Dans le cas où la période humide est suivie d'une saison sèche, l'utilisation de l'eau n'est pas optimale à cause de cette croissance retardée. Ceci peut provoquer paradoxalement une sécheresse de la plante dans un sol humide en été.

Le drainage permet une croissance préconise des cultures, un meilleur développement au début du cycle végétatif, et une récolte

plus avancée. Dans les zones à saisons sèches, on peut utiliser au maximum les pluies d'hiver.

- Les sols humides empêchent la pénétration des racines :

Les racines d'une plante ne développent pas un milieu saturé.

De ce fait, l'enracinement s'arrête au niveau de la nappe.

Ce phénomène rend les plantes plus sensibles aux parasites et moisissures (petites champignons), dont la chance de propagation est beaucoup plus élevée à la surface du sol.

En été, si la nappe baisse, l'enracinement superficiel ne permet qu'une utilisation restreinte de l'eau d'irrigation en profondeur.

Un abaissement de la nappe en hiver permet un enracinement plus profond et par conséquent ; une meilleure utilisation de la réserve en eau à grande profondeur.

- Les sols humides sont plus difficiles à travailler :

Un sol gorgé d'eau nécessite pour le labour une dépense d'énergie de 25 à 30% supérieure à celle d'un sol normalement humidifié.

Au printemps, l'accès aux terrains parfois impossible et le travail du sol est difficile à cause de la résistance de la masse pâteuse.

En été, un sol non labouré est dur, avec de grandes mottes incassables, il est impénétrable pour les plantes.

Par un drainage régulier, le sol peut graduellement être modifié jusqu'à des conditions physiques favorables pour le travail du sol (augmentation de la perméabilité, amélioration de la structure).

### ***VI.3 Causes de submersion***

L'eau en excès dans un sol peut provenir des différentes sources. Il est important d'en connaître l'origine avec précision, afin de pouvoir choisir un remède efficace contre cet excès.

- La pluviométrie :

Dans les zones à climat humide, la pluie est la cause principale des excès d'eau. Une pluie abondante de quelques jours peut apporter

une quantité d'eau trop grande par rapport à la capacité d'infiltration du sol.

Cependant, même dans les climats semi arides, une averse peut provoquer une remontée de la nappe phréatique à un niveau trop élevé. Dans le cas, il faut réaliser un rabattement de la nappe en quelques jours.

➤ Ruissellement superficiel :

Les eaux provenant d'un bassin versant situé en amont de la zone à assainir, peuvent déborder des lits existants des oueds, ou carrément provoquer une inondation par ruissellement sur le terrain.

Ces inondations seront concentrées dans les vallées, plaines ou dépressions au pied d'une montagne.

➤ Ecoulement souterrain :

Dans les régions plus accidentées, on rencontre souvent une nappe souterraine plus au moins profonde qui s'écoule vers les parties basses du terrain. Cette nappe peut constituer un apport important au niveau de la zone à drainer par suintement (s'écouler d'une façon presque imperceptible) ou par affleurement local en forme des sources.

➤ Irrigation :

L'irrigation risque de faire remonter la nappe jusqu'à un niveau inacceptable pour les plantes. Il s'agit non seulement des cas où l'irrigation est surabondante par négligence ou non respect des doses prescrites, mais aussi des pertes inévitables.

Le problème de la remontée de la nappe est inhérent (inséparable) à celui de la salinité, à cause des teneurs en sels, des eaux d'irrigation, même en faibles quantités. L'eau du lessivage nécessaire pour enlever ces sels accumulés doit être évacuée par un système de drainage quelconque.

## **VI.4 Techniques de drainage**

Le drainage proprement dit s'occupe de l'assainissement point d'une parcelle.

La technique la plus simple est le drainage par fossés.

### ➤ **Le fossé de drainage**

Joue un double rôle : évacuer les eaux superficielles, provenant de la pluie ou du ruissellement, puis les souterraines, qui proviennent de l'infiltration de la nappe dans la parcelle.

Suivant leurs fonctions, la profondeur des fossés de drainage varie de quelques décimètres (drainage superficiel) à un mètre et demi, s'il s'agit de maintenir la nappe assez profondément pour éviter l'évaporation.

Les fossés de drainage sont faciles à construire : le type superficiel peut être réalisé par des rigoles de labour, avec un écartement de 10 à 30m. Ils doivent être entretenus annuellement pour assurer fonctionnement.

On retrouve les fossés de drainage surtout dans les régions à nappe superficielles

Le fait que les fossés de drainage gênent la mécanisation des travaux de labour, semailles, engrenage, et les rendent moins apte pour les grandes cultures.

### ➤ **Les fossés filtrés ou fossés couverts**

Ils consistent en un fossé, rempli partiellement avec des matériaux perméables (gravier, cailloux, ext).

Leur fonctionnement est le même que celui des fossés ouverts, avec un ruissellement moins important.

### ➤ **Le drainage par tuyaux enterrés**

Consiste en un tuyau perméable, placé à une profondeur de 0.8 à 2m sous la surface.

Il existe également en chlorure de polyvinyl (PVC), aux parois lisses ou drains perforés. Il a l'avantage d'être flexible, léger, et

disponible dans toutes les longueurs (enroulé), qui facilite le transport et la pose mécanique.

Les drains sont enrobés d'un filtre en matériel tissu de filasse de laine, nylon, ou de matériel amorphe (sable, gravier), on les rajoute avant de remblayer la tranche de pose. Son but est d'empêcher l'entrée des particules au sol, qui peuvent obstruer les drains. La pose des drains peut se faire à la main ou mécaniquement par une « draineuse ». On prend soin de poser les drains avec une pente bien déterminée et homogène, afin d'assurer un écoulement continu vers les collecteurs. Pour cela, un contrôle topographique est indispensable lors des travaux.

Parfois les draineuses équipées d'un téléguidage à rayon laser.

Les avantages des tuyaux enterrés sont leur solidité, leur capacité à supporter des pressions élevées dans le sol, et l'entretien presque négligeable.

Ils ne gênent pas les travaux de labour sur le champ

Son inconvénient est le prix de revient assez élevé, et ses exigences strictes de pose.

### ➤ **Drainage –taupe**

Associe un réseau de drains conventionnel à grand écartement (30 à 60m et plus) surmonté d'un remblai poreux, à un réseau dense de galeries taupes

#### Aspects pratiques

- galeries perpendiculaires aux files de drains
- diamètre: env. 4cm
- profondeur: 40 à 70 cm
- écartement: 2 à 4m
- durée de vie: variable(quelques années).

❖ Les galeries taupes sont réalisées à l'aide d'un tracteur solidaire d'une charrue-taupe munie d'un boulet expanseur. Ce dernier provoque un lissage et un compactage des parois de la galerie qui

conserve sa forme. Les sols doivent donc être plastiques (teneur en argile élevée et humidité suffisante).

### ➤ **Drainage par puits**

Il consiste à provoquer un abaissement de la nappe par pompage dans un réseau de puits régulièrement distribués dans l'espace, de sorte à ce que leurs cônes de dépression se recoupent

-Méthode utilisée principalement lorsque la nappe doit être abaissée fortement, en particulier pour prévenir une salinisation du sol par remontées capillaires (salinisation capillaire).

## ***VI.5 Réaction des plantes***

Le drainage a pour but d'éviter les inondations, ou d'abaisser la nappe à un niveau non nuisible. on essaiera de quantifier à l'aide des résultats des nombreuses expériences partout dans le monde, les pertes de production et les exigences spécifiques des cultures vis à vis de :

- La profondeur de la nappe
- La durée d'inondation
- Leurs conséquences pour le drainage
- Hauteur optimale de la nappe :

Il faut que le niveau de la nappe se trouve à telle profondeur que les racines ne soient pas noyées, et d'autre part, puissent être atteintes par l'eau capillaire.

Les valeurs que l'on admet pour la profondeur idéale de la nappe, sont les suivantes, qui varient en fonction des cultures :

**Tableau VI-1 : Variation de la hauteur de la nappe on fonction des cultures**

<b>cultures</b>	<b>hop (m)</b>
<b>maraichère</b>	0,5 à 0,6
<b>céréale</b>	0,6
<b>praires</b>	0,2 à 0,3
<b>arboriculture</b>	0,8

Source : Cours de 5<sup>ème</sup> année irrigation et drainage avec M<sup>me</sup>. BAHBOUH

➤ **La durée de submersion**

Une pluie forte de quelques jours fait remonter la nappe temporairement à un niveau supérieur à l'optimum. Cette remontée cause des chutes de rendement important, qui dépendent d'ailleurs du moment de la submersion, du type de culture et évidemment, de la durée de submersion.

Les données ont été regroupées par SALAMIN, d'où on déduit la durée admissible d'inondation  $\theta$ , qui provoque cette perte fixée. En termes de drainage ; cela veut dire que une pluie doit être évacuée dans un délai de  $\theta$  jours après d'être tombée.

➤ **Période de retour**

On se fixe une période de retour T minimale, dans laquelle le réseau doit réaliser l'évacuation, sans dépasser la durée  $\theta$ . Dans une période supérieure à T.

Cette période est fonction des cultures, des dommages subis d'un dépassement, et des couts de restauration des dégâts.

## VI.6 Caractéristiques pédologiques

Le sol en tant que milieu pour les plantes joue un rôle important dans la régularisation et l'évacuation des eaux. Il convient donc de connaître les propriétés physiques du sol, et sur la vitesse de transport des eaux d'autre part. Ces caractéristiques sont notamment la porosité et la perméabilité.

➤ La porosité efficace :

Les pores ont un diamètre variable, la macroporosité se vide successivement pendant la ressuyage. On appelle la porosité ou porosité d'aération d'un sol le rapport :

$\mu$  Est le volume de pores rempli d'air après ressuyage sur le volume total du sol.

**Tableau VI-2 : Quelques valeurs de  $\mu$  par a pour a la texture**

textures	$\mu$ (%)
sol très argileux	1 à 2
sol limoneux argileux	4 à 8
sable fin	15 à 20
sable grossie	25 à 30

Source : Land drainage. SMEDNA

➤ Stockage :

La détermination de la porosité efficace nous permet de calculer la capacité de stockage dans un profil :

Soit  $\Delta$  la hauteur entre le niveau initiale de la nappe ( $h_0$ ) et la profondeur tolérée au-dessous de la surface ( $h_1$ ). La quantité disponible pour le stockage des pluies le profil est :

$$S = \mu \Delta \quad (\text{mm})$$

## VI.7 Caractéristiques hydrologique

### ➤ Pluie critique :

Est la quantité de pluie maximale qui tombe en un délai fixé, avec un temps de récurrence déterminé, que le réseau de drainage doit être capable d'évacuer.

✓ Pluies maximales journalières : pour l'étude on sélectionne les maxima d'un mois ou d'une année, et on essaie d'y ajuster une loi statistique.

✓ Pluies d'une durée autre que 24h :

- Méthodes directes :

A partir des fiches d'observation des pluies journalières, on peut déduire la valeur des pluies de plusieurs jours consécutifs, par simple sommation des valeurs journalières.

Ainsi on peut déterminer la somme maximale de 2, 3, 4 et plus de jours. Un ajustement pareil à celui des maxima journaliers permet d'aboutir à une distribution fréquentielle de la pluie de plusieurs journées.

L'intensité est la fréquence d'une durée plus courte qu'une journée peuvent déterminer d'une façon directe  
 $i_p = \Delta P / \theta$

- Pluies de courte durée : Méthode indirecte

L'analyse fréquentielle de courte durée a montré qu'il existe des rapports empiriques entre la durée d'une averse, son intensité et son temps de récurrence.

L'expression mathématique pour ces rapports d'intensité durée fréquence est de la forme :

$$i_p = \frac{a}{b+t} \quad (\text{TALBOT}) \quad \text{pour des durées inférieures à 5h.}$$

$$i_p = a \cdot t^{-n} \quad (\text{MONTANA}) \quad \text{pour les durées supérieures à 5h.}$$

$i_p$  : l'intensité de la pluie en mm/h.

$t$  : la durée de la pluie en minutes.

Les constantes  $a$ ,  $b$ ,  $\lambda$  et  $n$  sont des valeurs spécifiques pour une station et un temps de récurrence donné.

