

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE  
ARBAOUI ABDALLAH

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

OPTION : Conception des systèmes d'irrigation-drainage

### THEME:

DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU DE DRAINAGE ET ETUDE  
DE PROBLEME DE ROMONTE DE LA NAPPE DANS LA  
REGION D'EL-MENIA (W.GHARDAIA)

Présenté par :

M<sup>r</sup>. BENKINA Bachir

Promotrice :

M<sup>me</sup> S. LEULMI

Devant le jury composé de :

Président: M<sup>r</sup> B.BENLAOUKLI

Examineurs: M<sup>me</sup> W.AZIEZ  
M<sup>me</sup> D.DJODAR  
M<sup>r</sup> R.REKROUK  
M<sup>r</sup> D.KOLIAI

Octobre 2011

# ∞ Dédicace ∞

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

***A MA MÈRE***

***A MON PÈRE***

*Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.*

***A Mes frères*** Mustapha, Bouhafs, Slimane, Nouredine

***A Mes sœurs***, Faïza, Khadidja, Halima

*Et Les enfants, Safaa, Maroua, Imad, Razane, et Zakaria*

*A toute la famille BENKINA*

*Sans oublier, Yousef, Hassane, Oussama, Dalila, Rima*

***A tous Mes amis*** : Abdelkader, Lamine, Marouane, Mustapha,

*Mohammed, Nadir, Abdullah, Djahid et les autres qui sont nombreux*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin*

*pour l'élaboration de ce travail*

*A tout ce que porte mon cœur.*

*Et ceux que j'ai omis de citer*

**\*BACHIR\***

# \* Remerciements \*

*A l'issu de cette étude, Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.*

*Ma reconnaissance va plus particulièrement à :*

*Ma promotrice M<sup>eme</sup> LEULMI SONIA pour sa contribution à l'élaboration de ce mémoire.*

*Monsieur LAROUI ABDELHAK qui m'a donné les informations nécessaires pour réaliser ce mémoire.*

*M<sup>eme</sup> BAHBOUH pour ses appréciations et ses remarques.*

*L'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.  
Je tiens à remercier aussi :*

- \* Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail*
- \* Le corps enseignant et les étudiants de l'ENSH*
- \* Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de mon mémoire.*

### ملخص

في إطار هذه المذكرة المساهمة في دراسة الصرف الزراعي منطقة المنيعة . تعد ظاهرة صعود مياه الطبقة السطحية مؤثرة بدرجة كبيرة في هذه المنطقة ومعقدة حيث أن مستوى الطبقة السطحية في بعض المناطق يصل إلى 40سم أو أقل من ذلك الذي يشكل نتائج خطيرة على مستوى النشاط الزراعي وأيضاً على المياه الجوفية. إن الهدف من هذه الدراسة هو تخفيض نسبة الملوحة والتخلص من كمية المياه المساهمة في هذه الظاهرة الناتجة عن عملية غسل الأرض مع مقارنة الوضع الحالي بالوضع النظري اللازم.

### Résumé.

L'étude menée dans le cadre de ce mémoire, représente une contribution à l'étude du drainage agricole situé dans la zone d'El-Menia.

Le problème de la remontée des eaux de la nappe est très important et sévère, le niveau de cette nappe par endroit est à moins de 40 cm sinon moins de la surface du sol, ce qui entraîne des graves conséquences au niveau d'activité agronomique et même sur les eaux souterraine.

Le but de ce travail c'est la réduction de pourcentage du salinisation et la soustraction l'apport d'eau provenant de l'opération de lessivage du sol et ce en comparant la situation actuelle à celle qui devrait l'être théoriquement.

### Summary

The study undertaken within the framework of this memory, represents a contribution to the study of the agricultural drainage located in the zone of El-Menia..

The problem of the increase of water of the tablecloth is very significant and severe, the level of this tablecloth per place east with less than 40 cm if not less surface of the ground, which entraine of serious effects on the agronomic level and the same of waters subterranean.

This work with for objective reduced the percentage of Stalinization and subtraction the water coming from the Leaching of soil and this by comparing the current situation with that which should be it theoretically.

## SOMMAIRE

### Page

Liste des tableaux

Liste des figures et photos

Liste des abréviations

Introduction générale

### CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles

I.1 Situation géographique.....	2
I.1.1- Localisation de la ville El-Menia.....	2
I -2 Etude climatologique .....	3
I.2.1- Température .....	4
I.2.2 -Insolation .....	5
I.2.3 - Pluviométrie .....	5
I.2.4 Humidité .....	7
I.2.5 - Vent .....	7
I.2.6 -Evaporation.....	8
I.2.7 - Evapotranspiration de référence .....	9
I.2.8 - Indices climatiques.....	11
a) Indice d'aridité de MARTONE.....	11
b) Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	11
c) Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN.....	13
d) Description du graphe.....	13
I.3 Etude Géomorphologique et Topographique .....	13
I.3 .1-Géomorphologie.....	13
I.3 .2- Topographie.....	14
I.4 - Etude Géologique Et Hydrogéologique .....	14
I.4.1- Etude géologique.....	14
I .4.1.1stratigraphie.....	14
I .4.1.2 tectonique .....	16
I.4 .2- Etude Hydrogéologique.....	16
I.4 .2.1- Nappes .....	16
a) Nappe Albienne.....	16
b) Nappe tueronnienne et sénonienne .....	17
c) Nappe phréatique du quaternaire .....	17
I.4.2.2-Piézomètre .....	18
I.4.2.3- Coefficient de filtration (K).....	20
Conclusion.....	21

### CHAPITRE II : Ressource en sols

Introduction.....	22
II.1- Sols .....	22
II.1.2-Classes des sols minéraux bruts (sols sableux) .....	22
II.1.2-1Sols minéraux bruts d'ablation .....	23
II.1.2.2- Sols minéraux bruts d'apport.....	23

II.1.3- Classe des sols peu évolués .....	23
II.1.4- Sols des dayate .....	23
II.1.5- Sols des oasis.....	24
II.1.6 Sols halo-morphes (sodique).....	24
II.1.7- Sols hydro-morphes.....	24
II.1.7.1- Sols hydro morphe au sens strict .....	24
II.1.7.2 Sols hymorphe apparents.....	24
II.1.8-Sol des palmeraies .....	24
II.2-Salinité des sols .....	25
II.2.1- Salinité des sols peu évolués.....	25
II.2.2- Salinité des sols halomorphes .....	25
II.3 -Relation Sol -Nappe - Salinité .....	26
II.4-Description pédologique .....	26
II.4.1-Propriétés physique du sol .....	29
II.4.2-Propriétés chimique du sol .....	30
Conclusion.....	31

### CHAPITRE III : Resource en eau

Introduction.....	32
III.1- Ressource en eaux souterraines .....	32
III.1-1-Eaux de la nappe phréatique .....	33
III.1-2-Eaux de la nappe Albienne.....	33
III.1.3- Oueds et leurs crues.....	34
III.1.3.1-Oued Ghir et la Souara.....	34
III.1.3.1-Oued Mzi Djedi.....	34
III.2-Analyse de la situation des forages .....	34
III.3Qualité des eaux .....	36
III.4-Pertes en eau .....	39
Conclusion.....	40

### CHAPITRE IV : Analyse hydro-agricole et problématique

Introduction.....	41
IV.1- Organisation administrative.....	41
IV.2-Population.....	41
IV.3-Situation hydraulique actuelle.....	41
IV.3-1 Infrastructures hydrauliques.....	42
IV.3-2-Mobilisation et affectation des eaux.....	42
IV.4-Réseau de drainage .....	42
IV.4.1-Système de drainage .....	42
IV.4.2-Collecteur principal.....	43
IV.5-La zone de rejet.....	43
IV.6- Agriculture .....	44
IV.7- Production agricole et leur superficie .....	45
IV.7-1 Palmiers.....	45
IV.7.2- Cultures maraichères.....	46
IV.7.3- Arboricultures.....	47
IV.8-Irrigation de la palmeraie.....	47
IV.8.1-Irrigation traditionnelle .....	47

IV.8.2-Irrigation localisée.....	48
IV.8.3-Irrigation par aspersion.....	48
IV.9-Description générale de problème.....	48
IV.10-Phénomène de salinisation.....	50
IV.10.1-Origine de la salinité.....	51
IV.10.1.Salinisation causée par l’irrigation.....	51
IV.10.2-Effet de salinité des sols.....	51
IV.10.3Types de salinisation.....	52
a-Salinisation primaire ou naturelle.....	52
b- Salinisation secondaire.....	52
IV.10.4-Caractéristiques des sols salés.....	52
a-Les différentes catégories des sols salés.....	52
b-Tolérance des cultures aux sels.....	53
IV.10.5-Solutions préventives et curatives possibles .....	54
IV.11-Pollution des eaux.....	55
Conclusion.....	56

### CHAPITRE V : Besoin en eau

Introduction .....	57
V.1-définition .....	57
V.2- Evapotranspiration .....	58
V.2.1.2-Evapotranspiration maximale (ETM ou ETC) .....	58
V.2.1.3-Evapotranspiration réelle (ETR) .....	59
V.2.2-Facteurs influençant l’ETP .....	59
V.2.2.1-Facteurs dépendant du climat .....	59
V.2.2.2-Facteurs dépendant de la surface .....	59
V.2.3- Estimation L’évapotranspiration potentielle de référence (ETo) .....	60
V.2.3.1- Formule de Blaney Criddle (USA) .....	60
V.2.3.2-Formule de Turc .....	60
V.2.3.3-Method de Mr Penman&motheit modifie .....	61
V.3.1-Calcul des besoins nets (Bn) .....	63
V.3.2-La pluie efficace .....	64
V.3.3 -Effet oasis .....	64
a) Palmiers .....	65
b Culture de la tomate .....	66
c) Culture d’orge fourragée .....	66
V.4-Efficience de l’irrigation .....	67
V.4.1-Efficacité de transport Et .....	68
V.4.2-Efficacité de distribution Ed .....	68
V.4.3-Efficacité de l’uniformité Eu .....	68
V.6-Lessivage des sols .....	69
V.6.1-Le rôle du lessivage .....	69
V.6.2-Notions du bilan salin dans un sol .....	69
V.6.3-périodes et méthodes de lessivage des sols .....	70
V.6.4-Besoin en eau pour lessivage .....	70
V.6.5- Calcul de dose de lessivage .....	71
V.7- Calcul des pertes de l’irrigation .....	72
Conclusion .....	73

## CHAPITRE VI : Choix de variante de réseau de drainage

Introduction.....	74
VI.1.1-Conditions naturelles.....	74
VI.1.2-Méthode de drainage.....	74
VI.1.3-Mesures techniques.....	74
VI.2- Effets positifs de l'assainissement du sol.....	75
VI.3- Justification du réseau de drainage.....	75
VI.4- cause de drainage.....	75
VI.5-Description de réseau de drainage existant.....	76
VI.5.1- Drainage par drain enterrés.....	76
VI.5.1.1- Avantages et les inconvénients.....	77
VI.5.2-Drainage par fosses.....	79
VI.5.2.1 Rôle des fosses.....	79
VI.5.2.2- Avantages et les inconvénients.....	79
VI.6 - Choix des variantes du réseau de drainage.....	80
VI.7.1- Calcul du débit caractéristique.....	81
VI.7.2- Choix de la profondeur des drains.....	81
VI.7.3- Profondeur de l'imperméable.....	82
VI.7.4- Calcule de l'écartement des drains.....	82
Conclusion.....	83

## CHAPITRE VII : Calcul hydraulique

VII.1- Dimension des drains.....	84
VII.1.1- Longueur des files de drains.....	84
VII.1.2-Diamètre des drains.....	84
VII.2- Calcul hydraulique des collecteurs.....	85
VII.3- Caractéristiques des collecteurs.....	90
VII.4-Calcul hydraulique de l'émissaire principal.....	90
VII.4.1-Débit de projet Q.....	92
VII.4.2-Vitesses admissibles V adm.....	92
Conclusion.....	94

## CHAPITRE VIII : Gestion et entretien de système de drainage

VIII .1- Entretien et pérennité des systèmes de drainage.....	95
VIII .2-Causes de non-fonctionnement du drainage.....	95
VIII .2.1- Obstructions d'origine technique.....	96
VIII .2.1.1- Insuffisance de la section des drains.....	96
VIII .2.1.2- Insuffisance de la pente des drains.....	96
VIII .2.1.3- Mauvaise qualité des tuyaux.....	97
VIII .2.2- Obstructions d'origine naturelle.....	97
VIII .2.2.1- Pénétration dans les drains de petits animaux.....	97
VIII .2.2.2-Dépôts de matières minérales.....	97
VIII .2.2.3-Colmatage des drains .....	98
VIII .2.2.4- Curage.....	99
VIII .2.2.4-Blocage des tuyaux par des racines d'arbres.....	99
VIII .2.2.5-Développement dans les tuyaux d'algues spéciales.....	100
VIII.3-Méthodes d'entretien .....	100