➤ Le bilan hydrologique :

Le bilan hydrologique quantifie le sort des eaux de précipitation :

$$P = E + I + R$$

Divisant par  $P$ , on trouve les fractions :

$$E/P = e \qquad I/P = i \qquad R/P = r$$

$$e + i + r = 1$$

Avec :

$e$  : coefficient d'évaporation

$i$  : coefficient d'infiltration

$r$  : coefficient de ruissellement

La valeur de chaque coefficient dépend du climat, type de sol et type de végétation sur la parcelle.

Pour un réseau de drainage complet avec collecteurs la partie à évacuer est l'infiltration plus le ruissellement ( $i + r$ ).

Cette valeur est égale à la partie non évaporée ( $1 + e$ )

Grossièrement, on admet pour ( $1 + e$ ) les valeurs suivantes :

**Tableau VI-3 : Valeur de  $1 + e$**

<b>cultures</b>	<b><math>1 + e</math></b>
<b>prairies</b>	0,5 - 0,6
<b>céréales</b>	0,6 - 0,8
<b>maraîchères</b>	0,8 - 0,9
<b>arboricultures</b>	0,5

Source : Drainage agricole. BOLKLAND

### **VI.8 Le débit caractéristique du réseau " $q_c$ "**

C'est le débit par unité de surface à véhiculer par le réseau de drainage pour évacuer la pluie critique, ou l'excès provient de l'irrigation et de lessivage.

Le calcul du débit caractéristique se fait différemment pour les deux régimes de drainage, et en tenant compte ou non de la possibilité de stockage.

Notion de régime permanent et régime variable :

➤ **Régime permanent**

dans une région ,ou, en hiver et au printemps en particulier , les pluies sont longues fréquentes et ne laissent entre elles que les intervalles trop courtes pour permettre un ressuyage du sol suffisant sur une profondeur convenable , on adoptera un régime permanent d'évacuation de l'eau , qui maintiendra la nappe en dessous d'un niveau maximum à ne pas dépasser .

En Algérie, on applique ce régime dans les régions Côtières, à climat humide, et sols lourds

➤ **Régime variable**

on trouve ce régime à l'intérieur du pays dans la zone céréalière au climat semi-aride des hauts plateaux , dans les plaines irriguées du Cheliff, et bien sûr , plus au sud , ou toute pluie est rare.

### **VI.9 Impacts positifs du drainage sur les sols**

- Forte amélioration du potentiel agricole
- Evolution des caractéristiques fonctionnelles du sol (aération, régime thermique, activité biologique, potentiel redox, ext...)
- A moyen et long terme; l'amélioration de la structure du sol, de la capacité d'infiltration et de la circulation de l'eau ;nouvel équilibre biologique

- Réduction des contraintes d'exploitation (accès aux parcelles, diversification des cultures, etc.)
- Diminution des risques de salinisation

### ***VI.10 Impacts négatifs possibles***

- augmentation de la pression intergranulaire et tassement;
- affaissement des sols tourbeux .

### ***Conclusion***

On remarque que le drainage d'un terrain permet non seulement un meilleur développement de la plante, mais aussi une meilleure utilisation des eaux d'irrigation.

L'irrigation apporte au sol la quantité de l'eau qui lui manque, alors que le drainage assure l'aération nécessaire pour la plante.

Le rôle du drainage est de rabaisser la remontée temporaire à un niveau acceptable dans un délai variable en fonction des cultures.

## **Introduction**

L'objet de l'assainissement et du drainage est d'évaluer les volumes d'eau entrants dans le périmètre et de concevoir les réseaux d'évacuation des eaux ne nécessitant pas des investissements lourds, et qui permettraient de réduire les pertes de récoltes.

Dans le cas de cette zone de projet, les fossés devront contribuer au maintien de la nappe à une profondeur compatible avec les cultures.

### **VII.1 Origine des excès d'eau**

#### **VII.1.1 Pluviométrie**

Pour une bonne prévision des pluies maximales. Fréquentielles nécessaires à la détermination des intensités pluviales, nous avons exploité la série des pluies journalières maximales enregistrées par la station (04-04-18) dans la zone d'étude. Les pluies les plus intenses sont issues des averses orageuses et des orages.

L'analyse statistique des pluies maximales journalières a été faite sur un échantillon de 30 valeurs (1974-2004). Les pluies max. journalières dans la région d'étude peuvent dépasser 50 mm.

Un réseau de drainage doit être capable d'évacuer au moins la pluie critique. On appelle pluie critique, celle qui tient compte de la durée critique de submersion et ayant un temps de récurrence égal à la périodicité admissible.

#### **VII.1.2 Traitements des données**

On collecte les données de la pluviométrie de la zone à étudier .sur la base d'une série d'observation de plus de 30 ans on procède à l'ajustement suivant :

- ✓ Classification des pluies de 1jr ; 2jrs ; 3jrs ; 4 jours pour chaque mois (par épisodes) soit 1jr unique où 2jrs successives ...Etc.
- ✓ Ajuster à la loi de GUMBEL, à l'aide de le logiciel Hydrolab (valeurs extrêmes) de la série pour chaque intervalle de référence 1 ; 2 ; 3 ; 4 jrs.
- ✓ Et pour chaque intervalle de référence on détermine les précipitations de période de retour soit de 2 ans ; 5 ans ; 10 ans. (selon la culture).

Le tableau suivant résume nos résultats des données à utiliser.  
Ce travail est fait par semestre (S.O.N) ;(D.J.F) ;(M.A.M).

**Tableau VII-1 : Hauteurs et fréquences des pluies du semestre d'automne**

Durée de la pluie	automne		
	fréquences		
	2ans	5ans	10ans
<b>1jrs</b>	6,074	9,557	11,863
<b>2jrs</b>	13,534	22,421	28,304
<b>3jrs</b>	13,038	34,306	56,912
<b>4jrs</b>	34,782	59,446	75,776

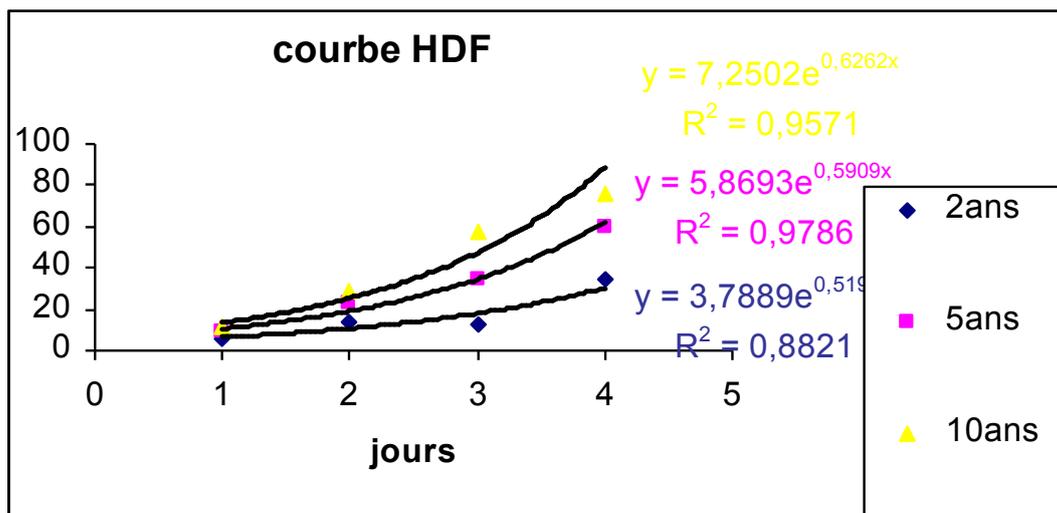
**Tableau VII-2 : Hauteurs et fréquences des pluies du semestre d'hiver**

Durée de la pluie	hiver		
	fréquences		
	2ans	5ans	10ans
<b>1jrs</b>	8,985	15,53	19,863
<b>2jrs</b>	15,386	35,658	55,355
<b>3jrs</b>	24,991	37,963	46,552
<b>4jrs</b>	23,468	38,611	48,638

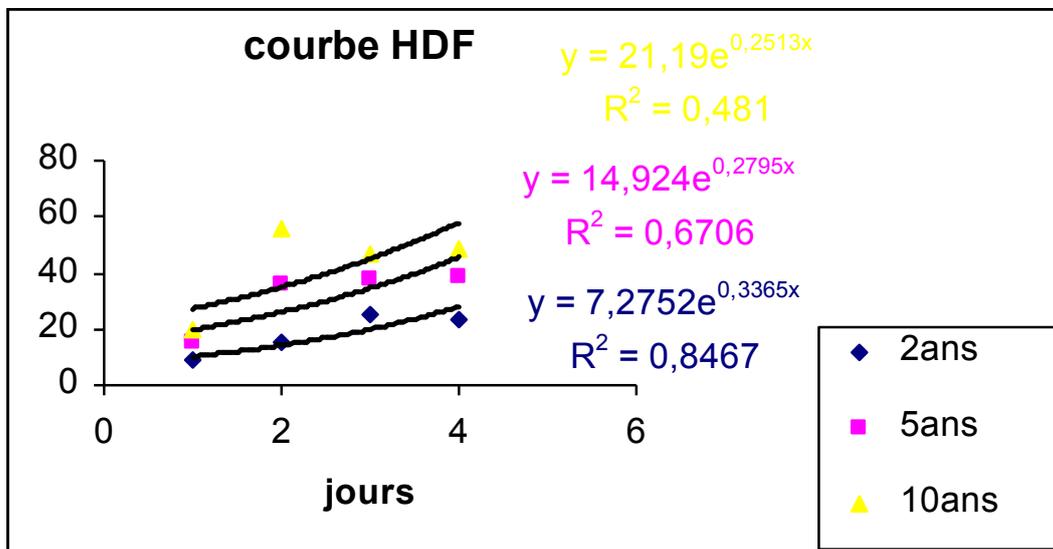
**Tableau VII-3 : Hauteurs et les fréquences des pluies du semestre de printemps**

Durée de la pluie	printemps		
	fréquences		
	2ans	5ans	10ans
1jrs	7,871	15,484	22,059
2jrs	15,807	23,761	29,027
3jrs	31,092	48,495	60,017
4jrs	36,955	63,312	80,762

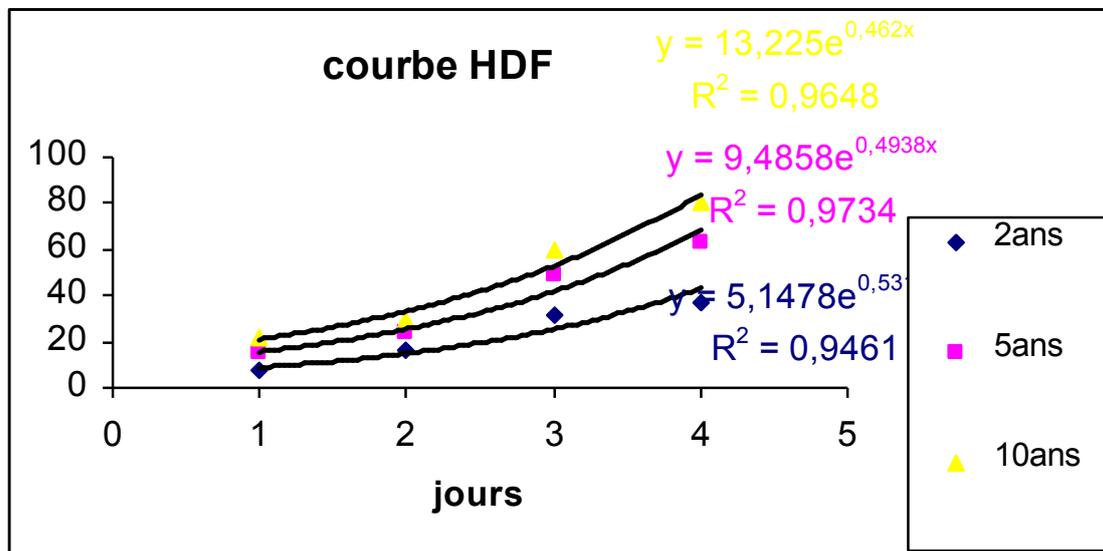
Sur la base de ces données, on construit les courbes H.D.F hauteur, durée, fréquence à partir desquelles on tire la pluie critique.



**Figure VII-1 : Les courbes H.D.F (hauteur, durée, fréquence) d'automne**



**Figure VII-2 : Les courbes H.D.F (hauteur, durée, fréquence) d'hiver**



**Figure VII-3 : Les courbes H.D.F (hauteur, durée, fréquence) printemps**

## **VII.2 Dimensionnement du réseau de drainage**

Après l'analyse des données pluviométriques, on passe aux calculs de dimensionnement du notre réseau souterrain ce dernier consiste en les calculs suivants :

- Le débit caractéristique :
  - ✓ Cas ou l'excès provient des pluies.
  - ✓ Cas ou l'excès provient de l'irrigation.
  - ✓ Cas ou l'excès provient du lessivage.
- Les écartements des drains et des fosses entre eux pour chaque ilot donné par la formule de HOOGHOUDT.
- Dimensionnement des drains et les collecteurs ;
  - ✓ Ecartements en (m) ;
  - ✓ Profondeurs en (m) ;
  - ✓ Diamètre des drains en (mm) ; en tenant compte de la vitesse d'écoulement et la pente hydraulique ;
  - ✓ Longueurs des drains et collecteurs en (m) ;

Afin de passer aux applications numériques on doit avoir les paramètres suivants :

- La pédologie du notre périmètre :
  - ✓ La porosité (%)
  - ✓ La perméabilité (mm/j)
  - ✓ Type du sol texture et structure, salinité, alcalinité
- La profondeur des drains correspondant à chaque culture.

Le tableau suivant résume quelque paramètre (restants)

**Tableau VII-4 : Quelques paramètres usuels**

CULTURES	H <sub>OPT</sub> (M)	Θ	T (AN)	(1-E)
arboricultures	0,8	5	5	0,5
maraichères	0,5-0,6	2	2	0,8-0,9
prairies	0,2-0,3	2	2	0,5-0,6
céréales	0,6	3	2	0,6-0,8

Source : Cours de 5<sup>ème</sup> année irrigation et drainage avec M<sup>me</sup>. BAHBOUH

Avec :

- (1- e): Coefficient d'évaporation (nombre sans dimension < à 1).
- T : période de retour.
- h<sub>opt</sub> : profondeur optimal de la nappe.
- θ : durée de submersion de la culture.

### **VII.3 Calcul du débit caractéristique du réseau "q<sub>c</sub>"**

La première phase du dimensionnement d'un réseau de drainage consiste à déterminer le débit caractéristique que devrait évacuer le réseau; il existe plusieurs procédés de calcul en fonction des conditions culturales ainsi que le régime hydraulique (permanant ou variable).

#### **VII.3.1 Cas où l'excès provient des pluies**

##### **➤ En régime permanent sans tenir compte du stockage**

C'est le débit par unité de surface à recueillir et évacuer de la parcelle sera donc directement fonction de l'intensité "i" de la pluie critique.

Le débit caractéristique du réseau sera donnée par

$$\left\{ \begin{array}{l} q_c = (1 - e) \times i_p \dots\dots\dots q_c : \text{en mm/jr} \\ q_c = \frac{1 - e}{0,36} \times i_p \dots\dots\dots q_c : \text{en l/s/ha} \end{array} \right.$$

Avec :

- (1- e) : Coefficient d'évaporation (nombre sans dimension < à 1).

(1- e) : fraction de pluie non évaporer.

-  $i_p$  : Intensité de la pluie en (mm/h);

$$\text{Avec } i = \frac{P_{c,j}}{\theta}$$

✓  $P_{c,j}$  : (d'après l'étude fréquentiel des pluies).

✓  $\theta$  : durée de submersion admissible de la culture

Les résultats de calcul sont les suivant :

**Tableau VII-5 : Débit caractéristique En régime permanent sans tenir compte du stockage**

cultures	Saison	H (mm)	ip(mm/j)	ip(mm/h)	1-e	qc(mm/j)	qc (l/s/ha)
arboricultures	Automne	72,75	15,326	0,64	0,5	7,66	0,89
	Hiver	51,82					
	printemps	<b>76,63</b>					
maraichères	Automne	22,59	14,655	0,61	0,85	12,46	1,44
	Hiver	28,04					
	printemps	<b>29,31</b>					
prairies	Automne	12,44	8,64	0,36	0,55	4,75	0,55
	Hiver	15,62					
	printemps	<b>17,28</b>					
céréales	Automne	19,32	9,23	0,38	0,7	6,461	0,75
	Hiver	21,27					
	printemps	<b>27,7</b>					

➤ **En régime permanent en tenant compte du stockage**

$$q_c = \frac{P - E - S}{\theta}$$

On a dans ce cas:

Avec: -  $q_c$  : débit caractéristique

(en mm/jr).

-  $P$  : pluie critique (en mm).

-  $E$  : l'évaporation (en mm).

-  $\theta$  : durée de submersion admissible.

-  $S$  : le stockage du sol (en mm).....  $S = h_c \times \mu$

$E = 4,54$  mm/jr pour le mois critique (aout) (voir calcul ET0)

Pour le choix de la profondeur des drains "W" il faut se référer au bulletin de la FAO (Drainage design factors 1989), cette dernière donne les profondeurs optimales des drains en fonction du type de culture, texture du sol, et du régime de calcul (permanent ou variable).

Pour notre cas on optera pour les valeurs qu'est dans le tableau suivant

**Tableau VII-6 : Débit caractéristique En régime permanent en tenant compte du stockage**

cultures	hop (mm)	hc (mm)	$\mu$	S (mm)	Pc	E (mm/J)	qc (mm/j)	qc (l/s/ha)
arboricultures	0,8	0,2	4	8	76,63	5,68	8,046	0,93
maraichères	0,6	0,4		16	29,31		0,975	0,11
prairies	0,3	0,7		28	17,28		-	-
céréales	0,7	0,3		12	27,7		-	-

Avec :

- $h_c$  : profondeur critique de la nappe
- $h_{op}$  : profondeur optimale de la nappe

➤ **En régime variable**

On a : 
$$q_c = \frac{S}{\theta}$$

Avec :

- $q_c$  : débit caractéristique (en mm/jr).
- $S$  : le stockage du sol.
- $\theta$  : durée de submersion admissible.

**Tableau VII-7 : Débit caractéristique En régime variable**

cultures	hop (mm)	hc (mm)	$\mu$	S (mm)	$\theta$	qc (mm/j)	qc (l/s/ha)
arboricultures	0,8	0,2	4	8	5	1,6	0,18
maraichères	0,6	0,4		16	2	8	0,93
prairies	0,3	0,7		28	2	14	1,6
céréales	0,7	0,3		12	3	4	0,46

### VII.3.2 Cas ou l'excès provient de l'irrigation

Les besoins ont été calculé à l'aide du logiciel CROPWAT dans le chapitre IV, notre raisonnement portera sur la culture la plus exégète en eau, c'est-à-dire le maïs.

Les besoins totaux du cycle végétatif sont de :

$$V_{net} = 19981 \text{ mm pour les 135 jours}$$

- Efficience de l'irrigation: 60%

$$V_{brut} = \frac{V_{net}}{60\%} = \frac{19981}{0,6} = 33301,6m^3$$

Sur les 40% d'eau perdue o admet que 30% du volume brute percole donc s'infiltré et 10% sont perdus par évaporation ou ruissellement.

$$V_{percol} = 30\% V_{brut}$$

D'ou:  $V_{percol} = 33301,6 \times 0,3$

$$V_{percol} = 9990,5m^3 \text{ sur tout le cycle de 135 jours}$$

$$V_{percol} = 999,05 \text{ mm}$$

Ce volume perdu peut être reparti sur les 135 jours, il constitue le débit caractéristique :

$$q_c = \frac{V_{percol}}{135jr} = \frac{999,05}{135} = 7,4 \text{ mm/jr}$$

$$q_c = 7,4 \text{ mm/j}$$

$$q_c = 0,85 \text{ l/s/ha}$$

### VII.3.3 Cas ou l'excès provient du lessivage

Calcul des doses de lessivage:

En utilisant la formule de RHOADS (Leaching Requirement)

$$V = \frac{ETM}{1 - LR} \quad \text{Et:} \quad LR = \frac{C_{eiv}}{5C_{es} - C_{eiv}}$$

Avec:

- V : volume de lessivage y compris la dose d'arrosage.
- ETM : evapo-transpiration maximal.
- LR : Leaching Requirement
- $C_{eiv}$  : conductivité électrique de l'eau d'irrigation
- $C_{es}$  : conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée du sol

En a calcule le Leaching Requirement dans le chapitre V

#### ➤ **le 1<sup>eme</sup> cas $C_{es} < 4 \text{ mmhos/cm}$**

On prend  $C_{es} = 3 \text{ mmhos/cm}$

$$LR = 30 \%$$

$$V = 278,7 \text{ mm}$$

Volume supplémentaire qui percole :

$$V_L = 278,7 - 195,1$$

$$V_L = 83,6 \text{ mm par mois}$$

Le débit caractéristique :

$$q_c = 3,34 \text{ mm/j}$$

$$q_c = 0,39 \text{ l/s/ha}$$

➤ **le 2<sup>er</sup> cas  $4 < C_{es} < 7$  mmhos/cm**

On prend  $C_{es} = 5$  mmhos/cm

$$LR = 15 \%$$

$$V = 229,52 \text{ mm}$$

Volume supplémentaire qui percole :

$$V_L = 229,52 - 195,1$$

$$V_L = 34,4 \text{ mm par mois}$$

Le débit caractéristique :

$$q_c = 1,43 \text{ mm/j}$$

$$q_c = 0,15 \text{ l/s/ha}$$

On constate que les besoins de lessivage sont assez faibles et peuvent être négligés; c'est-à-dire que les pertes par percolation dues à la mauvaise efficacité du réseau d'irrigation peuvent assurer le lessivage des sels dans les deux cas là, ce qui nous ramène à ne pas envisager de lessivage d'entretien. Cependant, il est à prévoir un lessivage capital (ou initial) en fin de campagne d'irrigation.

**Récapitulation :**

**Tableau VII-8 : Différentes valeurs de  $q_c$**

RÉGIME DE CALCUL	CULTURES	R.P SANS STOCKAGE	R.P AVEC STOCKAGE	R.V	PERTE D'IRRIGATION	LESSIVAGE
$q_c$ (mm/jr)	arboricultures	7,66	8,046	1,6	7,4	3,34 1,43
	maraichères	12,46	0,975	8		
	prairies	4,75	-	14		
	céréales	6,461	-	4		

D'après les résultats si dessus on optera pour la valeur 12,46 mm/j (1,44 l/s/ha) qui correspondra au régime variable sans stockage; qui est la plus importante malgré que le débit caractéristique pour les prairies en régime variable est à 14mm/j, mais ce n'est pas une culture à forte valeur ajoutée.

## **VII.4 Principaux modes de drainage**

Lorsque l'excès d'eau se trouve confiné dans les couches superficielles du sol, le labour profond peut s'avérer suffisant, c'est-à-dire faire accroître le drainage naturel du sol ; on peut associer à cette technique un amendement calcique, afin d'améliorer la structure du sol.

Lorsque le choix d'installer un réseau de drainage est arrêté, deux variantes sont envisagées :

- \*Le drainage de surface horizontal.

- \*Le drainage profond vertical.

Le drainage de surface horizontal, est un moyen de fossés horizontaux à ciel ouvert. Il se pratique dans des sols très fins exemple les vertisols. Cette méthode est économique, mais elle engendre plusieurs inconvénients tels que ; les pertes considérables de la surface cultivable, les difficultés d'accès aux parcelles et l'entretien périodique. D'où le drainage par canalisations enterrées est conseillé.

Dans ce dernier cas, des canalisations de petits diamètres, appelés drains, comportent des orifices périphériques qui leurs permettent de recueillir l'eau de saturation du sol. Les files de drains horizontaux sont régulièrement écartés en se déversant dans des canalisations plus grosses les collecteurs, qui aboutissent à leur tour dans un émissaire pouvant être : un fossé, un ruisseau ou une rivière.