VIII.3.1- Méthodes d'entretien des fossés.....	100
VIII.3.1.1- Méthodes mécaniques.....	100
VIII.3.1.2- Méthodes chimiques .....	100
VIII.3.1.3- Méthodes biologiques .....	100
VIII.2-Méthodes d'entretien des réseaux enterrés.....	100
VIII.4-Raccordement drain- collecteur.....	101
VIII.5-Rejet des eaux de drainage.....	101
VIII.6-Constataions et recommandations.....	102
Conclusion générale .....	104

### Références Bibliographiques

### Annexes

<b>Liste des tableaux</b>	<b>Page</b>
<b><u>Chapitre I :</u></b>	
Tableau I.1 Moyennes mensuelles des températures (C°) période 1978-2003.....	4
Tableau I.2 Moyennes mensuelles d'Insolation période 1978-2003.....	5
Tableau I.3 Moyennes mensuelles des précipitations période 1978-2003.....	5
Tableau I.4 Humidité relative à la station période 1978-2003.....	7
Tableau. I.5 Vitesse du vent à la station EL-MENEA de la période 1978-2003.....	8
Tableau I.6 Évaporation à la station d'EL-MENEA période1978-2003.....	8
Tableau I.7 Evapotranspiration de référence(ET0) .....	10
Tableau I.8 Classification du climat selon MARTON.....	11
<b><u>Chapitre II :</u></b>	
Tableau II.1 Résultat analytique (Granulométrie) en %.....	27
Tableau II.2 Résultat analytique (Complexe absorbant) en meq/100.....	27
Tableau II.3 Résultat analytique (Solution du sol).....	27
Tableau II.4 Résultat analytique (Granulométrie) en %.....	28
Tableau II.5 Résultat analytique (Complexe absorbant) en meq/100.....	29
Tableau II.6 Résultat analytique (Solution du sol).....	29
Tableau II.7 Les valeurs des densités et la porosité.....	30
<b><u>Chapitre III</u></b>	
Tableau III.1 Analyse de la situation des forages.....	35
Tableau III.2: Résultats des analyses des eaux de la nappe albienne .....	38
Tableau III.2: Résultats des analyses des eaux de la nappe phréatique .....	38
<b><u>Chapitre IV :</u></b>	
Tableau IV.1 Organisation administrative dans la région El-Menia.....	41
Tableau IV.2 : Répartition de la population dans la région El-Menia.....	41
Tableau IV.3 : Infrastructures hydrauliques dans la région El-Menia.....	41
Tableau IV.4 : Mobilisation et affectation des eaux dans la région El-Menia.....	42
Tableau IV.5-La répartition des terres agricole.....	45
Tableau IV.6: la production des diverses zones dans la région de El-Menia.....	46
Tableau. IV.7 la production des cultures maraichères dans la région d'El-Menia.....	46
Tableau IV.8.La production des arboricultures dans la région d'El-Menia.....	47
Tableau IV.9 : Les Catégories des sols salés.....	52
Tableau IV.10 : Chute de rendement de certaines cultures sous l'effet des sels.....	53
<b><u>Chapitre V</u></b>	
Tableau V.1: Les informations mensuelles de la station météorologique.....	62
Tableau V.2: résultats de l'évapotranspiration de référence.....	63
Tableau V.3: Calendrier cultural .....	64
Tableau V.4: Besoins en eau des palmiers dattiers.....	65
Tableau V.5: Besoins en eau des tomates.....	66
Tableau V.6: Besoins en eau des Culture d'Orge fourragé.....	67
Tableau V.7: Le tableau récapitulatif des besoins nets en eaux pour chaque culture.....	67
Tableau V.8: Calcul de la dose de lessivage.....	72
Tableau V.9 : Estimation des pertes par percolation.....	72
<b><u>Chapitre VII</u></b>	
Tableau VII .1 : Calcul hydraulique du collecteur 1.....	87
Tableau VII .2 : Calcul hydraulique du collecteur 2.....	87
Tableau VII .3 : Calcul hydraulique du collecteur 3.....	88
Tableau VII .4 : Calcul hydraulique du collecteur 4.....	88
Tableau VII .5 : Calcul hydraulique du collecteur 5.....	89
Tableau VII .6 : Calcul hydraulique du collecteur 6.....	89
Tableau VII .7 : Calcul hydraulique du collecteur 7.....	90
Tableau VII .8 : Calcul hydraulique de l'émissaire principale.....	93



<b>Liste des figures</b>	<b>page</b>
<b>Chapitre I</b>	
Fig.1: Situation générale de ville EL MENEA.....	2
Fig. 2: L'histogramme de Moyennes mensuelles des températures (C°) période (78/03).....	4
Fig.3 : L'histogramme de Moyennes mensuelles d'Insolation période 1978-2003.....	5
Fig.4 : L'histogramme de la pluviométrie.....	6
Fig.5 : Carte en isohyètes moyennes annuelles du Sahara Algérien.....	6
Fig.6:l'histogramme de l'humidité relative à la station période 1978-2003.....	7
Fig.7L'histogramme de la vitesse du vent de la période 1978-2003.....	8
Fig.8: L'histogramme de l'Évaporation à la station d'EL-MENEA.....	9
Fig.9L'histogramme d'évapotranspiration de référence (ET0).....	10
Fig.10: diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	12
Fig.11: diagramme de BAGNOULS ET GAUSSEN.....	13
Fig.12 : Carte géologique de la région El-Goléa.....	16
Fig.13 Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO 1972).....	18
Fig.14 Affleurement de la nappe continental intercalaire d'après l'UNESCO.....	19
Fig.15: Carte des iso pièzes des Continentale Intercalaire.....	19
<b>Chapitre III :</b>	
Fig.1 Ressource en eaux a El-Menia (puits).....	32
Fig.2Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	36
<b>Chapitre IV :</b>	
Fig.1 Système de drainage El-Menia.....	43
Fig.2 La zone de rejet (Sebkha-El-Maleh) El-Menia.....	44
Fig.3 Les palmiers El-Menia.....	45
Fig.4 Irrigation traditionnelle (El-Menia).....	47
Fig.5 Irrigation localisée (El-Menia).....	48
Fig.6 Phénomène de remontée de la nappe phréatique (El-Menia).....	50
Fig.7: Le problème de salinité.....	50
Fig.8: Origines de la salinisation.....	54
<b>Chapitre V :</b>	
Fig.1: schéma de bilan hydrique.....	57
Fig.2: la variation de KC.....	58
Fig.3: Photo de logiciel de calcul (CROPWAT 8).....	62
<b>Chapitre VI :</b>	
Fig.1 : photos d'un drain enterré.....	76
Fig.2: Drainage par drains enterrés.....	77
Fig.3: Schéma de Réseau de drainage avec des drains fermés.....	78
Fig.4: Drainage de surface par fossé.....	79
Fig.5: Schéma de Réseau de drainage avec des drains tranché a ciel ouvert.....	80
Fig.6: Caractéristiques des drains.....	82
Fig..7: photo de logiciel "drflow".....	83
<b>Chapitre VII :</b>	
Fig.1: Section transversale trapézoïdale du drain.....	92
Fig.2 : Photo du logiciel de calcul canal (21).....	93
<b>Chapitre VIII :</b>	
Fig.1 Entretien du système de drainage (El-Menia).....	95
Fig.2 : Obstruction naturelle du système de drainage (El-Menia).....	97
Fig.3:Drains annelés avec filtre.....	98
Fig.4:Colmatage ferrique des orifices d'un drain.....	99

**Planche N°01**

Plan de la situation de périmètre et projection de réseau

**Planche N°02**

Profil en long de collecteur

Liste des abréviations

<b>abréviations</b>	<b>signification</b>
<b>AEP</b>	<b>Alimentation en eau potable</b>
<b>CI</b>	<b>Continental intercalaire</b>
<b>CT</b>	<b>Complexe terminal</b>
<b>Cw</b>	<b>Conductivité électrique de l'eau d'irrigation</b>
<b>Ce</b>	<b>Conductivité électrique</b>
<b>DSA</b>	<b>Direction des services agricole</b>
<b>ETR</b>	<b>Evapotranspiration réel</b>
<b>ETP</b>	<b>Evapotranspiration potentiel</b>
<b>ESP</b>	<b>Le taux de sodium échangeable</b>
<b>ECe</b>	<b>Conductivité électrique du sol qui provoque une chute de rendement de 10%</b>
<b>Ha</b>	<b>Hectare</b>
<b>J</b>	<b>Jour</b>
<b>LR</b>	<b>l eaching Requiment (fraction de lessivage)</b>
<b>mmhos/cm</b>	<b>millimhos par centimètre</b>
<b>per</b>	<b>Percolé</b>
<b>PH</b>	<b>Potentiel d'hydrogène</b>
<b>SAR</b>	<b>L'alcalinité d'une eau d'irrigation (sodium adsorption ratio)</b>

### Introduction générale

La salinité des sols est présente dans la plupart des grands systèmes d'irrigation à travers le monde, sous l'effet conjugué d'une mauvaise qualité des eaux d'irrigation de l'aridité et d'un drainage insuffisant du sol et des aquifères.

La mise en valeur des sols salés pose un problème technique dont la solution ne peut être envisagée que par la mise en œuvre de l'irrigation et du drainage.

La région d'El-Goléa souffre actuellement d'un problème de drainage agricole lié étroitement aux conditions naturelles à savoir la topographie (dépression), l'Accumulation des sels solubles mais surtout à une mauvaise exploitation et gestion des ressources hydriques.

Pour diminué la concentration des sels, il faut faire une opération de lessivage du sol Le drainage, évacuent des eaux de surface ou souterraine excédentaires par des moyen naturels ou artificiels en vue de l'assèchement d'un terrain trop humide ou inondé, afin de le valoriser pour l'agriculture.

En agriculture, le drainage est une opération qui consiste à favoriser artificiellement l'évacuation de l'eau gravitaire présente dans la macro-porosité 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.

Notre objectif sera de définir quelle est la part de l'agriculture et l'irrigation dans le bilan hydrique ; de déterminer le débit caractéristique et les dimensions du réseau du drainage.

Une comparaison sera faite avec le réseau existant.

# Chapitre I :

## Analyse des conditions Naturelles



## I.1 Situation géographique :

### I.1.1- Localisation de la ville El-Menia :

L'ensemble d'EL-MENEA et HASSI EL GARRA est une oasis splendide née sur le lit d'Oued SEGGEUR, deux éléments marquent l'existence d'un noyau à forte concentration dans une région aride : la nappe phréatique et la flore oasis sienne.

Situe a une latitude de  $35^{\circ}35'$  et une longitude de  $2^{\circ}52'$ , son altitude moyenne atteint 396m L'ensemble est bordé par l'immense Erg accident du cote Ouest à l Est, il se trouve dominer par la falaise de Hamada qui forme le plateau de TADMAIT.

Il est destinant du littoral ALGER de 900Km du pied de l'Atlas Saharien. Le site est un lieu de transit important vers le grand sud saharien et le NIEGER. Les Oasis voisines sont :

- AIN SALAH à 400Km au Sud.
- GHARDAIA à 270Km au Nord Est.
- TIMIMOUN à 360Km au Sud Ouest.
- OUARGLA à 110Km a l'Est.

Il constitue actuellement un lieu rencontre des voies venant du coté Ouest du Saoura (ADRAR, TIMIMOUN) et du plein sud (TAMANRASSET, AIN SALAH et NIGER) et la route nationale projetée de l'Est (HASSI MESSAOUD, OUARGLA), sa position géographique et géostratégique attire les populations voisines, comme elle permet d'établir un équilibre spa cial et fonctionnel pour l'ensemble de la Wilaya, et lui offre un statut d'une zone militaire importante.