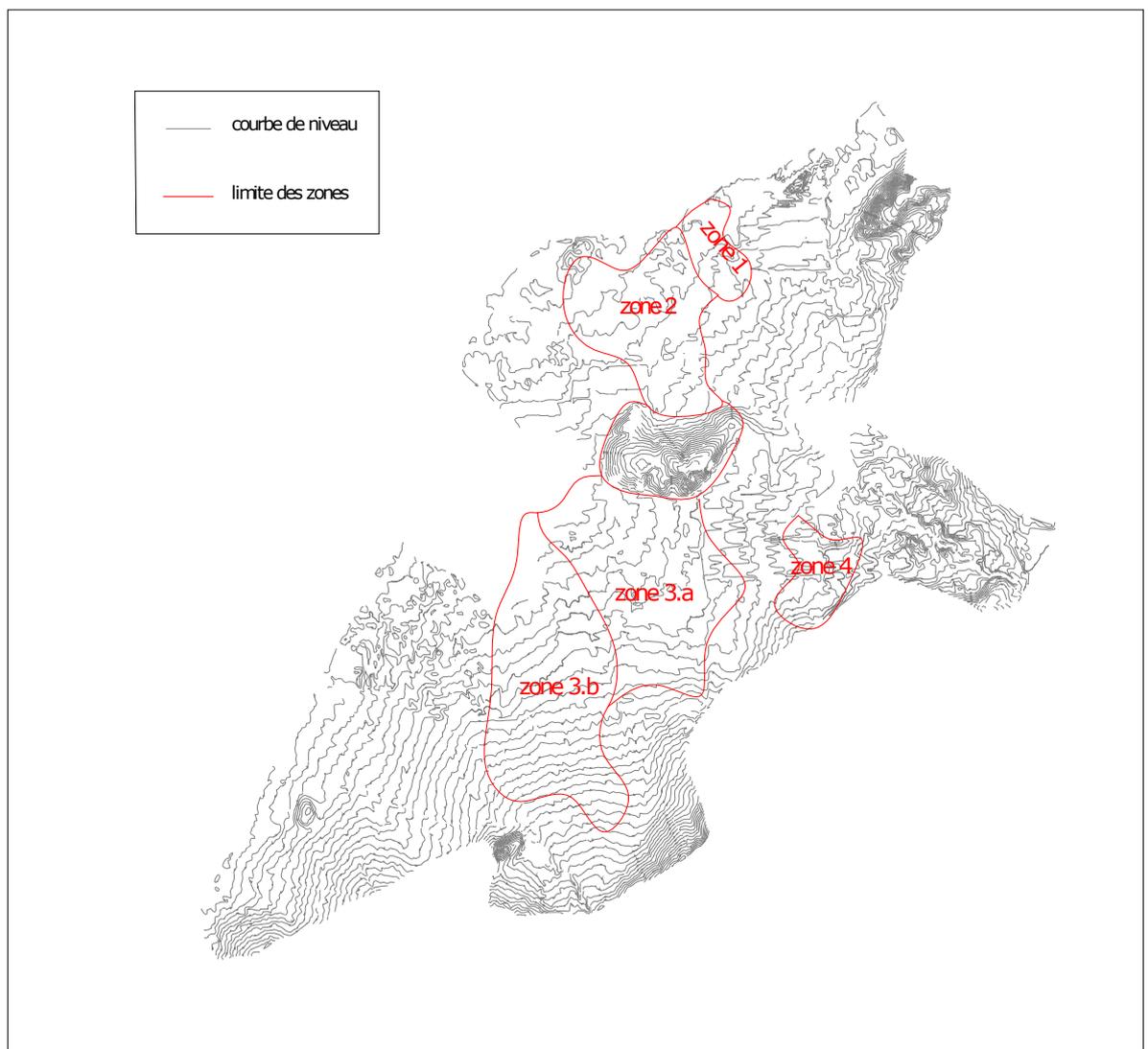
Le drainage profond vertical consiste à rabattre la nappe verticalement au moyen de forages profonds régulièrement espacés, traversant la couche imperméable et permet à l'eau des horizons superficiels de s'écouler dans les couches les plus profondes et les plus imperméables. Le drainage vertical n'est possible que dans des situations géologiques très favorables.

### VII.5 Type de Drainage

Le type de drainage recommandé pour l'évacuation des eaux excédentaires, va dépendre de la classe de sol.

Pour les vertisols on met des fosses, c'est un sol peu perméable défavorable pour le drainage souterrain, alors que les sols halomorphe et hydromorphe sont favorables pour le drainage par drain enterré.

La figure suivante montre le découpage des zones:



**Figure VII-4 : Image de la carte de découpage des zones à drainer**

Le tableau VII-9 donnera le type de drainage, et Les Coefficients de perméabilité de la couche meuble ( $k_1$ ) et la couche naturelle ( $k_2$ ) ;

**Tableau VII-9 : Type de drainage et coefficients de perméabilité de chaque zone**

zones	type de drainage	$K_1$ (m/j)	$K_2$ (m/j)
1	fosse	0,105	0,03
2	drain	0,3	0,15
3-a	fosse	0,21	0,07
3-b	drain	0,21	0,07
4	fosse	0,175	0,05

## **VII.6 Drainage par drains**

### **VII.6.1 Choix de la profondeur des drains**

La profondeur et l'écartement sont deux paramètres dépendants. Si l'on désire que la nappe souterraine se maintienne à une distance donnée de la surface du sol, on peut se fixer la profondeur des drains mais alors leur écartement sera déterminé et réciproquement.

En fait, la profondeur est souvent imposée par les conditions pédologiques ou économiques locales. Le principe est donc de fixer la profondeur et d'en déduire l'écartement.

La profondeur des drains est le plus souvent imposée par la profondeur de la couche imperméable lorsque celle-ci est clairement définie. Pour les calculs hydrauliques du drainage, on distingue :

Les drains sont reposés sur l'imperméable et drains ne sont pas reposés sur l'imperméable.

Par ailleurs, la FAO propose des profondeurs :

- ✓ à 1m pour les prairies ;
- ✓ à 1,25 m pour les terres arables ;

- ✓ ne pas dépasser dans les sols très argileux et très imperméables 0,9 à 1 m ainsi dans les terrains très perméables pour ne pas dessécher ces sols ;
- ✓ dans les sols imperméables ou peu perméables: 1 m à 1,1 m ;
- ✓ dans les sols riches légèrement calcaires : 1.25 m à 1,3 m ;
- ✓ dans les sols ou la culture de la vigne et des arbres fruitiers sont pratiqués, on recommande une profondeur de 1,3m à 1,5m

Le choix de la profondeur des drains est fait sur la base de données économique, pédologique et d'après la recommandation de la FAO ;

Notre réseau de drainage doit être réalisé avec une profondeur des drains de **1m**. Dans notre périmètre on a tous les cas cités auparavant, en plus l'aire de périmètre est très grande donc on opte pour une profondeur moyenne de 1m sauf pour l'arboriculture.

### **VII.6.2 Ecartement des drains "E"**

On utilisant le logiciel drflow, en régime permanent la méthode proposée par **Hoogdhout** est la suivante :

La formule de M<sup>r</sup> Hooghoudt est:

$$E = \sqrt{\frac{8 * k_1 * d * h + 4 * k_2 * h^2}{q_c}}$$

Dans la quelle :

$E$  : Ecartement des drains en m.

$k_1$  : Conductivité hydraulique de sol au dessus des drains en m/j.

$k_2$  : Conductivité hydraulique de sol au dessous des drains en m/j.

$d$  : Profondeur fictive de l'horizon imperméable (m)

$h$  : Profondeur de seuil de l'imperméable en m.

$q_c$  : Module de drainage en  $m^3/j/m^2$ .

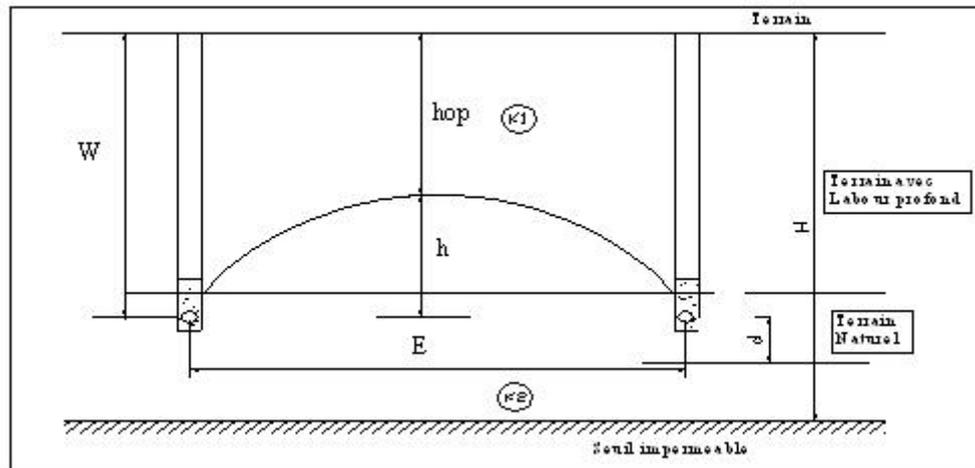


Figure VII-5: Drainage par tuyaux enterrés

2 Hooghoudt's steady-state drain-spacing equation (ILRI Publ. 16 of 1994, Eq. 8.8)

3

4  $L = + \sqrt{\frac{8K_b dh + 4K_t h^2}{q}}$  Valid for a two-layered soil; drain at interface

5

6 **Input data:**

7 **Soil parameters** K-top =  $K_t$  0,30 m/d

8 K-bottom =  $K_b$  0,15 m/d

9 aquiclude at -5,00 m

10 **System parameters** drain level -1,00 m

11 drain radius  $r_0$  0,10 m

12 **Agric. criterion** allowed w.t. -0,60 m

13 **Recharge=discharge**  $R = q$  12,5 mm/d

14

15 **Derived data:**

16 **Soil depth below drain** D 4,00 m

17 **Equivalent depth** d 2,43 m

18 **Hydraulic head** w.t. height = h 0,40 m + d.l.

19

20 **Output:**

21 Find L

22 Drain spacing L = 10 m

23

Figure VII-6 : Image Excel de logiciel drflow

On aura les résultats suivants pour l'écartement (E) :

Tableau VII-10 : Les écartements trouvés par le drflow

zone	$K_1$	$K_2$	W	$q_c$ (mm/j)	E (m)
2	0,3	0,15	1	12,46	10
3-b	0,21	0,07	1	12,46	7

On remarque que les écartements sont petits pour cela il faudra améliorer la structure par un sous solage afin d'augmenter la perméabilité et par conséquent l'écartement.

On envisage d'augmenter de 60% cette dernière, on aura :

**Tableau VII-11 : Ecartements après l'amélioration de la perméabilité**

Zone	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	E(m)
2	0,48	0,24	17
3-b	0,34	0,11	15

Pour la zone 2 on arrondir l'écartement a 20m.

### VII.6.3 Calcul des diamètres des drains "d"

#### ➤ Pour le régime uniforme

- Formule de DARCY – VEIBECH :

$$Q = 50 \times d^{2,71} \times i^{0,57} \dots\dots\dots \text{Pour les conduites lisses.}$$

- Formule de CHEZY- MANNING :

$$Q = 22 \times d^{2,67} \times i^{0,50} \dots\dots\dots \text{Pour les conduites ondulées.}$$

#### ➤ Pour le régime non uniforme

- Formule de DARCY – VEIBECH :

$$Q = 89 \times d^{2,71} \times i^{0,57} \dots\dots\dots \text{Pour les conduites lisses.}$$

- Formule de CHEZY- MANNING :

$$Q = 38 \times d^{2,67} \times i^{0,50} \dots\dots\dots \text{Pour les conduites ondulées.}$$

Avec :

$Q$  : Débit de projet (en m<sup>3</sup>/s);

$d$  : Diamètre du drain (en m);

$i$  : La pente du drain (en %).

La pente du drain est celle du terrain naturel, elle devra être  $\geq 1\%$  avec un approfondissement en cas de besoin.

Les drains agricoles seront des tuyaux annelés perforés, d'un diamètre nominal (diamètre inférieur, hors gorges) de 44, 58, 72 et 91 mm. Pour le choix du diamètre du projet on adopte la règle suivante :

**Tableau VII-12 : Valeurs normalisées des drains annelés perforés**

diamètres en mm a/b	longueur des rouleaux en m
44/50	200et250
58/65	150et200
72/80	100et150
91/100	50et100

Source : Cours de 5<sup>ème</sup> année irrigation et drainage avec M<sup>me</sup>. BAHBOUH

Avec :

a : diamètre intérieur

b : diamètre extérieur

✓ Le débit en extrémité de drain est fonction de la surface drainée,

$$Q = q_c \cdot E \cdot L$$

Avec :

$q_c$  : débit caractéristique en l/s/ha

L : longueur du drain en mètre

E : Ecartement en mètre

**Tableau VII-13 : Débit en extrémité de drain**

Zone	$q_c$ (mm/j)	E(m)	L(m)	Q (m3/j)	Q (l/s)
2	12,46	17	350	74,13	0,86
3-b	12,46	15	350	65,415	0,76

Le calcul des diamètres se fera par la formule de CHEZY-MANNING avec 50% marge de sécurité.

$$Q = 22 * d^{2.67} * i_c^{0.5}$$

D'où :

$Q$  : débit le long du drain ( $m^3/s$ ) ;

$d$  : diamètre intérieur du drain (m) ;

$i_c$  : pente hydraulique ;

**Tableau VII-14 : Diamètres des drains perforés**

zone	Q (m <sup>3</sup> /j)	Q (m <sup>3</sup> /s)	i	d(m)
2	74,13	0,00085799	0,007	0,072
3-b	65,415	0,00075712	0,009	0,066

Après avoir les résultats de calculs de diamètre des drains correspond ou zones drainés on prend le diamètre

$$d = 72 \text{ mm}$$

- ✓ Les tuyaux devront être conformes à la norme NF U 51-101 ou toutes normes similaire approuvée et devront satisfaire les conditions ci-après :
  - L'épaisseur de la paroi sera supérieure à 0,4 mm et celle des spires à 2 mm.
  - La surface totale des ouvertures ne devra pas être inférieure à 10 cm<sup>2</sup> par mètre linéaire de drain.
  - Les drains sont implantés selon la plus grande pente et débouchent sur fossés secondaires ou sur collecteurs.
- ✓ Les drains seront construits en tuyaux en polyvinyle chlorite (PVC). Ces tuyaux sont souples, pour faciliter leur pose, et annelés, pour augmenter leur résistance mécanique. Ce type de drain présente une bonne résistance au colmatage, il se pose mécaniquement.
- ✓ Au préalable à la pose des drains, la terre végétale sera décapée et la surface nivelée sur toute la largeur de la machine de pose.
- ✓ Les drains avec leur filtre de gravier seront mis en place au moyen d'une trancheuse-poseuse spéciale. L'ouverture des tranchées se fera de l'aval vers l'amont. L'alignement et le niveau des tuyaux seront établis soit à l'aide de jalons, soit en utilisant une machine télécommandée par rayon laser ou autre mécanisme.

### VII.6.4 Calcul hydraulique des collecteurs

#### ➤ Diamètre des collecteurs

Avant de faire ce calcul on doit connaître la pente de l'émissaire (0,4%) et on doit tenir celle des collecteurs plus grande que de l'émissaire (0,5%)

On utilise la même formule de CHEZY-MANNING mais cette fois ci on a écoulement non uniforme et conduite lisse ainsi une marge de sécurité de 75%.

$$Q = 89 * d^{2.71} * i_c^{0.57}$$

Le tableau suivant résume le calcul de diamètre pour les collecteurs lisses

**Tableau VII-15 : Résultats du calcul diamètres des collecteurs**

zone	désignassions	L(m)	Q (m3/s)	i	d(m)	d (mm)
2	a	797	0,238067	0,005	0,3808473	381
	b	497	0,0916031	0,005	0,267727	268
	c	659	0,0665195	0,005	0,2379112	238
	d	654	0,0660148	0,005	0,2372436	237
	e	1090	0,1100246	0,005	0,2864557	286
	f	1219	0,5451861	0,005	0,5170533	<b>517</b>
	g	503	0,2833982	0,005	0,4061475	406
	h	543	0,162573	0,005	0,3308455	331
	i	1191	0,1202195	0,005	0,2959775	296
	j	1197	0,1208252	0,005	0,2965268	297
	k	1123	0,1133556	0,005	0,2896258	290
	l	1112	0,1122453	0,005	0,2885757	289
	m	955	0,0963977	0,005	0,2728149	273
	a	98	0,009893	0,006	0,1133355	<b>113</b>
	b	527	0,0532003	0,006	0,2108407	211
	c	831	0,3354546	0,006	0,4159623	416
	d	384	0,17333	0,006	0,3260157	326
	e	428	0,0951952	0,006	0,2613377	261

<b>3-b</b>	f	729	0,0735921	0,006	0,2376585	238
	g	774	0,0781348	0,006	0,2429698	243
	h	775	0,0782357	0,006	0,2430856	243
	i	726	0,0732892	0,006	0,2372971	237
	j	721	0,0727845	0,006	0,2366928	237
	l	1117	0,3761877	0,006	0,4339299	434
	m	362	0,1808507	0,006	0,3311657	331
	n	369	0,084646	0,006	0,2502532	250
	o	654	0,0660209	0,006	0,2283257	228
	p	772	0,0779329	0,006	0,242738	242
	q	818	0,0825766	0,006	0,2479779	247
	r	851	0,0859079	0,006	0,2516235	252
	s	900	0,0908544	0,006	0,2568755	257
	t	854	0,0862107	0,006	0,2519504	252
	u	530	0,2330415	0,006	0,3636448	364
	v	376	0,1280542	0,006	0,291556	292
	w	377	0,0523422	0,006	0,2095794	210
	x	330	0,0333133	0,006	0,1773933	177
	y	562	0,0567335	0,006	0,2159032	216
	z	775	0,0782357	0,006	0,2430856	243
	al	1072	0,1082177	0,006	0,2739992	274
	bl	1011	0,1020598	0,006	0,2681394	268
	cl	182	0,3271263	0,006	0,4121213	412
	d1	544	0,2508086	0,006	0,3736388	374
	e1	300	0,128559	0,006	0,2919795	292
	fl	250	0,0461843	0,006	0,20012	200
gl	665	0,0335657	0,006	0,177888	178	
hl	666	0,0672323	0,006	0,2298628	230	
il	667	0,0673332	0,006	0,2299901	230	
jl	665	0,0671313	0,006	0,2297354	230	
kl	274	0,2697366	0,006	0,3838059	384	

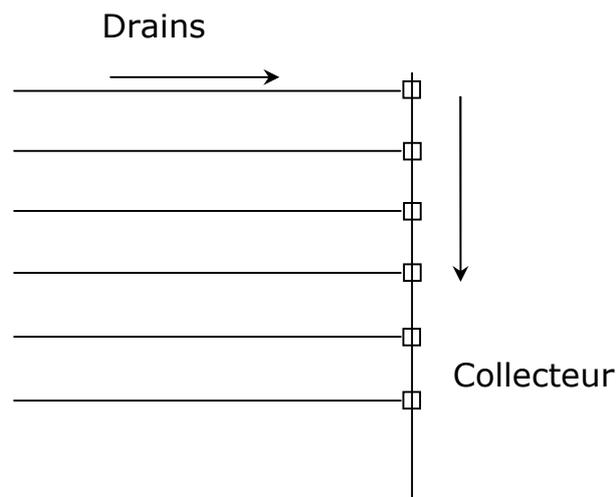
	l1	450	0,2163344	0,006	0,3537983	354
	m1	350	0,1437519	0,006	0,3042658	304
	n1	260	0,0480519	0,006	0,2030688	203
	o1	346	0,0349285	0,006	0,1805198	181
	p1	773	0,0780338	0,006	0,242854	243
	q1	494	0,049869	0,006	0,2058693	206
	r1	392	0,0395721	0,006	0,189029	189

Nous remarquons que les diamètres des collecteurs varient entre 113 et 517mm, ils seront construits en tuyau PVC.

### ➤ **Profondeur des collecteurs**

La jonction des drains au collecteur est assurée au moyen d'un regard de dimension  $0,40 * 0,40 * 1,30$  ; la cote du drain étant au moins à 10 cm au-dessus de la génératrice supérieure du collecteur. C'est-à-dire que les collecteurs auront une profondeur de  $1 + 0,1m \ll 1,1m \gg$ .

La jonction entre drains et collecteurs\_ doit se faire sous un angle supérieur à  $30^\circ$  et  $60^\circ$



### ➤ **Jonction collecteur émissaire**

Le collecteur doit être débouchés à l'émissaires à 0,2 m au moins au dessus de plafond et au 0,1 par le niveau moyen des eaux.

### ➤ **pose des collecteurs**

Le fond de fouille, soigneusement préparé à la main avant la descente des tuyaux, sera purgé des gros éléments pierreux.

Les tuyaux seront posés à la grue ou à la main en file bien alignée et bien nivelée et seront calés par de la terre bien tassée voire compactée. Le calage par des pierres est interdit.

## **VII.7 Drainage par fossés**

Le choix de fossé profond constituera un moyen éprouvé de protection contre des éventuelles remontées de la nappe profonde ou la constitution de nappe perchées.

Les zones sujettes à ce problème sont le résultat des écoulements des bassins limitrophes ou de la stagnation des eaux pluviales a cause de la texture (les vertisols).

Elles sont le résultat des eaux transportées par le cours d'eau, qui par les chenaux ouverts sur les berges de l'oued déversent directement dans ces zones qui sont devenues des zones d'épandage.

### **VII.7.1 Module d'assainissement**

Module d'assainissement est le débit caractéristique en régime permanent sans tenir compte du stockage  $q_c = 1,44$  l/s/ha

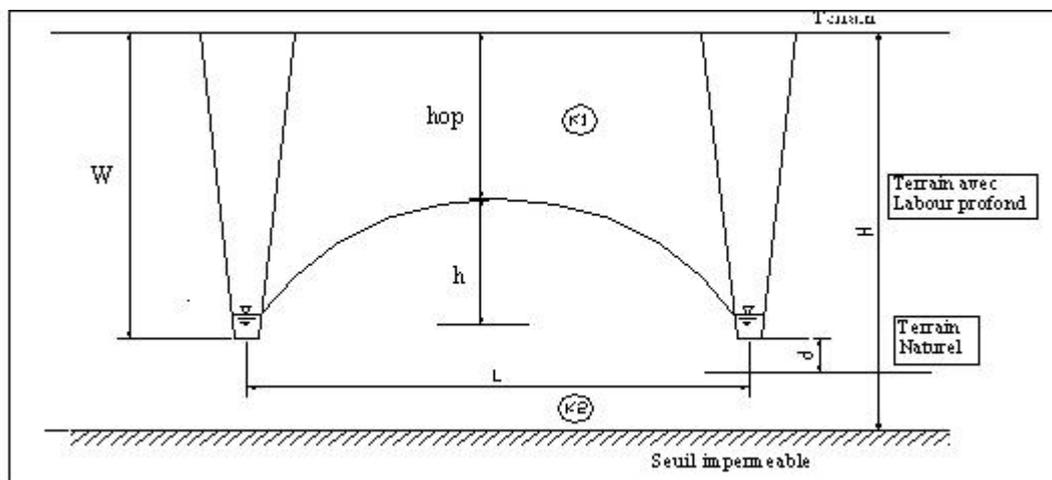
### **VII.7.2 Ecartement des fossés "L"**

On doit améliorer la perméabilité des sols par un sous solage jusqu'à 60%, d'où on aura :

**Tableau VII-16 : La perméabilité après l'amélioration**

zones	type de drainage	$K_1$ (m/j)	$K_2$ (m/j)
1	fosse	0,2	0,1
3-a	fosse	0,4	0,2
4	fosse	0,28	0,11

On utilisant le logiciel drflow, qu'utilise la méthode proposée par Hoogdhout :

**Figure VII-7: Drainage par fossé**

Le tableau ci-après présente l'écartement des fossés selon la profondeur de l'assise imperméable :

**Tableau VII-17 : L'écartement des fossés**

zones	$K_1$ (m/j)	$K_2$ (m/j)	W(m)	L(m)
1	0,2	0,1	1,4	17
3-a	0,4	0,2		25
4	0,28	0,11		19

On peut arrondir à 30m cet écartement.

### VII.7.3 Dimensionnement des fossés

Le profil de meilleur conductivité est celui qui véhicule le débit maximum; Pour un canal de pente "i" et de coefficient de rugosité "n", la section qui véhicule le débit maximal  $Q_{\max}$  est celle où le rayon hydraulique  $R_h$  est maximal la ou la section est minimale.

Parmi toutes les formes géométriques, seule la demi-circulaire satisfait cette condition, mais comme elle n'est réalisée que dans les canaux artificiels en béton ou en métal et vue la difficulté et le coût de sa réalisation en terre, nous opterons pour la forme trapézoïdale.