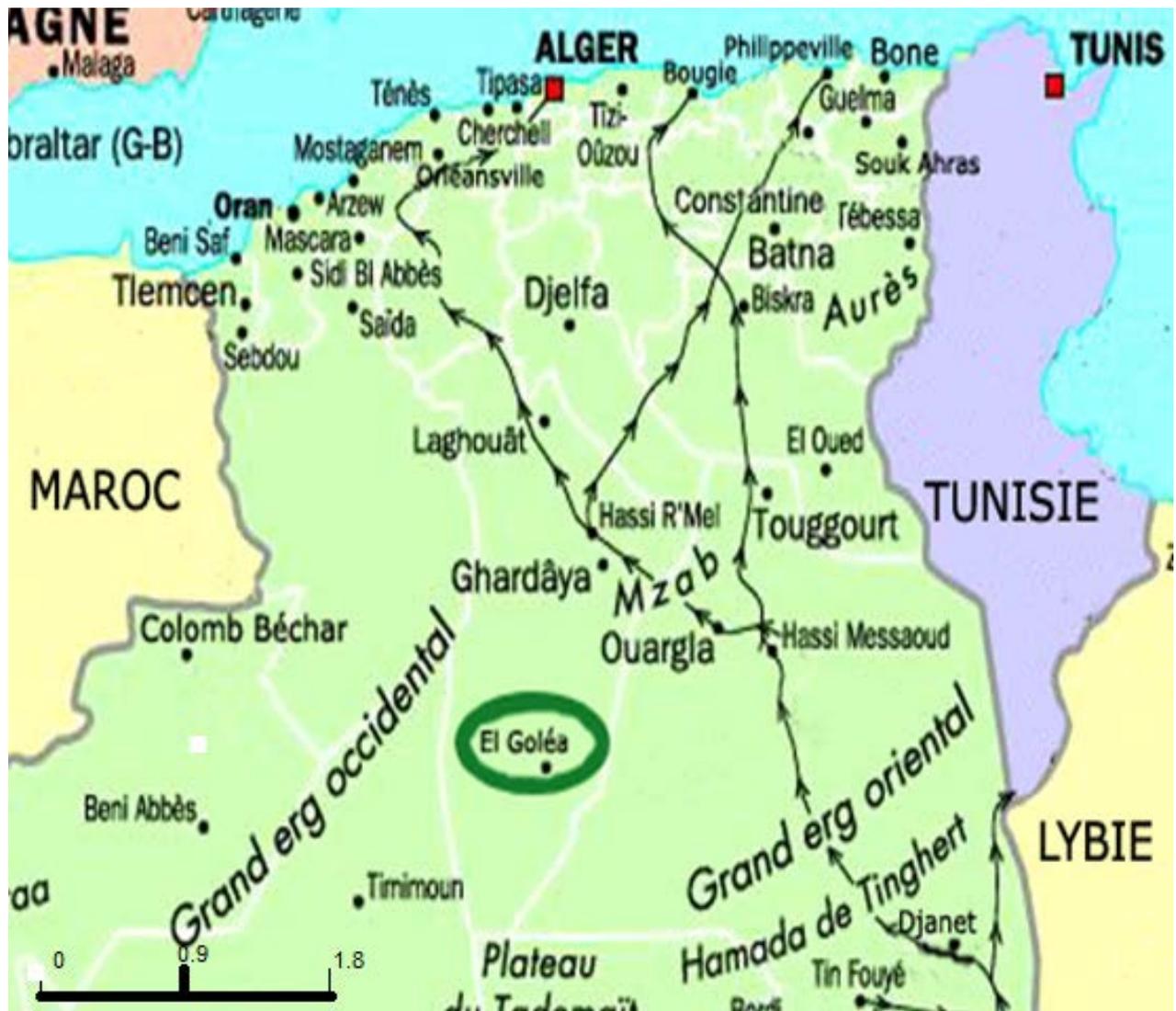


Fig.1: Situation générale de ville EL MENEA

### I -2 Etude climatologique :

Le caractère fondamental du climat saharien est la sécheresse de l'air, mais les microclimats jouent un rôle considérable au désert. Le relief, la présence d'une végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques. Au sein d'une palmeraie on peut relever un degré hygrométrique élevé le degré hygrométrie modifie les effets de la température. Il faut tenir compte également du fait que les moyennes de température sont relevées à l'ombre, et celle-ci est rare au Sahara où la température au sol peut dépasser 6°C.



**I.2.1- Température :**

Nous disposons une série de mesures :

**Tableau I.1 : Moyennes mensuelles des températures (C°) période 1978-2003**

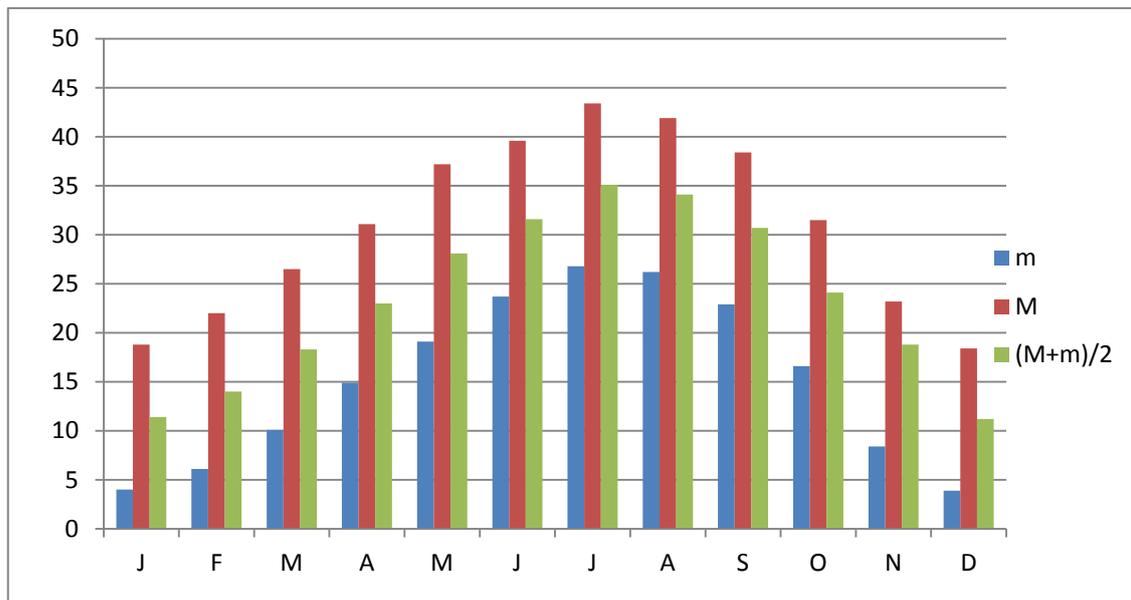
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
m	4	6.1	10.1	14.9	19.1	23.7	26.8	26.2	22.9	16.6	8.4	3.9	15.22
M	18.8	22	26.5	31.1	37.2	39.6	43.4	41.9	38.4	31.5	23.2	18.4	31
$\frac{m+M}{2}$	11.4	14	18.3	23	28.1	31.6	35.1	34.1	30.7	24.1	15.8	11.2	23.11

(Source : [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net))

m : Moyennes mensuelles et annuelles des minima

M : Moyennes mensuelles et annuelles des maxima

$\frac{m+M}{2}$ : Valeurs moyennes mensuelles des maxima et des minima



**Fig. 2 L’histogramme de Moyennes mensuelles des températures (C°) période (78/03)**

Elle est marquée par une grande amplitude entre l’été et d’hiver. La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu’au mois de septembre. La température moyenne enregistrée au mois d’Avril est de 31.1°C le maximum absolu de cette période a atteint 43.4 °C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de janvier ne dépasse pas 19°C le minimum absolu de cette période a atteint 4°C

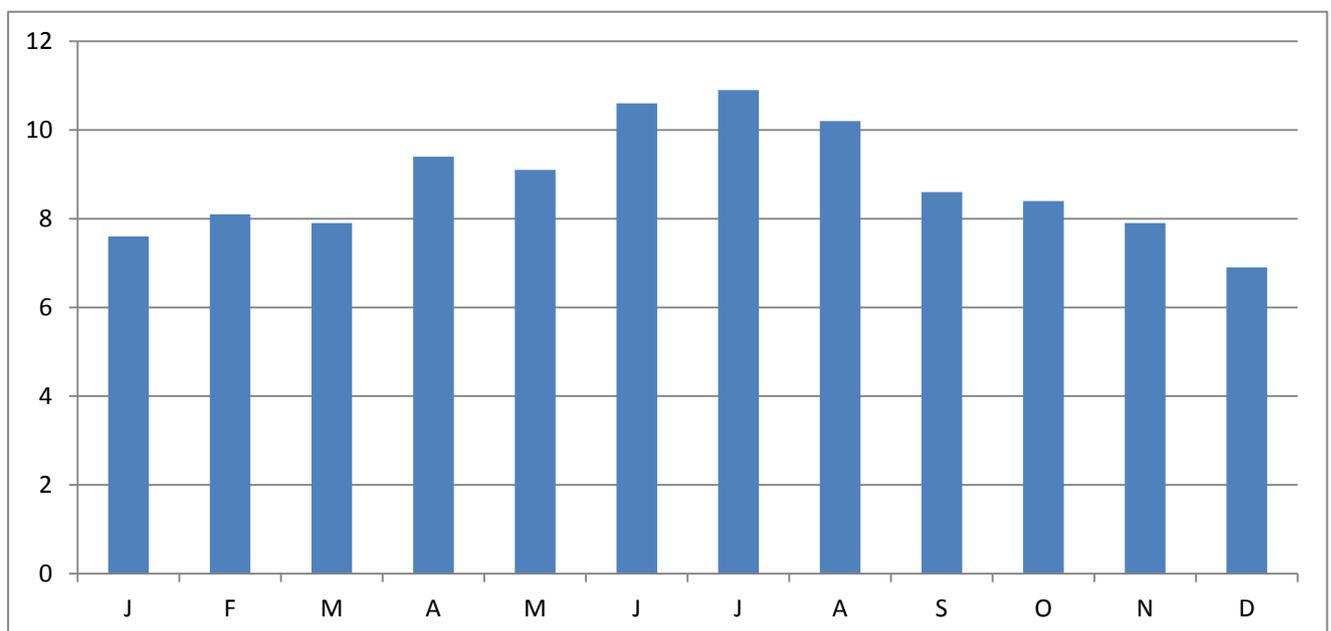
### I.2.2 -Insolation :

Nous disposons une série de mesures :

**Tableau I.2 : Moyennes mensuelles d'Insolation période 1978-2003**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Insolation heur/j	7.6	8.1	7.9	9.4	9.1	10.6	10.9	10.2	8.6	8.4	7.9	6.9	8.8

(Source : [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net))



**Fig.3 L'histogramme de Moyennes mensuelles d'Insolation période 1978-2003**

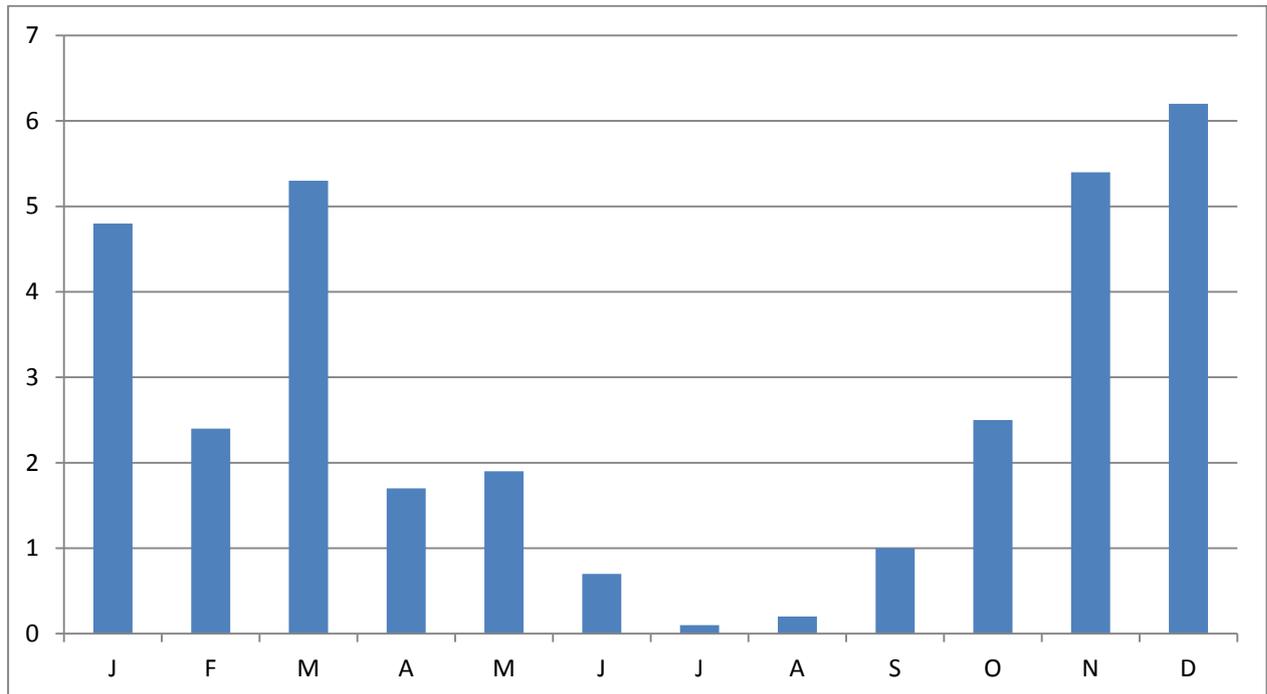
### I.2.3 – La pluviométrie :

Les précipitations sont très faibles et irrégulières. Elles varient entre 0.1mm et 6,2mm avec une moyenne annuelle de 2,7mm le nombre de jours de pluie ne dépasse pas onze 11 jours entre les mois de Janvier et Mars .Les pluies sont en général torrentielles et durent peu de temps sauf cas exceptionnel.