La profondeur normale  $Y_n = 0,2$  m (en fixe le  $H_{\text{fosse}}$  à 1,4 m c'est la profondeur de l'imperméable, la profondeur maximale des racines est de 1,2 m)

$$Y_n = h = H_{\text{fosse}} - h_{\text{racie}}$$

La formule de Manning-strickeler :

$$Q = K_n \times R^{2/3} \times i^{1/2} \times S$$

Avec : Q : Débit en  $\text{m}^3/\text{s}$

S : Section mouillée en  $\text{m}^2$

$$S = (b \times h) + (m \times h^2)$$

m : fruit de talus

L'inclinaison de talus est exprimée en angle de pente ( $\alpha$ ) ou par le rapport hauteur/base (1 : m), qui représente la  $\cotg \alpha$  :

**Tableau VII-18 : Inclinaison du talus en déblais**

nature du sol	m	$\alpha$
roche	0	90°
argile pure	0,33	72°
terre argileuse	<b>0,5</b>	<b>60°</b>
terre franche	1	45°

Source : Polycope d'Institut national agronomique « drainage »

$K_n$  : Coefficient de Strickler

**Tableau VII-19 : Valeurs de la rugosité**

Type de canaux	$K_n$
petits fossés, enherbés	15
fossés moyens, gazonnés	25
grands canaux, nettoyés	40
surface revêtue	60
Nature du terrain	$K_n$
pente nue égalisée	50
<b>terrain labouré</b>	<b>30</b>
cultures céréalières	20
prairies permanentes	10

Source : Polycope d'Institut national agronomique « drainage »

R : Rayon hydraulique en m

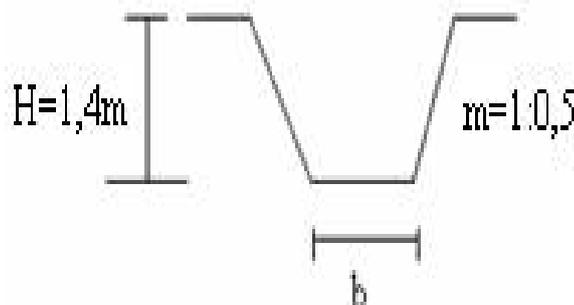
$$R = \frac{S}{P}$$

P : périmètre en m

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

La vitesse maximale est plafonnée à 1,10 m/s

La section type est la suivante :



Le problème dans ce cas se résoudra par approximations successives:

$$\frac{Q}{\sqrt{i}} = c \times S \times \sqrt{R}$$

$$\text{Et : } \frac{Q}{\sqrt{i}} = \frac{0,0022}{\sqrt{0,01}} = 0,022$$

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant:

**Tableau VII-20 : Dimensionnement des fossés par la formule de MANNING – STRICKLER**

b(m)	S (m2)	P(m)	R	C	Q/i <sup>0,5</sup>
<b>0,001</b>	0,0202	0,4482136	0,0450678	17,896399	0,076745
<b>0,002</b>	0,0204	0,4492136	0,0454127	17,919153	0,0778998
<b>0,003</b>	0,0206	0,4502136	0,0457561	17,941663	0,0790595
<b>0,004</b>	0,0208	0,4512136	0,0460979	17,963934	0,0802242
<b>0,005</b>	0,021	0,4522136	0,0464382	17,98597	0,0813937
<b>0,006</b>	0,0212	0,4532136	0,0467771	18,007776	0,0825681
<b>0,007</b>	0,0214	0,4542136	0,0471144	18,029355	0,0837473

En remarque que le bief est très petit 1mm et ne vérifie pas la condition, donc on doit varier l'écartement pour avoir au moins un b (10 ÷ 35) cm les résultats sont les suivants :

**Tableau VII-21 : Calcul des écartements pour avoir b = (10 ÷ 35)**

qc (mm/j)	E(m)	L(m)	Q (m <sup>3</sup> /j)	Q (l/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q/i <sup>0,5</sup>
12,46	30	500	186,9	2,1631944	0,00216319	0,02163194
	40	500	249,2	2,8842593	0,00288426	0,02884259
	50	500	311,5	3,6053241	0,00360532	0,03605324
	60	500	373,8	4,3263889	0,00432639	0,04326389
	70	500	436,1	5,0474537	0,00504745	0,05047454
	80	500	498,4	5,7685185	0,00576852	0,05768519
	90	500	560,7	6,4895833	0,00648958	0,06489583
	100	500	623	7,2106481	0,00721065	0,07210648
	110	500	685,3	7,931713	0,00793171	0,07931713
	120	500	747,6	8,6527778	0,00865278	0,08652778
	130	500	809,9	9,3738426	0,00937384	0,09373843
140	500	872,2	10,094907	0,01009491	0,10094907	

12,46	150	500	934,5	10,815972	0,01081597	0,10815972
	160	500	996,8	11,537037	0,01153704	0,11537037
	170	500	1059,1	12,258102	0,0122581	0,12258102
	180	500	1121,4	12,979167	0,01297917	0,12979167
	190	500	1183,7	13,700231	0,01370023	0,13700231
	200	500	1246	14,421296	0,0144213	0,14421296
	210	500	1308,3	15,142361	0,01514236	0,15142361
	220	500	1370,6	15,863426	0,01586343	0,15863426
	230	500	1432,9	16,584491	0,01658449	0,16584491
	240	500	1495,2	17,305556	0,01730556	0,17305556
	250	500	1557,5	18,02662	0,01802662	0,1802662
	260	500	1619,8	18,747685	0,01874769	0,18747685
	270	500	1682,1	19,46875	0,01946875	0,1946875
	280	500	1744,4	20,189815	0,02018981	0,20189815
	290	500	1806,7	20,91088	0,02091088	0,2091088
	300	500	1869	21,631944	0,02163194	0,21631944
	<b>310</b>	<b>500</b>	<b>1931,3</b>	<b>22,353009</b>	<b>0,02235301</b>	<b>0,22353009</b>
	320	500	1993,6	23,074074	0,02307407	0,23074074
	330	500	2055,9	23,795139	0,02379514	0,23795139
	340	500	2118,2	24,516204	0,0245162	0,24516204
	350	500	2180,5	25,237269	0,02523727	0,25237269
	360	500	2242,8	25,958333	0,02595833	0,25958333
	370	500	2305,1	26,679398	0,0266794	0,26679398
	380	500	2367,4	27,400463	0,02740046	0,27400463
	390	500	2429,7	28,121528	0,02812153	0,28121528
	400	500	2492	28,842593	0,02884259	0,28842593
	410	500	2554,3	29,563657	0,02956366	0,29563657
	420	500	2616,6	30,284722	0,03028472	0,30284722
	430	500	2678,9	31,005787	0,03100579	0,31005787
	440	500	2741,2	31,726852	0,03172685	0,31726852
	450	500	2803,5	32,447917	0,03244792	0,32447917
	460	500	2865,8	33,168981	0,03316898	0,33168981
	470	500	2928,1	33,890046	0,03389005	0,33890046
480	500	2990,4	34,611111	0,03461111	0,34611111	
490	500	3052,7	35,332176	0,03533218	0,35332176	
500	500	3115	36,053241	0,03605324	0,36053241	
510	500	3177,3	36,774306	0,03677431	0,36774306	
520	500	3239,6	37,49537	0,03749537	0,3749537	
530	500	3301,9	38,216435	0,03821644	0,38216435	
540	500	3364,2	38,9375	0,0389375	0,389375	
550	500	3426,5	39,658565	0,03965856	0,39658565	
560	500	3488,8	40,37963	0,04037963	0,4037963	

12,46	570	500	3551,1	41,100694	0,04110069	0,41100694
	580	500	3613,4	41,821759	0,04182176	0,41821759
	590	500	3675,7	42,542824	0,04254282	0,42542824
	600	500	3738	43,263889	0,04326389	0,43263889
	610	500	3800,3	43,984954	0,04398495	0,43984954
	620	500	3862,6	44,706019	0,04470602	0,44706019
	630	500	3924,9	45,427083	0,04542708	0,45427083
	640	500	3987,2	46,148148	0,04614815	0,46148148
	650	500	4049,5	46,869213	0,04686921	0,46869213
	660	500	4111,8	47,590278	0,04759028	0,47590278
	670	500	4174,1	48,311343	0,04831134	0,48311343
	680	500	4236,4	49,032407	0,04903241	0,49032407
	690	500	4298,7	49,753472	0,04975347	0,49753472
	700	500	4361	50,474537	0,05047454	0,50474537
	710	500	4423,3	51,195602	0,0511956	0,51195602
	720	500	4485,6	51,916667	0,05191667	0,51916667
	730	500	4547,9	52,637731	0,05263773	0,52637731
	740	500	4610,2	53,358796	0,0533588	0,53358796
	750	500	4672,5	54,079861	0,05407986	0,54079861
	760	500	4734,8	54,800926	0,05480093	0,54800926
	770	500	4797,1	55,521991	0,05552199	0,55521991
	780	500	4859,4	56,243056	0,05624306	0,56243056
	790	500	4921,7	56,96412	0,05696412	0,5696412
	800	500	4984	57,685185	0,05768519	0,57685185
	810	500	5046,3	58,40625	0,05840625	0,5840625
	820	500	5108,6	59,127315	0,05912731	0,59127315
	830	500	5170,9	59,84838	0,05984838	0,5984838
	840	500	5233,2	60,569444	0,06056944	0,60569444
850	500	5295,5	61,290509	0,06129051	0,61290509	
860	500	5357,8	62,011574	0,06201157	0,62011574	
870	500	5420,1	62,732639	0,06273264	0,62732639	
<b>880</b>	<b>500</b>	<b>5482,4</b>	<b>63,453704</b>	<b>0,0634537</b>	<b>0,63453704</b>	
890	500	5544,7	64,174769	0,06417477	0,64174769	

**Tableau VII-22 : Calcul de bief b des fossés**

<b>b(m)</b>	<b>S (m<sup>2</sup>)</b>	<b>P(m)</b>	<b>R</b>	<b>C</b>	<b>Q/i<sup>0,5</sup></b>
<b>0,1</b>	<b>0,04</b>	<b>0,5472136</b>	<b>0,0730976</b>	<b>19,398662</b>	<b>0,2097893</b>
<b>0,2</b>	0,06	0,6472136	0,0927051	20,182356	0,3687015
<b>0,3</b>	<b>0,08</b>	<b>0,7472136</b>	<b>0,1070644</b>	<b>20,672617</b>	<b>0,541138</b>
<b>0,35</b>	0,09	0,7972136	0,1128932	20,856074	0,6306799
<b>0,4</b>	0,1	0,8472136	0,118034	21,011438	0,7218705
<b>0,5</b>	0,12	0,9472136	0,1266874	21,260663	0,9080813

Le calcul théorique des dimensions des fossés donne des valeurs non praticables sur le terrain et pas du tout économique.

Des fossés trop rapprochés font prendre beaucoup de surface agricole, et leurs dimensions sont trop faibles pour être effectuées par des engins.

Un écartement trop important ne peut pas permettre aux fossés de jouer leur rôle, il serait intéressant de tester ou expérimenter d'autres méthodes d'évacuation, soit par des drains, soit iniquement par du travail du sol ayant pour objectif, d'augmenter la profondeur du sol, la perméabilité de ce dernier, et donc aussi la porosité de drainage.

### **VII.8 Protection du périmètre contre les eaux sauvages**

Entouré de montagnes et de collines, surtout la partie centre du périmètre subit des inondations par les eaux de ruissellement.

A fin d'y remédier à ce phénomène, nous proposons de projeter un canal de ceinture (c'est un canal à ciel ouvert pour évacuer ces eaux tout en protégeant le périmètre des inondations).

L'évacuation d'un débit de projet, diminue le montant des dégâts causés aux cultures et aux réseaux d'irrigation, et augmenter en conséquence la productivité, de ce fait, l'estimation de ce débit doit prendre en considération la fréquence (période de retour) ainsi que la surface du bassin versant.

Généralement, le dimensionnement des ouvrages de protection contre les eaux sauvages se fait par les débits de crue de fréquence quinquennale que l'on peut calculer à l'aide des formules suivantes: (en fonction de la grandeur du bassin versant):

➤ Pour les bassins versant de 10 à 100 km<sup>2</sup>:

$$Q_{(5)} = 15 \times S^{0,455}$$

Avec:

- $Q_{(5)}$  : débit de crue quinquennale (en m<sup>3</sup>/s).
- $S$  : surface du bassin versant (en km<sup>2</sup>).

➤ Pour les bassins plus petits:

Surtout la ou l'on ne dispose d'aucune donnée statistique, les débits seront calculés en appliquant la formule rationnelle de TURAZZA :

$$Q_{(5)} = 0,28 \times c \times i \times s$$

Avec:

- $Q_{(5)}$  : débit de crue quinquennale (en m<sup>3</sup>/s).
- C : coefficient de ruissellement (0,6 dans notre cas: terrain imperméable non boisé).
- i : intensité de la pluie critique de durée égale au temps de concentration  $T_c$  du bassin versant (en mm/heure).
- S : aire du bassin versant (en km<sup>2</sup>).