**Tableau I.3 : Moyennes mensuelles des précipitations période 1978-2003**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Précipitation Moyen (mm)	4.8	2.4	5.3	1.7	1.9	0.7	0.1	0.2	1	2.5	5.4	6.2	2.68

(Source : [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net))



**Fig.4L'histogramme de la pluviométrie**

D'après le tableau ci-dessus, les précipitations sont pratiquement rares et négligeables, d'où les apports apportés par ce facteur n'ont aucun effet sur le calcul des doses d'irrigation apportés aux différentes cultures introduites.

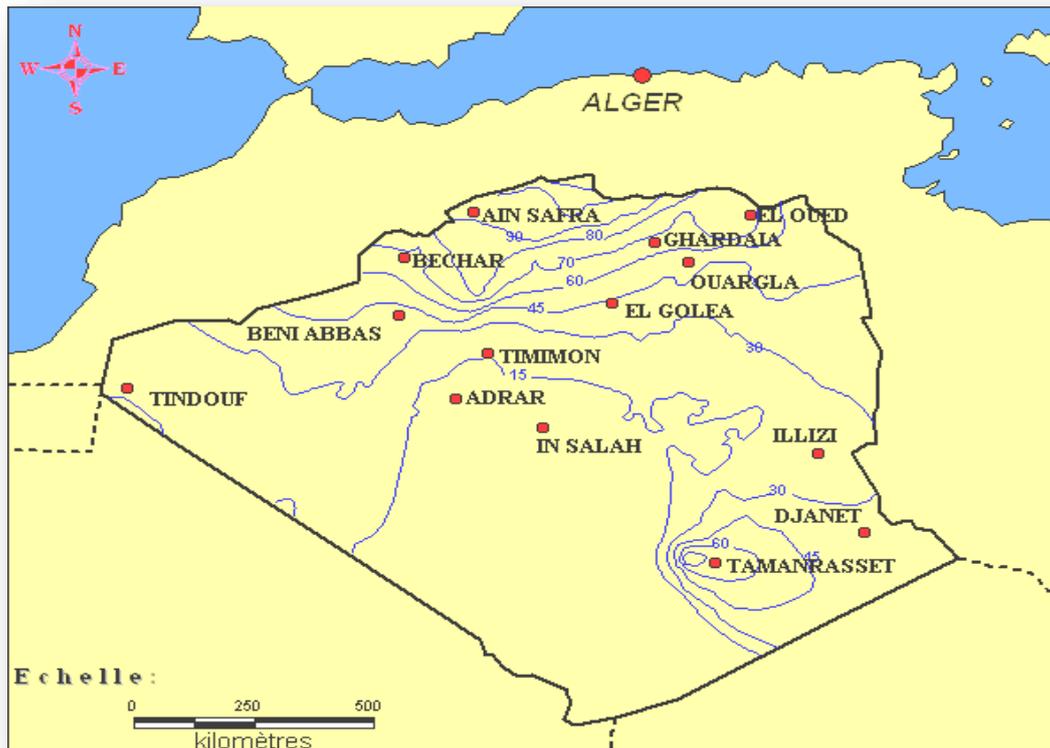


Fig.5 :Carte en isohyètes moyennes annuelles du Sahara Algérien

I.2.4 -L'humidité :

Tableau I.4 : Humidité relative à la station période 1978-2003

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
Humidité%	56,8	45.3	39.2	30.4	25.3	21.7	18.9	21.1	27.5	37.6	46.7	53.8	35.35

(Source : [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net))

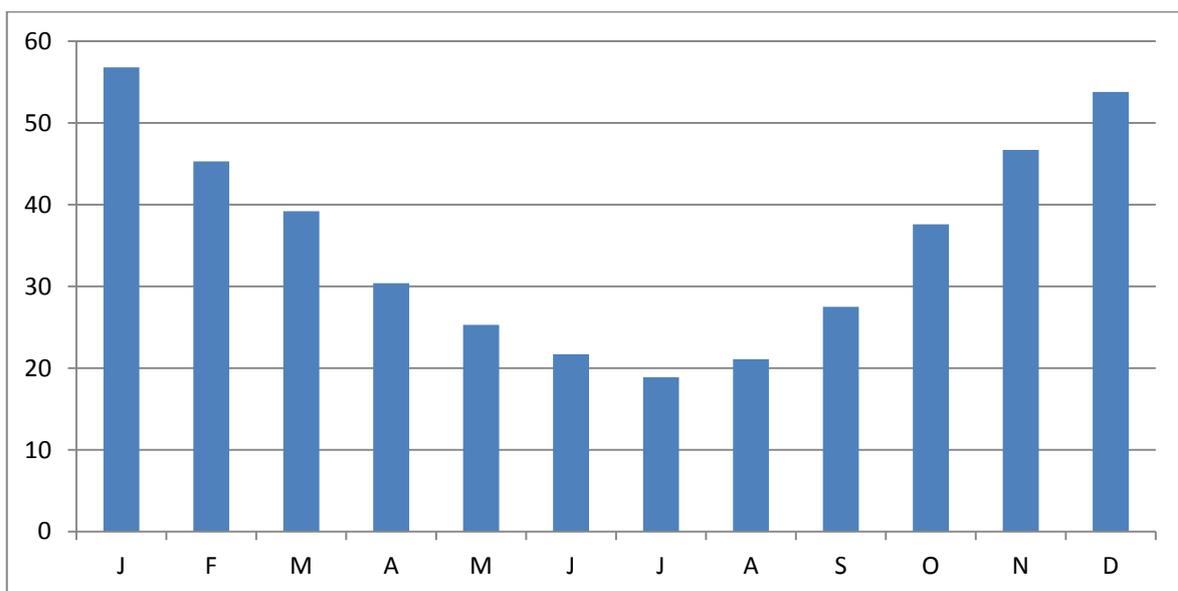


Fig.6:l’histogramme de l’humidité relative à la station période 1978-2003



En hiver, le taux d'humidité relative est de l'ordre de 56% de mois de Janvier. Les taux minimaux sont compris entre 45 et 57% de mois Novembre et Février.

En été, ce taux est relativement faible; est de l'ordre de 18% Durant certaines périodes de sécheresse, il peut atteindre des taux minimaux compris entre 19% et 25%.

### I.2.5 - Le vent :

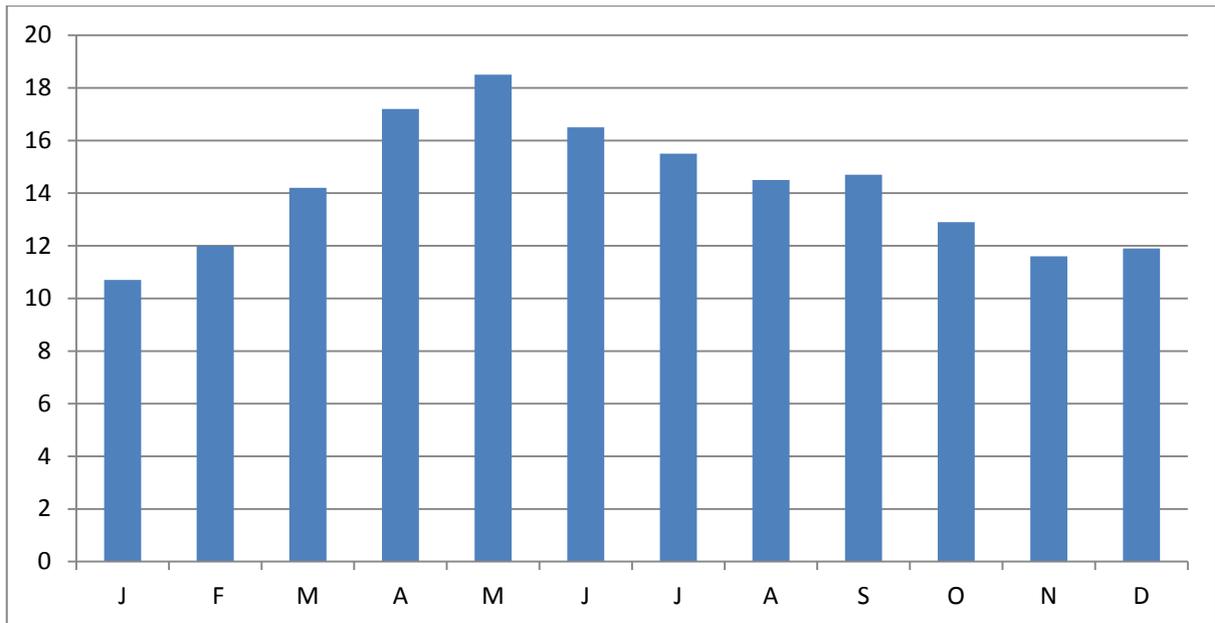
Le vent est le facteur principal de la topographie désertique .Pendant certaines périodes de l'année, en général en mars et avril, on assiste au Sahara à de véritables tempêtes de sable. Des trompes de sable ce déplacent avec violence atteignant plusieurs centaines de mètres de haut .l'obscurité règne et toute activité cesse. Ces phénomènes peuvent durer de un à trois jours et plus avec une accalmie durant la nuit.

Les moyennes mensuelles de la vitesse du vent à la station d'EL-MENEA pour la période 1978-2003 sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau I.5 : vitesse du vent à la station EL-MENEA de la période 1978-2003**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc.	Moy
Vent Km/h	10.7	12	14.2	17.2	18.5	16.5	15.5	14.5	14.7	12.9	11.6	11.9	14.18

(Source : [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net))



**Fig.7L’histogramme de la vitesse du vent de la période 1978-2003**

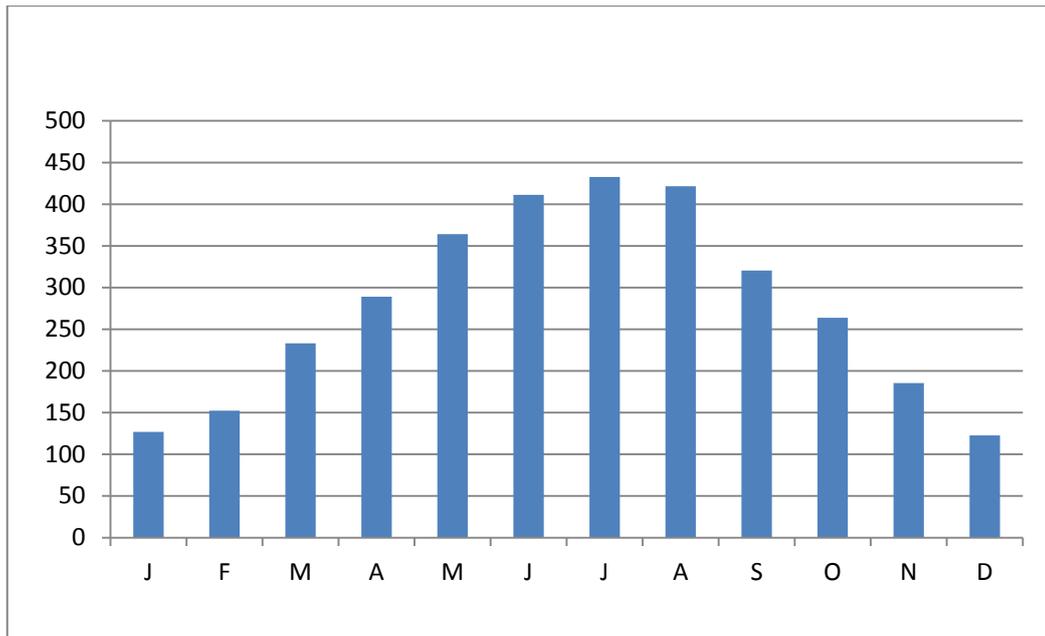
**I.2.6 - L'évaporation :**

L'évaporation est l'ensemble des phénomènes naturels qui, par un processus spécifiquement physique, transformation l'en vapeur et la renvoie dans l'atmosphère. Les données de l'évaporation mensuelle à la station EL-MENEA sont indiquées dans le tableau suivant :

**Tableau I.6 : Évaporation à la station d'EL-MENEA période1978-2003**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	Â	S	O	N	D	Annuel
<b>Evaporation (mm)</b>	126.9	152.4	233.1	289.1	364.1	411.2	432.6	421.6	320.5	263.8	185.5	122.6	288.8

**(Source : ANRH de GHARDAIA)**



**Fig.8: L'histogramme de l'Évaporation à la station d'EL-MENEA**

Compte tenu de la température et de l'insolation qui sont très élevées, de la pluviométrie et de l'humidité relative de l'air qui est très basses, il est normal que l'évaporation soit forte.

### **I.2.7 - L'évapotranspiration de référence :**

Les principaux facteurs qui conditionnent l'évapotranspiration sont : les températures, les précipitations, l'état du sol et la végétation.

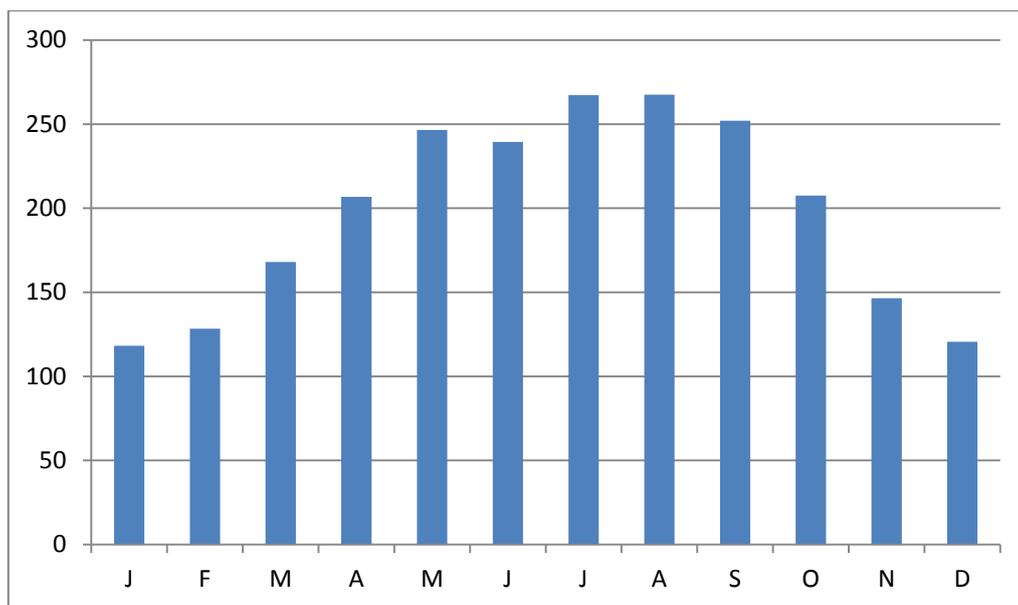
L'évapotranspiration de référence est calculée par le biais du logiciel CROPWAT version 8 en utilisant la méthode de Penman-Monteith.

Le tableau suivant donne les valeurs moyennes mensuelles en mm/mois calculées dans une période de 25 ans (1978-2003) :

Tableau I.7 : Evapotranspiration de référence(ET<sub>0</sub>) :

Mois	Temp Moy °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Ray. MJ/m <sup>2</sup> /jour	ET <sub>0</sub> mm/mois
Janvier	11.4	57	3	7.6	22.7	118.15
Février	14	45	3.33	8.1	22.2	128.34
Mars	18.3	39	3.9	7.9	19.6	168.05
Avril	23	30	4.8	9.4	18	206.78
Mai	28.1	25	5.1	9.1	14.5	246.58
Juin	36.1	22	4.6	10.6	14.3	239.47
Juillet	35.1	19	4.3	10.9	15.2	267.29
Août	34.1	21	4	10.2	17.4	267.52
Septembre	30.7	28	4.1	8.6	19.1	252.07
Octobre	24.1	38	3.6	8.4	21.7	207.52
Novembre	15.8	47	3.2	7.9	22.7	146.42
Décembre	11.2	54	3.3	6.9	21.8	120.53
Moyenne	23.1	35	3.9	8.8	19.1	197.39

On applique les données de l'évapotranspiration dans l'histogramme suivant :

Fig.9L l'histogramme d'évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>)

L'histogramme de l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> donne une décroissance de la valeur 267.52mm au mois Août jusqu'à 118.15mm au mois de Janvier. Deux périodes sont distinguées.

Période à fort évapotranspiration entre les mois de Mai et Septembres.

Période à faible évapotranspiration Décembre à Février.



### I.2.8 - Les indices climatiques:

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

Pluviométrie et température

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

#### a) L'indice d'aridité de MARTONE :

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

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

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C).

IA : indice d'aridité.

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

**Tableau I.8 : Classification du climat selon MARTON**

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

$$P=32.4 \text{ mm} \quad T=23.11 \quad IA= \frac{32.4}{23.11+10} \text{ d'où } IA=0.978$$

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

#### b) Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Pour confirmer que la région d'étude fait bien partie des zones arides il est nécessaire d'identifier son type du climat. Pour ce faire nous utilisons le diagramme bioclimatique d'EMBERGER et pour cela, nous cherchons les paramétrées suivantes

$$Q = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

Où

Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER.

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

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

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

Pour :

P=32.2 mm ; M=316.4°K; m=276.9 °K. D'où : Q = 2.64

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

- L'étage bioclimatique : saharien
- Sous étage : Hiver tempéré.

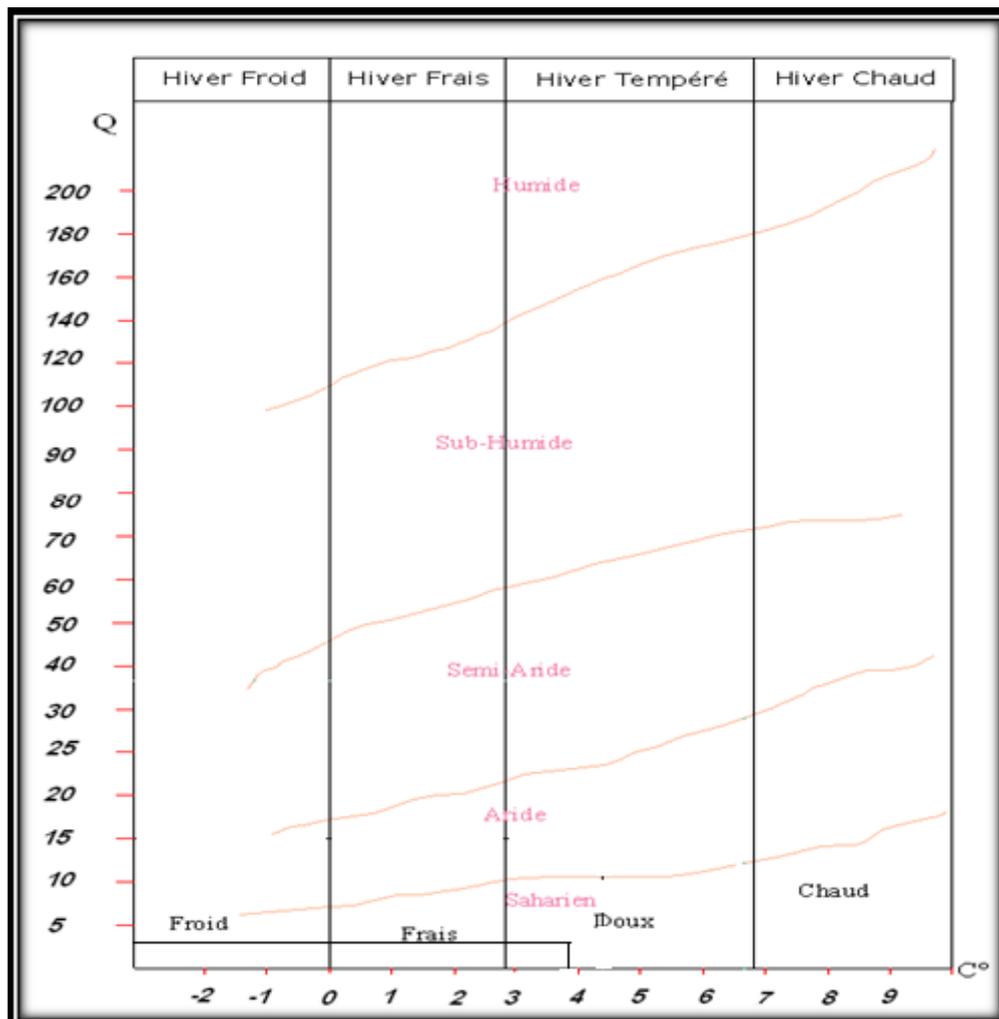
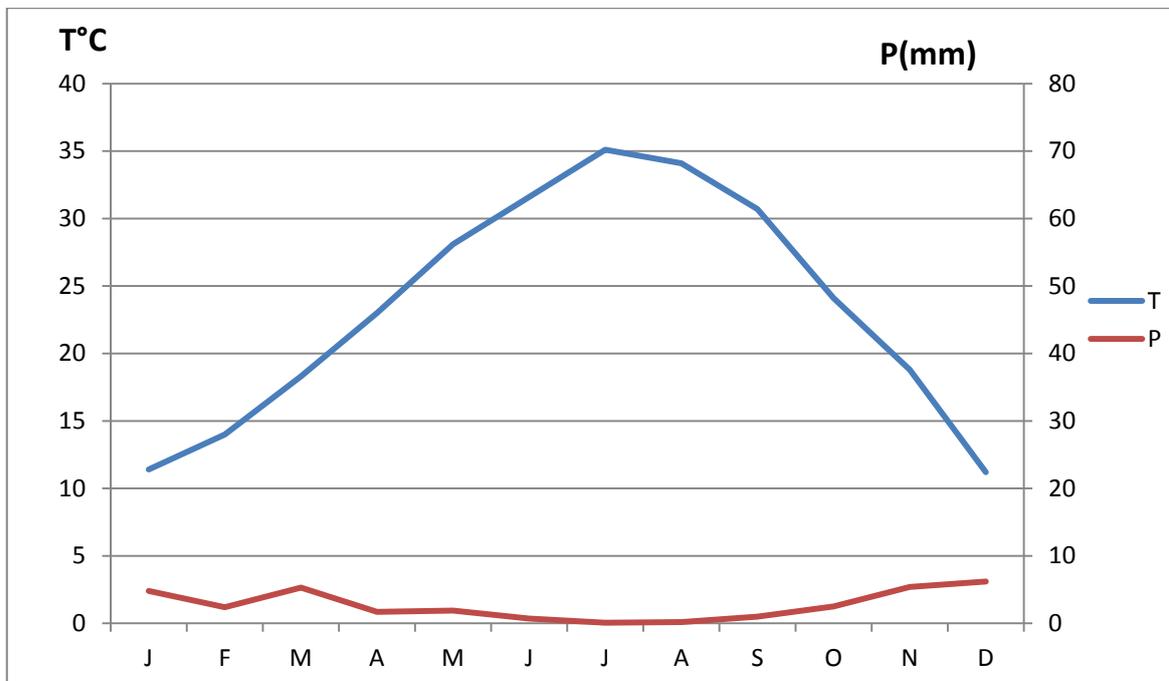


Fig.10: diagramme bioclimatique d'EMBERGER

### c) Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN :

Il est établi selon la méthode mise au point par F .BAGNOULS et H.GAUSSEN Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saison sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique.



**Fig.11: diagramme de BAGNOULS ET GAUSSEN**

### d) Description du graphe :

La différence des abscisses nous donne la durée de la saison.

Les deux courbes ne croisent pas ; donc il y a 1 seule saison durant l'année c'est la saison sèche (janvier jusqu' à décembre).

La saison humide n'existe pas dans la région EL GOLEA.

### I.3 Etude Géomorphologique et Topographique :

#### I.3 .1-Géomorphologie :

Oued Seggeur descend des monts du Djebel Amours ,qui est a l'origine de la création de ce milieu urbanisé tant sur le cadre physique que humain ,l'aire de l'étude est compris entre l'Erg occidental du bassin de la Sahara ,qui une vraie mer arment de sable , incessamment déplace par les vent vers l'Erg oriental .L'Erg occidental domine l'espace du côté Ouest et en ressort vers le nord du côté du plateau, dans les terrains bas ou se cumulent le sable sur les cotés de la route nationale N°1 gênant le plus souvent la circulation .