Le temps de concentration  $T_c$  du bassin peut être déterminé à l'aide de la formule de VENTURA:

$$T_c = 0,1272 \sqrt{\frac{S}{I}}$$

Avec:

- $T_c$  : temps de concentration (en heures).
- S : aire du bassin versant (en km<sup>2</sup>).
- I : pente moyenne du thalweg principal.

### **VII.8.1 Choix de la formule a utilisé :**

Vu la superficie du sous bassin versant pris en considération (voir la carte de réseau de drainage) qui est de l'ordre de 3,21 km<sup>2</sup>, notre choix se porte sur la formule (2); c'est-à-dire:

$$Q_{(5)} = 0,28 \times c \times i \times s$$

Avec :

$$T_c = 0,1272 \sqrt{\frac{3,21}{0,07}}$$

$$\mathbf{T_c = 0,361 h}$$

D'où :

$$i = 212,27 \text{ mm/h}$$

$$Q_{(5)} = 0,28 \times 0,6 \times 212,27 \times 3,21$$

$$Q_{(5)} = \mathbf{114,47 \text{ m}^3/\text{s}}$$

### VII.8.2 Dimensionnement du canal de ceinture

Le dimensionnement du canal de colature (dit aussi canal de ceinture) se fait de même que les fossés d'assainissement, c'est-à-dire par la formule de MANNING - STRICKLER;

On a:

- $Q = 114,47 \text{ m}^3/\text{s}$
- $n = 0,0225$  (limon et argile);
- $m = 1$ ;
- $h = (2 \div 2,5) \text{ m}$ ;
- $i = (2 \div 5) \%$ ;
- $r = 0,5 \text{ m}$ .

D'après MANNING - STRICKLER :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad \Rightarrow \quad Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \times S$$

$$\Rightarrow \quad Q = c \times S \times R^{\frac{1}{2}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ou:} \quad c = \frac{1}{n} \times R^{\frac{1}{6}}$$

Pour un canal trapézoïdal :

- $S = (b + mh) \times h$
- $P = b + 2h \times \sqrt{m^2 + 1}$
- $R = \frac{S}{P}$

Le problème dans ce cas se résoudra par approximations successives:

$$\frac{Q}{\sqrt{i}} = c \times S \times \sqrt{R} = \varphi(b)$$

$$\text{Et : } \frac{Q}{\sqrt{i}} = \frac{114,47}{\sqrt{0,05}} = 511,93 \quad \Rightarrow \quad \varphi(b) = 511,93$$

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant:

**Tableau VII-23 : Dimensionnement des fossés par la formule de MANNING – STRICKLER**

B	S	P	R	C	Q
0,1	5,25	5,7568542	0,9119564	43,766971	219,4284
0,2	5,5	5,8568542	0,9390707	43,981212	234,41156
0,3	5,75	5,9568542	0,9652746	44,183416	249,60459
0,4	6	6,0568542	0,9906132	44,374639	264,99529
0,5	6,25	6,1568542	1,0151288	44,55581	280,57239
0,6	6,5	6,2568542	1,0388607	44,727748	296,32552
0,7	6,75	6,3568542	1,061846	44,891185	312,24508
0,8	7	6,4568542	1,0841193	45,04677	328,32218
0,9	7,25	6,5568542	1,1057132	45,195087	344,54859
1	7,5	6,6568542	1,1266583	45,33666	360,91663
1,1	7,75	6,7568542	1,1469835	45,47196	377,41917
1,2	8	6,8568542	1,1667158	45,601416	394,04956
1,3	8,25	6,9568542	1,1858808	45,725415	410,8016
1,4	8,5	7,0568542	1,2045027	45,84431	427,66948
1,5	8,75	7,1568542	1,2226042	45,958424	444,64777
1,6	9	7,2568542	1,2402068	46,06805	461,73139
1,7	9,25	7,3568542	1,2573309	46,173459	478,91555
1,8	9,5	7,4568542	1,2739957	46,274898	496,19577
1,9	9,75	7,5568542	1,2902194	46,372596	513,56783
2	10	7,6568542	1,3060194	46,466763	531,02776

Le canal de colature ceinture dans ce cas aura comme caractéristiques:

- $H = 2 + r = 2,5 + 0,5 = 2,5 \text{ m};$
- $b = 1,9 \text{ m};$
- $m = 1;$
- $i = 5\%$

## **Conclusion**

Dans notre projet le drainage par drains enterrés s'est justifié par les différents avantages qui confèrent à savoir :

- Emprise des sols peu importants par rapport aux fossés à ciel ouvert.
- Permet un rabattement de la nappe à une profondeur voulue facilite aussi le labour profond.
- Un contrôle plus efficace de la salinité.
- Le cout de l'installation risque au début d'être un peu élevé mais comparé aux frais d'entretien des fossés à ciel ouvert.
- Le dimensionnement du réseau de drainage n'est pas simple au niveau d'un périmètre irrigué, surtout en zone semi aride. En effet il :
  - ✓ faut d'abord étudier, l'origine des excès d'eau.
  - ✓ La pédologie pour connaître le taux de salinité des sols.
  - ✓ Connaitre la sensibilité des cultures vis-à-vis de cette salinité.
  - ✓ Quantifier les doses de lessivage.
  - ✓ Le calcul théorique des fossés peut s'avérer parfois non praticable, il est donc recommander de faire beaucoup d'investigations sur le terrain afin de trouver de meilleures solutions.
- Il faut aussi ne pas oublier de protéger le périmètre contre les eaux sauvages, dus cette une topographie spécifique, par des fossés de ceinture.

### **VIII.1 Entretien D'un réseau des drains**

Un drainage bien exécuté doit, en principe, fonctionner de nombreuses années, sans que l'on ait besoin d'effectuer des travaux d'entretien, sauf le nettoyage des bouches et le curage des regards s'il en existe.

Cependant, des obstructions peuvent empêcher un bon fonctionnement du système, ils peuvent être d'origine suivante :

- des malfaçons dans l'exécution des travaux ;
- des bouchures des drains par des racines d'arbres ;
- un colmatage par des particules fines de la zone perméable entourant les drains.

Ces différentes causes d'obstruction peuvent être repérées par la mesure du niveau piézométrique autour des drains et à différentes profondeurs.

Afin d'éviter des obstructions dues aux malfaçons pendant la construction, il va de soi de bien veiller particulièrement au règlement parfait des tranchées et à leur remblayage.

La pente doit être régulière sans point bas. Les drains doivent avoir une profondeur suffisante pour parer au risque de cassure par le labour profond.

Pour parer au risque d'obstruction par les racines des plantes une profondeur considérable est également à observer. De préférence, on ne trace pas des drains à côté d'une rangée d'arbres, ou on dispose les arbres que par leurs extrémités supérieures, ou bien on prévoit des drains protecteurs (sacrifiés).

Parmi les méthodes de nettoyage nous citons soit un nettoyage mécanique, soit par moyen d'un tuyau asperseur à haute pression (80 à 100 atmosphères), soit par l'application d'un herbicide, cette dernière méthode demande l'accès au bout amont d'un drain.

Un système de drainage composé (collecteurs souterrains) peut considérablement compliquer l'entretien.

Le cas de colmatage de la zone entourant les drains se produit à long terme de façon que l'on voie diminuer progressivement l'efficacité d'un réseau.

Ces cas est presque sans remède. La seule solution est la réfection totale du réseau colmaté. Pour éviter le retour d'un tel phénomène, il est nécessaire d'entourer le drain d'un filtre.

## **VIII.2 Méthodes d'entretien des fossés**

L'entretien des fossés et canaux repose sur la combinaison de trois types de méthodes : mécaniques, chimiques et biologiques.

### **VIII.2.1 Les méthodes mécaniques**

Ces méthodes sont les plus courantes, elles consistent en faucardage et curage des fossés au moyen de machines réalisant soit une coupe, soit un arrachage mécanique de végétation. Le curage qui induit un arrachage des racines a une plus grande efficacité que le simple faucardage. La mise en œuvre de ces méthodes est toute fois coûteuse.

### **VIII.2.2 Les méthodes chimiques**

Elles consistent à contrôler le développement de la végétation par application d'herbicides. Ces méthodes doivent être appliquées avec prudence, en raison de leurs éventuels impacts sur l'environnement et la santé, tout particulièrement efficaces si les eaux de drainages sont réutilisées. Elles sont particulièrement efficaces lorsqu'elles sont régulièrement appliquées. La quantité d'herbicide mise en œuvre pour maintenir un faible pourcentage de végétation acceptable (de l'ordre de 5 % de couverture végétale) est en effet plus faible que pour des traitements d'urgences.

### **VIII.2.3 Les méthodes biologiques**

Utilisent des animaux pour contrôler la croissance des végétations. Des carpes chinoises, des manettes sont utilisés à cet effet en divers endroit du globe. Ces méthodes s'appliquent principalement aux grands canaux de drainage car ces espèces ont besoin d'apports d'eau réguliers et de quantités d'eau importantes.

### **VII.3 Plan de gestion**

Les modalités d'entretien mécaniques des fossés et rigoles de drainage devront tenir compte des enjeux eau et biodiversité. En particulier, est exclu :

- Tout Surcreusement et/ou recalibrage conduisant à l'augmentation de la vitesse d'écoulement de l'eau
- Toutes interventions conduisant ou participant à l'assèchement de milieux humides alentours (marais, tourbières, prairies humides, ...)
- Toutes interventions mettant en péril la stabilité des berges

Les produits de curage éventuels après intervention devront être régalés sur les parcelles agricoles attenantes. Les produits de curage ne devront en aucun cas être utilisés pour rehausser ou consolider les berges.

Les modalités d'entretien de la végétation située dans le fossé ou la rigole d'irrigation ou sur les berges devront respecter les modalités suivantes :

- Faucardage du fond à réaliser au moins deux fois pendant la période d'engagement des 5 ans afin d'assurer un bon écoulement de l'eau
- L'entretien de la végétation des berges devra être réalisé selon la même périodicité (2 fois dans les 5 ans) de façon à permettre le développement et/ou le maintien d'une végétation rivulaire arbustive ou arborescente adaptée au milieu :  
    élagage et/ou broyage sélectif en préservant les espèces

- arborescentes de bords de cours d'eau (aulne, frêne, saules, hêtre)
- L'utilisation de produits phytosanitaires de synthèse est strictement interdit dans et aux abords des fossés et rigoles engagés
  - Toute intervention (entretien mécanique et entretien de la végétation) est interdite entre le 1er mars et le 31 août (période de reproduction et de nidification des espèces inféodées aux milieux ciblés)

#### **VIII.4 Gestion des fossés**

La gestion des fossés vise à réduire l'érosion plutôt que de contrôler les sédiments. L'utilisation d'une méthode d'entretien comme le 1/3 inférieur permet de diminuer les impacts environnementaux, sociaux et économiques issus de l'érosion et du transport des sédiments.

##### **VIII.4.1 Méthode du 1/3 inférieur**

Elle consiste à ne nettoyer que le fond du fossé, laissant les talus végétalisés. Cette méthode permet une diminution entre 75% et 94% de l'érosion dans les fossés. De plus, elle permet des gains économiques en moyenne de 40% pour le temps de nettoyage.

- Rôles :
- stabiliser les talus
  - diminuer la quantité de sol mis à nu dans les fossés.

##### **VII.4.2 Méthode inférieur bonifié (avec bermes)**

Elle peut être bonifiée avec des mesures pour freiner l'eau comme l'ajout de bermes.

- Rôles :
- stabiliser les talus
  - diminuer la quantité de sol mis à nu dans les fossés.
  - ralentir la vitesse d'écoulement.

Il est suggéré de travailler en amont pour la vitesse d'écoulement et

pour avoir moins d'efforts à fournir en aval. Privilégier également la prévention plutôt que les actions curatives que cela donne généralement plus de résultats et coute moins cher.

### ***VIII.5 Réutilisation des rejets des eaux de drainage***

Ce problème se pose avec acuité en périmètres irrigués dans lesquels les eaux de drainage présentent souvent des concentrations élevées en sels. Dans certaines situations, la qualité des eaux de drainage permet sa réutilisation pour l'irrigation ; différentes stratégies de réutilisation sont envisageables. Cependant, dans de nombreux autres cas, les effluents sont trop salés ou trop pollués pour envisager cette solution.