A l'Est la structure physique est marquée par le plateau HAMADA de TADMAIT , qui prend ses limites à l'Est de l'oasis de TAGHIT , la falaise contourne le lit d'Oued SEGGEUR, qui se prend dans l'Erg pour réapparaître a 30Km au Nord d'EL-MENEA, l'Oued est heurté à la HAMADA et n'a pu la franchir .Ce travail d'érosion est encore très visible, on compte plus d'un demi siècle depuis que l'Oued n'a pu couler en surface .Mais il alimente la nappe phréatique en tenant qu'une source d'irrigation des vergers et palmeraies au paravent.

### **I.3 .2- Topographie :**

La topographie du site est relativement plane dans ses endroits et elle correspond à un plan incliné vers le Sud-ouest.

On constate une variation négligeable de la pente (variation de l'ordre de 2%) dans la partie Est et Sud-ouest, ce qui donne deux différentes zones au niveau du site :

La première correspond au talus et aux reliefs matérialisés par les remblais.

La deuxième zone représentée par le reste du site qui correspond à un plan incliné vers le Sud-ouest.

### **I.4 - Etude Géologique Et Hydrogéologique :**

#### **I.4.1- Etude géologique : [4]**

Le cadre géologique de l'Algérie septentrionale revêt, en effet une importance capitale et est d'une extrême complexité.

Nous pouvons distinguer en Algérie Quatre grande ensembles structuraux qui sont du Nord au Sud

- L'atlas tellien
- Les hauts plateaux et les hautes plaines
- L'atlas saharien
- La plate forme saharienne

Notre région fait partie de la « plate forme saharienne »

Dans ce chapitre, nous essayerons de donner un bref aperçu des principales formations géologique présentent dans la zone d'EL-MENIA

#### **I .4.1.1-La stratigraphie :**

La géologie de la région d'EL-MENIAA reconstituée à partir des sondages de reconnaissance ;



Les sondages artésiens de l'oasis ont mis en évidence de bas en haut les différentes séries traversées suivantes :

**a) Albien C<sup>2-1</sup>:**

L'albien qui comme la moyenne partie du Sahara septentrionale est constituée, d'une série gréseuse, sableuse, avec rares intercalation argileuses

Il représente l'aquifère qui désigne la série continentales sous le nom du Continental Intercalaire ayant une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, la puissance de cette étage n'est pas vraiment connue.

**b) Vraconien : C<sup>3</sup>**

C'est une série de transissions plus argileuse que gréseuse de 50m d'épaisseur environ, il peut être assimilé à Albien mais diffère de celui-ci par sa plus grande teneur en argile.

En pratique le « Vraconien » constitue le toit imperméable de l'Albien quand il n'est pas érodé

**c) Cenomanien :**

- **cénomanien inférieur : C<sup>4</sup>**

Cette série est constituée de marnes et argiles gris verdâtres à la base. Ce niveau fait suite à des intercalations calcaires calcaire en plaquettes et gypses, puis nouvelle série marno-argileuse, et se termine par un blanc de grès quartzeux très compact, l'épaisseur de Cenomanien inférieur de 70m

- **Cénomanien supérieur : C<sup>5</sup>**

Cette assise calcaire, dizaine de mètres d'épaisseur, forme la première corniche, plate forme à l'Est d'El-Menia et renferme de nombreux gîtes fossilifères aux environs immédiats de l'oasis.

**d) Turonien C<sup>6</sup> :**

Étant donné la quasi horizontalité des couches on est frappé par l'épaisseur très réduite du Turonien à El-Menia

**e) Quaternaire :**

Il est représenté par trois genres de dépôts :

- Une croûte calcaire désertique qui est rencontrée surtout sur les trois plateaux calcaires à El-Menia
- Des alluvions d'oued composées presque exclusivement de sables avec des niveaux intercales, surtout développés dans la vallée d'oued Seggueur ou l'oasis étend ces

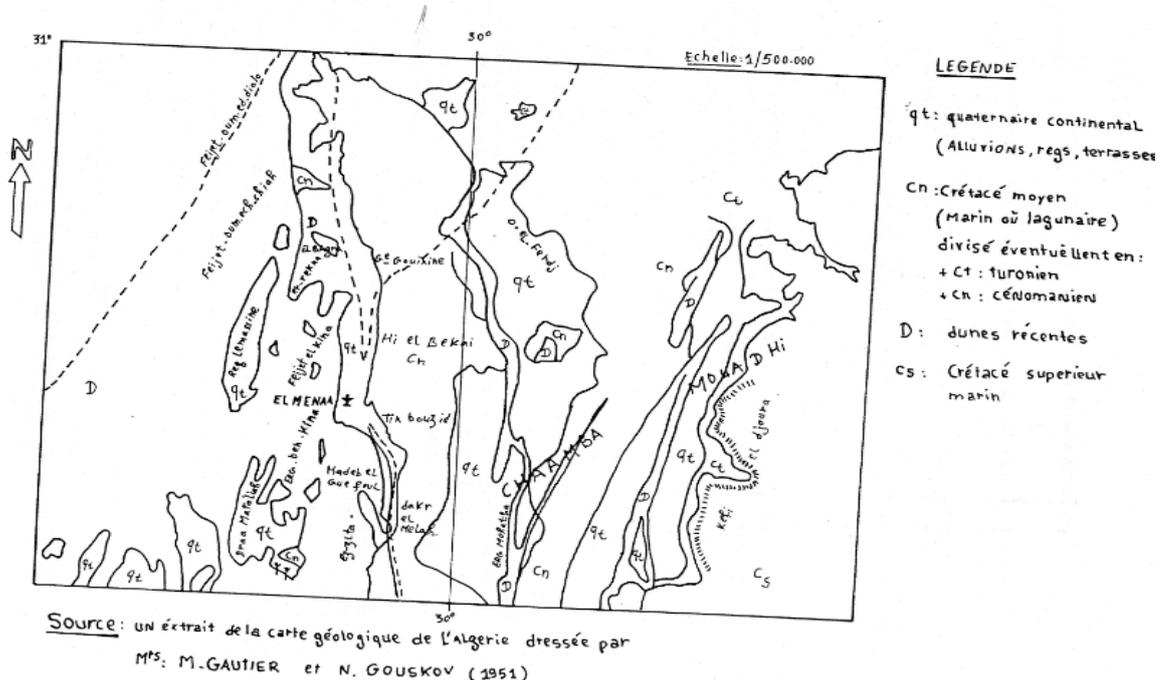
palmeraies

- Les dunes de l'Erg Occidental recouvrant totalement vers l'Ouest, sur de très grandes distances, le substratum crétacé

**I.4.1.2-La tectonique :**

La tectonique est très simple à El-Menia car toutes les couches sont rigoureusement horizontales ‘ .

Cependant les résultats de ses sondages indiquent que toutes les couches sont uniformément inclinées vers l Est. Elles ensemble s'épaissir dans la même direction.



**Fig.12 : Carte géologique de la région El-Goléa**

**I.4 .2- Etude Hydrogéologique : [5]**

Les caractéristiques du climat de l'oasis montrent que, les précipitations sont trop faibles pour provoquer l'écoulement, contrairement à cette a cette situation, l'oasis doit son eau à la présence de plusieurs nappes dans la série des terrains stratigraphiques. Ce qui rend la structure hydrogéologiques d'El-Menia plus compliquées.

**I.4 .2.1-Les nappes :**

**a) La nappe Albienne :**

Montée par tous les forages, est plus importantes grâce à, son étendue, son épaisseur, et ses débit fournis. Elle est qualifiée de plus grand appareil hydraulique du Sahara par. A El-Menia, elle est ascendante et jaillissante suivant les points d'eau de l'oasis, son eau est emmagasinée au cours des périodes pluvieuses.



On distingue à El-Menia cinq nappes superposées, toutes ces nappes ont niveau piézométrique au dessus de niveau de sol et sont structurées comme suit :

- 1ere nappe, à 30m de profondeur, nappe ascendante
- 2eme nappe, de 40 à 50m de profondeur, nappe jaillissante.
- 3eme nappe, de 65 à 75m de profondeur, nappe jaillissante.
- 4eme nappe, de 85 à 95m de profondeur, nappe jaillissante.
- 5eme nappe, de 110 à plus de profondeur, nappe jaillissante.

**b) La nappe turonienne et sénonienne :**

Suites à leur faibles capacité de production, ces nappes n'ont pas fait objet de recherche approfondie de ce fait restent méconnus du point de vue hydrogéologiques.

**c) La nappe phréatique du quaternaire :**

Cette nappe qui nous intéresse de plus, circule dans les sables et les alluvions de l'oued Seggueur dans la vallée de quelle sont implantées les palmeraies d'El-Menia.

La nappe bénéficie surtout des eaux collectées par l'oued dans les calcaire Senonienne et Teronienne et sur place même des sables Vraconiens.

Cependant il existe une nappe phréatique sur les alluvions de cette vallée celle-ci est alimentée par :

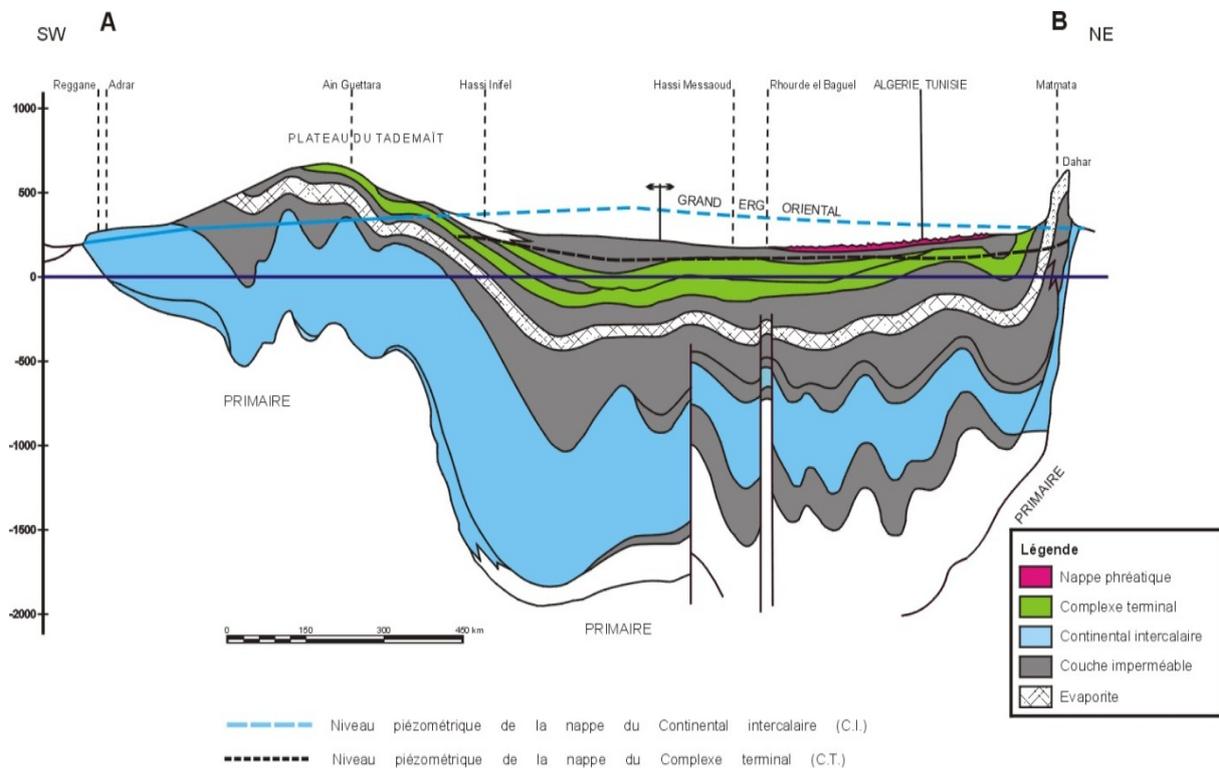
- 1-Les crues de l'oued Seggueur
- 2-La nappe des calcaires du turonien qui joue le rôle de drain
- 3-Les infiltrations des eaux d'irrigation provenant des forages, ainsi que les pertes des anciens forages dont les tubages sont corrodés ou éventrés et ce niveau de la nappe phréatique

L'épaisseur des alluvions selon allure du sous-sol à El-Menia ne dépasse guère 10 à 12m Dans cette épaisseur des alluvions un tampon imperméable sépare la nappe en deux horizons, ce qui permet de reconnaître deux niveaux d'eau, deux nappes dites superficielles

1ere est tout près de la surface du sol en hiver ou a une profondeur variant entre 4 et 5m en été

2eme se rencontre à une épaisseur de 8 à 10m

Sur cette nappe phréatique, d'El-Menia s'étend du Nord au Sud sur 10km de longueur et de l'Est à l'Ouest sur 5km de largeur.



**Fig.13 Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d’après UNESCO 1972)**

**I.4 .2.2-Piézomètre :**

**a) Nappe phréatique :**

On observe que la variation saisonnière du niveau d’eau de la nappe phréatique atteint 1.5m de même G.Capot .Rey 1958 disait le niveau de la nappe est affecte d’oscillation annuelle très régulières. cette variation semble atteindre 1.5m dans certains jardins..

Au nord la nappe est assez profonde de 1.4m, elle monte progressivement vers le sud jusqu’à atteindre des profondeurs inférieure a 1m

A l’Est est moins profonde 1.10m elle s’abaisse irrégulièrement vers l’Ouest pour atteindre des valeurs assez proche d 2m.

**b) Nappe albienne :**

Le niveau piézométrique à El-Menia est voisin +390m.

Il est à 405m au nord un peu plus bas au sud la surface topographique est à 396m.

Tous les forages d’El-Menia on vu leur débit artésien diminuer. Le débit de l’ensemble est dépasser 458l/s en 1965 à 378l/s, soit une diminution de 20% en 3ans

Les raisons de cette diminution des débits artésiens sont :

La baisse de niveau piézométrique de la nappe albienne

Le vieillissement des forages du à la corrosion des tubes, ce qui permet des fuites vers la nappe phréatique.

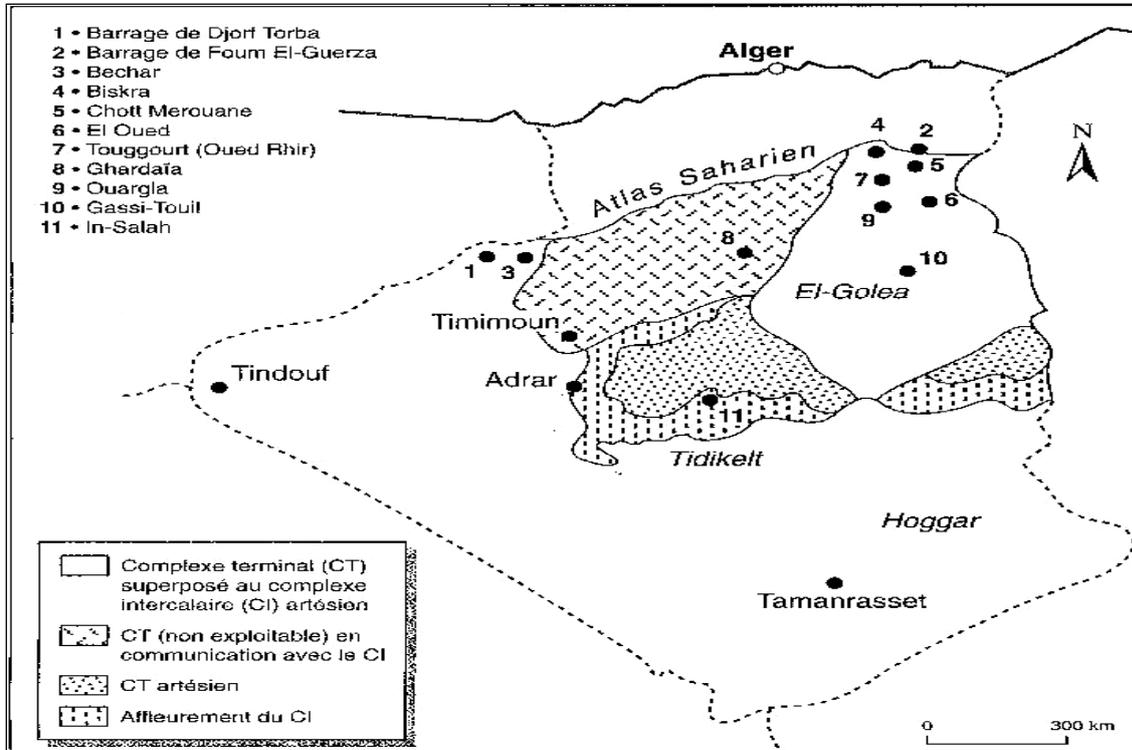


Fig.14 Affleurement de la nappe continental intercalaire d’après l’UNESCO

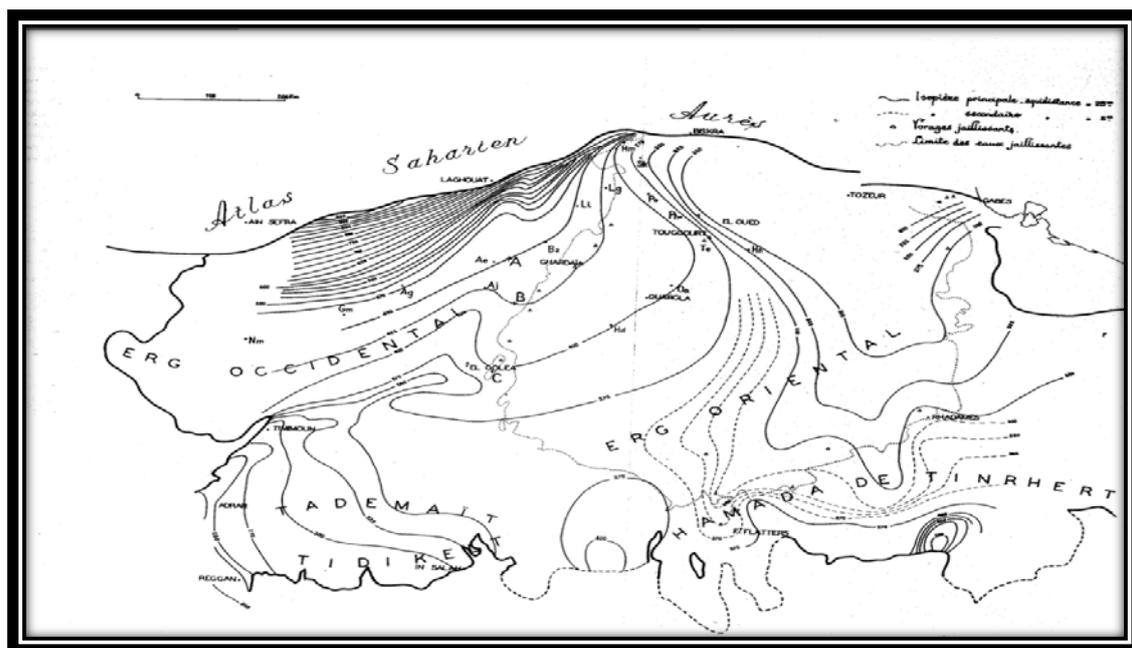


Fig.15: Carte des iso pièzes du Continentale Intercalaire



### I.4.3- Le coefficient de filtration (K):

Pour déterminer les coefficients de filtration des différentes couches on utilise la loi de Darcy

$$Q = k \cdot i \cdot A$$

Avec :

Q- débit

K- Coefficient de perméabilité A - Surface (Section)

i - Gradient hydraulique

$$K = v / i \text{ avec: } i = \frac{h}{l} \text{ et } v = \frac{Q}{A} ;$$

K : Dépend de nombreux facteurs et principalement de la dimension, de la forme et de la granulométrie des particules de terre ; de la densité c'est-à-dire de l'indice des vides du matériau; de la température de l'eau qui modifie sa viscosité (k augmente avec la température)

K : peut varier considérablement dans les directions de l'écoulement ; la perméabilité dans la direction horizontale soit jusqu'à vingt fois supérieure à celle existant dans la direction verticale.

Le coefficient de perméabilité varie d'une façon très importante avec la forme de la courbe granulométrique.

N.B : D'après les constats sur terrain les sols d'El-Goléa sont formés de sable et argileux

$$K_{\text{Moy}} = 7.13 \text{ cm/h}$$

C'est le coefficient de perméabilité moyen des sables de la palmeraie d'El-Goléa.

**Conclusion :**

L'analyse des données climatiques nous a conduits à signaler une certaine particularité de la région d'étude.

- La faiblesse et irrégularité de la précipitation
- Des températures très élevées à forte amplitude journalière
- Une insolation assez importante
- Une forte évaporation qui concentre les solutions du sol quand son degré d'humidité le permet
- Des vents forts à prédominance direction N-E

Le trait essentiel qui caractérise la région d'étude du point de vue géologique est la présence :

- Des formations à perméabilité élevée constituées de sable (quaternaire) et sable blanc, grès et argiles (Albien).
- Des formations représentées par des marnes, calcaire, gypses, et des argiles sableux autrement dit par des niveaux perméables de fissures et des niveaux imperméables.

# Chapitre II :

## Ressource en sols



## **Introduction :**

Selon l'avant projet des périmètres d'El-Menia fait par société des études hydrotechnique d'Alger (S.ET.HY.AL), la prospection pédologique porte sur une superficie 629.6ha et a consisté dans la réalisation de 136 profils pédologiques dont 73 ont fait un objet, d'un échantillonnage, et des analyses physico-chimiques

### **II.1-Les sols :**

#### **II.1.1-Les sols de Sahara : [11]**

La formation et l'évolution des sols dans ce vaste territoire sont essentiellement conditionnées par le climat et la salinité.

Le climat très aride influe sur la pédogenèse par la très forte évaporation, ce qui a engendré dans certaines zones de fortes accumulations salines surtout après la mise en irrigation (jusqu'à 50mmhos/cm). Ce phénomène est aggravé le plus souvent par une topographie généralement plane, qui ne facilite pas le drainage naturel des eaux excédentaires et par une eau d'irrigation relativement chargée en sels.

La roche mère des sols de ces régions est le plus souvent (Sahara septentrional) du continental intercalaire, elle se caractérise par des formations gréseuses plus ou moins compactes avec des passées argileuses.

Ces formations sont hétérogènes : elles présentent une texture le plus souvent saleuse. Mais on peut rencontrer des textures limoneuses sableuses des dépôts marneux ou un plan d'eau à une profondeur variable ces sols ne sont pas généralement calcarifères. Mais, ils sont tous affectés plus ou moins de salinité. Ces caractères de sols expliquent en grande partie la prédominance de ces facteurs pédogénétiques sur l'évolution des sols du Sahara. qui sont principalement : la texture, la structure, la salinité (halomorphie) et l'action de l'eau (hydromorphie).

Les superficies occupées par les sols sahariens sont immenses ce qui fait que leur étude n'est pas aisée.

Ces sols présentent des particularités et des caractéristiques qui permettent de les situer dans quatre grandes classes (classification française)

#### **II.1.2-Classes des sols minéraux bruts (sols sableux) :**

Dans les vingt périmètres centimètres la matière organique est présente à l'état de traces avec un taux inférieur à 1.5% dans les trois premiers centimètres l'altération chimique des minéraux est faible ou absente, contrairement à la désagrégation mécanique qui elle est



plus au mois poussée, les sels pouvant être solubilisés et redistribués dans le profil.

Ces sols ne présentent pas d'évolution pédologique à cause de l'aridité du climat qui ne permet pas l'altération chimique des minéraux, de l'érosion récente et d'un apport récent de matériaux n'ayant pas le temps d'évoluer.

Ces sols sont caractérisés par l'absence d'un complexe absorbant (altération chimique faible, absence d'argile), une activité biologique faible voire même nulle.

Leur propriété physique dépendant du matériau érodé.

Ces sols sont peut-être intéressants pour l'agriculture on distingue deux types de sols minéraux bruts :

#### **II.1.2-1 Les sols minéraux bruts d'ablation :**

Ils forment la surface des Hmada, ils sont peu profonds et riches en éléments grossiers pour l'horizon superficiel (pierres, cailloux et gravier), les éléments fins quant à eux sont soumis à une érosion éolienne intense et à un important ruissellement.

#### **II.1.2.2- Les sols minéraux bruts d'apport :**

Le processus d'apport revient également à l'action de l'eau ou du vent ; ces sols sont représentés par les dépôts sableux à sablo-argileux des oueds et des massifs dunaires.

#### **II.1.3- Classe des sols peu évolués :**

Le taux de matière organique dans les trois premiers centimètres est supérieur à 1.5%.

Une partie de cette matière organique peut être bien humifiée le matériau original présente une fragmentation et une désagrégation.

Ces sols sont caractérisés par un faible degré d'altération, le profil peut être le siège d'une distribution des sels.

Ces sols se rencontrent dans les régions où l'altération est limitée soit par le climat, soit par l'érosion, soit par le temps (âge de matériau).

Ils sont caractérisés par une faible capacité d'échange, ils sont profonds en plaines alluviales et peuvent présenter des manifestations d'hydromorphie ou de redistribution des sels. Les meilleures terres agricoles, particulièrement recherchées par les agronomes sont des sols peu évolués des dépressions alluviales non salées (DUBOST, 1991).

Ces sols s'observent dans des endroits où les dépôts sont fréquents par les cours d'eau (dayate, oasis, lit d'oued).