Il n'est en outre économiquement pas possible de déssaliniser d'importants volumes d'eau pour l'agriculture. Il est alors essentiel de prévoir le rejet des eaux de drainage vers des exutoires qui permettent d'éviter la réintroduction des sels dans le système aquifère.

# CONCLUSION GENERALE

L'objectif de notre travail, a consisté à projeter un réseau de drainage et d'assainissement sur le périmètre irrigué de la plaine de M'Léta. Ce réseau a pour rôle, l'évacuation des eaux excédentaires, mais surtout, une amélioration du degré de salinité des sols.

Ce point est très important car l'irrigation de cette plaine se fait avec des eaux usées épurées. Donc l'impact d'une telle utilisation sera négatif si l'on ne prend pas la précaution d'installer un tel réseau.

Le drainage permettra de même une diversification des cultures à mettre en place.

Les différents assolements permettront dans le futur un travail de sol différent, des façons culturales variées, qui entraîneront automatiquement de meilleures caractéristiques physico-hydrauliques du sol.

L'impact socioéconomique est très important, car le projet permettra le maintien de la population locale en place, une amélioration des rendements, donc des meilleurs revenus.

Cependant, il est à noter que la source des données de ce projet provient d'un avant projet fait par un bureau d'étude, nous avons notés plusieurs anomalies et contradictions, ainsi que certaines erreurs dans la projection de ce réseau.

Notre travail est totalement indépendant et différent des opérations prises dans le rapport d'étude.

Bien entendu toutes nos recommandations et résultats d'études restent à vérifier sur le terrain.

### **Références bibliographiques :**

- BOLKLAND: « Drainage agricole ».
- Bulletins FAO N° 06 : « Drainage design factor ».
- Bulletins FAO N° 29 : « Besoin en eau des cultures ».
- DERDOUR ABDALKADAR MFE 2005 : « Irrigation et drainage enterré de 08 parcelles du périmètre dans la région de BENI – TAMOU. W.BLIDA », ENSH, Algérie.
- Ecole National Supérieur de l'Hydraulique Blida – Algérie : « polycopie de Drainage ».
- Ecole Polytechnique Federale de Losane, Suisse; [www.epfl.ch](http://www.epfl.ch): « Drainage basic ».
- Groupement de Bureaux d'études SCET-TUNISIE / ENHYD - MAB/ASM/85'005-24'001<sup>B</sup>/Mars 2007 : « L'étude de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de M'léta ».
- Institut National Agronomique el Harrach- Algérie : « polycopie de Drainage ».
- KIENOU ABDOUL FATRE MEF 2007: " METHODES D'AMENAGEMENTS ET PROCEDES AGRO TECHNIQUES DE LA LUTTE CONTRE LA SALINISATION DES SOLS" ENSH, Algérie.
- MARC SCOUTTER ; ANDRE. MERMOUD ; ANDRE MUSY: « l'ingénierie des eaux et du sol ». De l'école polytechnique fédérale de Lausanne.
- M<sup>me</sup> L.S.BAHBOUH : « Cours de 5<sup>ème</sup> année irrigation et drainage ».
- M<sup>r</sup> M.BOUKHLIFA : « T.D de 5<sup>ème</sup> année irrigation et drainage ».
- SMENA: « Land drainage ».

### Annexe N°1 : Besoin en eau de blé

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	besoin
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Nov	0.30	2,86	57	45,6	0
Déc	0.39	2,5	44	35,2	1,1
Jan	0.58	2,54	44	35,2	11,4
Féb	0.77	2,92	40	32	29,9
Mar	0.94	3,33	48	38,4	60
Avr	1.12	4,02	32	25,6	10,71
Mai	1.15	4,23	25	20	131,9

### Annexe N°2 : Besoin en eau de l'Orge

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	besoin
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Mar	0,3	3,33	48	38,4	5,9
Avr	1,02	4,02	32	25,6	91
Mai	1,15	4,23	25	20	131,2
juin	0,4	4,85	4	3,2	0

### Annexe N°3: Besoin en eau de Maïs

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Juin	0,3	4,85	4	3,2	29,9
Juillet	0,55	5,39	1,3	1	94,9
Août	1,17	5,68	3	2,4	195,1
Septembre	1,2	4,92	12	9,6	162,2
Octobre	0,66	3,94	22	17,6	56,2

#### **Annexe N°4 : Besoin en eau de sorgho**

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Mai	0,3	4,23	25	20	16,5
Juin	0,64	4,85	4	3,2	90,4
Juillet	1	5,39	1,3	1	163,8
Août	0,94	5,68	3	2,4	156,6
Septembre	0,56	4,92	12	9,6	33,1

#### **Annexe N°5 : Besoin en eau de Vesce- avoine**

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Novembre	0,5	4,23	2,86	57	45,6
Décembre	0,85	4,85	2,5	44	35,2
Janvier	1,2	5,39	2,54	44	35,2
Février	1,06	5,68	2,92	40	32
Mars	0,7	4,92	3,33	48	38,4

### Annexe N°6 : Besoin en eau de bersim

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Janvier	1,1	2,54	44	35,2	52,6
Février	1	2,92	40	32	59
Mars	0,94	3,33	48	38,4	35,2
Avril	0,8	4,02	32	25,6	61
Mai	0,9	4,23	25	20	99,9
Juin	0,9	4,85	4	3,2	127,4
Juillet	0,9	5,39	1,3	1	148,8
Août	0,94	5,68	3	2,4	161,5
Septembre	1,01	4,92	12	9,6	138
Octobre	1,07	3,94	22	17,6	112,4
Novembre	1,1	2,86	57	45,6	51,5
Décembre	1,1	2,5	44	35,2	51,4

### Annexe N°7 : Besoin en eau d'olivier

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Janvier	0,8	2,54	44	35,2	30,8
Février	0,7	2,92	40	32	21,1
Mars	0,4	3,33	48	38,4	3,8
Avril	0,4	4,02	32	25,6	21,8
Mai	0,4	4,23	25	20	33,6
Juin	0,7	4,85	4	3,2	74,1
Juillet	0,8	5,39	1,3	1	126,3
Août	1	5,68	3	2,4	172,1
Septembre	1,1	4,92	12	9,6	151,8
Octobre	1,1	3,94	22	17,6	115,9
Novembre	1	2,86	57	45,6	0
Décembre	0,9	2,5	44	35,2	0

### Annexe N°8 : Besoin en eau de figuier

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Janvier	1	2,54	44	35,2	25,1
Février	1	2,92	40	32	0
Mars	1	3,33	48	38,4	66,1
Avril	1	4,02	32	25,6	93,3
Mai	1	4,23	25	20	112,8
Juin	1	4,85	4	3,2	141,9
Juillet	1	5,39	1,3	1	165,3
Août	1	5,68	3	2,4	172,3
Septembre	1	4,92	12	9,6	137,1
Octobre	1	3,94	22	17,6	103,7
Novembre	1	2,86	57	45,6	42,7
Décembre	1	2,5	44	35,2	43,7

### Annexe N°9 : Besoin en eau d'abricotier

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	Coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Janvier	1	2,54	44	35,2	25,1
Février	1	2,92	40	32	0
Mars	1	3,33	48	38,4	66,1
Avril	1	4,02	32	25,6	93,3
Mai	1	4,23	25	20	112,8
Juin	1	4,85	4	3,2	165,3
Juillet	1	5,39	1,3	1	141,9
Août	1	5,68	3	2,4	172,3
Septembre	1	4,92	12	9,6	137,1
Octobre	1	3,94	22	17,6	103,7
Novembre	1	2,86	57	45,6	42,7
Décembre	1	2,5	44	35,2	43,7

### Annexe N°10 : Besoin en eau d'artichaut

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	Coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Janvier	0,6	2,54	44	35,2	52,9
Février	0,66	2,92	40	32	57,4
Mars	1,1	3,33	48	38,4	53
Avril	1,1	4,02	32	25,6	44,4
Mai	1,1	4,23	25	20	70,9
Juin	1,1	4,85	4	3,2	144,7
Juillet	1,1	5,39	1,3	1	181,9
Août	1,1	5,68	3	2,4	189,7
Septembre	1,1	4,92	12	9,6	151,8
Octobre	1,1	3,94	22	17,6	115,9
Novembre	1,1	2,86	57	45,6	51,5
Décembre	1,05	2,5	44	35,2	51,4

### Annexe N°11 : Besoin en eau de tournesol

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Avril	0,3	4,02	32	25,6	18,2
Mai	0,8	4,23	25	20	88,8
Juin	1,15	4,85	4	3,2	163,8
Juillet	1,05	5,39	1,3	1	162,8
Août	0,48	5,68	3	2,4	21,2

### Annexe N°12 : Besoin en eau d'oignons

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Avril	0,7	4,02	32	25,6	57,6
Mai	0,79	4,23	25	20	86
Juin	0,95	4,85	4	3,2	133,4
Juillet	0,96	5,39	1,3	1	156,5
Août	0,8	5,68	3	2,4	127,4

### Annexe N°13 : Besoin en eau de pomme de terre

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	Coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Avril	0,5	4,02	32	25,6	36,1
Mai	0,9	4,23	25	20	102,8
Juin	1,15	4,85	4	3,2	163,8
Juillet	1,07	5,39	1,3	1	172,3
Août	0,8	5,68	3	2,4	35,9

### Annexe N°14 : Besoin en eau de carotte

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	Coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Avril	0,75	4,02	32	25,6	63,6
Mai	0,8	4,23	25	20	97,9
Juin	1,1	4,85	4	3,2	154,5
Juillet	1,1	5,39	1,3	1	181,9
Août	0,9	5,68	3	2,4	158

### Annexe N°15 : Besoin en eau de choux fleur

Mois	Kc	Etcrop	pluie	pluie eff	Ir,Req
Aout	0,7	5,68	3	2,4	122,7
Sept	0,9	4,92	12	9,6	124,2
Oct	1	3,94	22	17,6	102,1
Nov	0,8	2,86	57	45,6	17,9

### Annexe N°16 : Besoin en eau d'ail

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Mai	0,7	4,23	25	20	73,1
Juin	0,8	4,85	4	3,2	113,1
Juillet	1,05	5,39	1,3	1	155,4
Août	0,9	5,68	3	2,4	163
Septembre		4,92	12	9,6	103,6

### Annexe N°17 : Besoin en eau de melon

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Mai	0,5	4,23	25	20	46,8
Juin	0,7	4,85	4	3,2	101,7
Juillet	1,05	5,39	1,3	1	170,4
Août	1,05	5,68	3	2,4	179,9
Septembre	0,8	4,92	12	9,6	106,2

### **Annexe N°18 : Besoin en eau de pastèque**

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Avril	0,5	4,02	32	25,6	33,8
Mai	0,6	4,23	25	20	64,2
Juin	1,05	4,85	4	3,2	145,3
Juillet	1	5,39	1,3	1	163,5
Août	0,8	5,68	3	2,4	83

### **Annexe N°19 : Besoin en eau de haricot**

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Mai	0,4	4,23	25	20	39,9
Juin	1,05	4,85	4	3,2	145,3
Juillet	1,15	5,39	1,3	1	187,8
Août	0,5	5,68	3	2,4	71,8

### **Annexe N°20 : Besoin en eau de concombre**

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Février	0,75	2,92	40	32	28,3
Mars	0,9	3,33	48	38,4	58,7
Avril	1,1	4,02	32	25,6	104,9
Mai	1,1	4,23	25	20	124,4
Juin	0,9	4,85	4	3,2	48,3

### **Annexe N°21 : Besoin en eau de laitue**

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Avril	0,75	4,02	32	25,6	62,9
Mai	1,05	4,23	25	20	115,1
Juin	1	4,85	4	3,2	70,5

### **Annexe N°22 : Besoin en eau de chou vert**

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Août	0,7	5,68	3	2,4	118,6
Septembre	0,9	4,92	12	9,6	123,2
Octobre	1	3,94	22	17,6	102,1
Novembre	0,8	2,86	57	45,6	13,7

### **Annexe N°23 : Besoin en eau de navet**

Mois	Kc	ETcrop	pluie	pluie eff	Ir. Req.
	coeff	mm/mois	mm/mois	mm/mois	mm/mois
Mars	0,75	3,33	48	38,4	40,1
Avril	1	4,02	32	25,6	90,4
Mai	1,1	4,23	25	20	125,8
Juin	0,97	4,85	4	3,2	64,5