#### **II.1.4- Les sols des dayate :**

Leur épaisseur est variable en fonction de l'importance du ruissellement, donc de la



masse de sédiments charriés, le profil se présente comme succession de strates à texture fine ou grossière. Ces couches sont déposées en alternance par sédimentation dans l'eau stagnant plus au moins longtemps dans la daya.

#### **II.1.5- Les sols des oasis :**

Ce sont des sols sableux, très pauvres en matière organique 0.4% le PH basique (8.8) , le rapport C/N égal à 12.1 correspond à une matière organique bien décomposée .

Le carbonate de calcium n'est pas présent dans tout le profil et sa teneur est variable, la capacité d'échange cationique (CEC) est également faible, le calcium et le magnésium prédominent le complexe absorbant.

#### **II.1.6-Les sols halomorphes (sodique) :**

Les sols sales présentent une évolution dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles ou par richesse de leur complexe absorbant en ions provenant de ces sels, et susceptibles à dégrader leur structure, ces sols présentent des caractéristiques défavorable à la croissance des végétaux.

En Algérie des vastes étendues sont salées (toutes les surfaces délimitant les Sebkhass, et le Chotts, la plaine d'Abadla,.....).

#### **II.1.7- Les sols hydro-morphes :**

Les sols hydro-morphes se rencontrent en tout climat et constituent avec les associations spécialisées qui les caractérisent des « climats stationnel » liés à des conditions particulières de matériau ou de mauvais drainage. Ces sols sont caractérisés par la présence de nappes phréatiques. On distingue deux grands groupes de sols hydro- morphes

##### **II.1.7.1 Les sols hydro morphes au sens strict :**

Caractérisés par la présence d'une nappe d'eau libre douée de propriété réductrice.

##### **II.1.7.2 Les sols hydro-morphe apparents :**

Qui font transition vers d'autres classes, la saturation des pores par l'eau est effective à certaines saisons.

Ces sols ont été observés en bordure des Chotts, dans les dépressions inter dunaires et alluviales et dans certaines daya-te

#### **II.1.8-Sol des palmeraies :**

Les sols des palmeraies sont les plus souvent cultivés, leur matière minérale n'a pas subi d'altération sensible. par contre elle a pu se désagréger et se fragmenter par des phénomènes physiques ; les sels minéraux y compris les carbonatés et les sulfates ainsi



que les cations peuvent avoir des redistributions et des migrations.

Ces sols présentent une faible teneur en matière organique et en éléments fertilisant : le PH est voisin de la neutralité à légèrement alcalin.

De point de vue classification pédologique les sols des palmerais se regroupent généralement dans les classe des sols peu évolués, halomorphe , l'apport est le plus souvent éolien ou anthropique.

## II.2-Salinité des sols :

Selon les résultats d'analyses du sol, les sols se trouvent en général dans la première couche.

Les teneurs en sels solubles élevées entraînent des phénomènes de toxicité, l'absorption de l'eau par les plantes est bloquée ces teneurs sont variables dans l'oasis d'El-Goléa elles vont de 2 à 20mmhos/cm.

### II.2.1- Salinité des sols peu évoluées :

A l'intérieur de ce groupe, deux groupes ont été représentés : modal, et halomorphe, qui se distinguent par le niveau de salinité, assez bas pour les sous-groupes modal  $CE < 7 \text{ mmhos/cm}$  sur tout le profil, plutôt élevée pour le sous groupe halomorphe  $> 7 \text{ mmhos/cm}$  mais  $< 16 \text{ mmhos/cm}$  sur une partie de profil.

### II.2.2- Salinité des sols halomorphes :

Le critère principal de la distinction de la classe des sols halomorphe, est la salinité très élevée qui intéresse tout le profil du sol ou sa parties. Il s'agit de la présence dans le sol de sels solubles grandes quantité, la conductivité  $> 16 \text{ mmho/cm}$ , au moins dans l'un des horizons et  $> 7 \text{ mmhos/cm}$  sur une grande partie du profil.

La salinité et la sodicité d'un sol ont pour origine des eaux minéralisées qui viennent l'imprégner.

Pour cela deux cas peuvent être considérés à savoir :

1-Salinité d'origine \* interne\*

2-Salinité d'origine \*externe\*

Dans le 1ere cas, il s'agit d'une salinisation provoquée par l'action d'un plan d'eau, située à faible profondeur, ce qui probablement le cas à Bakrat.

Dans le 2eme cas, la salinité est due aux sels apportés par les eaux extérieures par exemple l'irrigation, inondation ...



Ce dernier est caractérisé par la présence de sels en profondeur moyenne

Dans les deux cas, l'absence de drainage entraîne une accumulation des sels dans les profils pédologiques.

### **II.3 -Relation Sol -Nappe - Salinité :**

Une interprétation des résultats d'analyses des sols de certaines régions notamment en palmeraies a permis de constater qu'il existe, d'une manière générale une relation directe et très étroite entre la salinité des eaux et des sols

A cet égard, dans les palmeraies où l'on enregistre une diminution de la salinité, les sols se caractérisent généralement par la classe des sols halomorphes avec une nappe phréatique à une profondeur d'environ 80 cm

Le phénomène d'halomorphisme dans les milieux saturés en eau est caractérisé par des floculations à une grande amplitude. ce qui explique en grande partie les variations de salinité enregistrées dans les sols de différentes palmeraies des régions étudiées.

En effet les paramètres (nappe –sol- salinité –évaporation) sont intimement liés et le plus souvent la courbe linéaire de la salinité dans un graphique est inversement proportionnelle au plan d'eau (niveau hydrostatique de la nappe phréatique : lorsque le niveau de la nappe décroît (drainage naturel) la salinité de l'eau et de sol augmentent principalement en surface (concentration) .par contre lorsque le niveau de l'eau augmente vers la surface du sol, la salinité des sols et des eaux diminue.

### **II.4-Description pédologique :**

Profil N°1

Classe : peu évolué  
 Sous classe : xérique  
 Groupe : d'apport éolien  
 Sous groupe : modal  
 Famille : sur sables quaternaires  
 Série : action de nappe  
 Type : sableux  
 Topographie : plutôt  
 Végétation : Akaya et Hanna  
 Surface : petits et moyens cailloux

**Tableau II.1 Résultat analytique (Granulométrie) en %**

Profondeur(cm)	argile	Limon f	Limon g	Sable f	Sable g
0-30	0	0	0	68	30
30-61	0	0	0	75	24
61-95	0	0	0	65	34
95-150	0	0	1	78	19
150-170	0	0	1	80	13

**Tableau II.2 Résultat analytique (Complexe absorbant) en meq/100g**

Profondeur(cm)	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
0-30	17	2	0.21	0.16
30-61	17	1	0.21	0.16
61-95	13	1	0.21	0.16
95-150	5	1	0.21	0.11
150-170	3	1	0.21	0.1

**Tableau II.3 Résultat analytique (Solution du sol)**

Profondeur (cm)	HCO <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Saturation%	PH	CE mmhos/cm
0-30	13.3	138.6	54.7	38.7	14	96	46.7	38	9.50	0.76
30-61	1.4	8.9	3.1	6.6	0.9	5.4	1.8	38	8.60	1.43
61-95	1.9	13.9	4.6	10.2	1.5	5.2	2.7	38	8.58	0.73
95-150	2	14.8	4.8	10.8	1.5	5.6	2.8	0	8.40	1.31
150-170	-	-	-	-	-	-	-	-	8.40	0.62

(Source : D.S.A. El-Menia)

**0-30** : gris sable sans structure, meuble, sec, poreux, de rares petites racines, des concrétions blanches, de rares Caillaux, effervescence HCL, passage graduel.

**30-61** gris jaunâtre, sable, sans structure faiblement tasse, humide poreux, rares graviers



et petites racines, concrétion blanches, effervescence HCL, passages graduel.

**61-95** jaune-grise, sable, sans structure, humide, meuble, poreux, des concrétions blanches, teinté de noir, effervescence HCL, passage graduel.

**95-150** jaunes foncé, sable, sans structure, meuble, très humide, poreux, effervescence HCL, passage graduel.

**150-170** jaune foncé, sable, sans structure, meuble, très humide, poreux, effervescence HCL, nappe phréatique à 170cm.

### Profil N°02

Classe : halomorphe

Sous classe : a structure non dégradée

Groupe : salin

Sous groupe : a efflorescence salines

Famille : sur sable quaternaire

Série : a salure moyennement profonde

Type : sableux-limoneux

Topographi : terrain inégal

Végétation : Akaya et Hanna

Surface : graviers, efflorescence blanche (saline) et gypse

**Tableau II.4 Résultat analytique (Granulométrie) en %**

Profondeur(cm)	argile	Limon f	Limon g	Sable f	Sable g
0-30	1	25	1	44	25
30-68	0	19	1	50	27
68-131	0	4	1	63	30
131-187	0	1	0	88	11

**Tableau II.5 Résultat analytique (Complexe absorbant) en meq/100g**

Profondeur(cm)	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
0-30	18	0.5	3.59	18.22
30-68	11	0.6	2.08	4.42
68-131	13	0.5	0.44	0.59
131-187	21	0.3	0.37	1.38

**Tableau II.6 Résultat analytique (Solution du sol)**

Profondeur(cm)	HCO <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Saturation%	PH	CE mmhos/cm
0-31	5.5	173.9	939.5	55.5	3.2	1054.5	61.3	38	7.30	8.5
31-68	2.9	74.7	112.9	48.7	2.6	117.1	20.5	38	8.28	1.71
68-131	1.3	33.2	3.4	26.6	1.6	10.5	2.9	38	8.18	3.38
131-187	0	0	0	0	0	0	0	0	7.48	0.74

**(Source : D.S.A. El-Menia 2011)**

**0-30cm** de 0 à 2cm sable rouge brun avec graviers en dessous sable vers foncé, avec gypse (son structure cristal et grumeleux) tassé, sec, poreux, très forte effervescence avec HCL, passage invisible.

**31-68cm** vert foncé grisâtre, sable avec gypse, son structure à cristal, tassé, sec poreux, très forte effervescence avec HCL, passage invisible.

**68-131cm** gris à rougeâtre sable, son structure est moyennement tassé, sec poreux des concrétions blanche moisissure carbonate des gravier fortes, effervescence HCL, passage net.

**131-187cm** jaune, sable, sans structure, humide, faiblement tasse, poreux, teintes noires, de rare cailloux faible, effervescence HCL

#### **II.4.1-Propriétés physique du sol :**

Ces propriétés sont caractérisées par :

**a-La texture :** la texture des sols des palmeraies des périmètres constituée dans sa quasi-totalité par des sables fin 80% à 95% est favorable à l'irrigation et ne pose pas des



problèmes particuliers.

**b-La structure** : n'étant pas développée elle est presque totalement réduite à sa texture.

**c-Densité apparente**  $D_a$  la densité apparente des sols est faible dans l'horizon superficiel, légèrement plus forte dans l'horizon sous adjacent 60-80cm.

Les valeurs moyennes des densités apparentes sont données dans le tableau II.7

**d-Densité réelle**  $D_r$  la densité réelle de la matière solide est à peu près constante, de l'ordre de 2,5.

**Tableau II.7 Les valeurs des densités et la porosité**

Profondeur (cm)	densité apparente $d_a$	densité réelle $d_r$	Porosité %
Surface	1.25	2.43	48.6
0-20	1.10	2.43	55
20-40	1.25	2.43	48.6
40-60	1.25	2.58	51.6
60-80	1.34	2.58	48
80-100	1.10	2.48	56

#### II.4.2-Propriétés chimique du sol :

**a-Salinité** : elle se caractérise par

La conductivité électrique : mesurée dans les profils pédologiques réalisés en général varie de

7 à 16 mmhos/cm pour les sols peu évolués

>16mmhos/cm pour les sols halomorphes

Donc en général les sols

Sols peu salés (sols peu évolués)

Sols excessivement salés (sols halomorphes)

Solution du sol : les ions les plus prépondérants dans la solution du sol sont  $SO_4$  et  $HCO_3$

**b-PH** :

Les sols du périmètre présentent un PH légèrement alcalin il varie entre 7.30 et 9.50.

Dans l'horizon de 0 à 30cm on constate un PH de 7.30 à 9.50.

Dans l'horizon de 60cm on constate un PH de 8.30 à 8.60.

**c-Complexe absorbant :**

Dans les sols de la zone d'étude, la teneur en argile est très faible, donc les échanges ioniques sont réduits.

**Conclusion :**

L'analyse des études pédologiques qui ont été faites sur la région d'étude, nous a conduits à relever certains points essentiels :

Les sols du périmètre sont à granulométrie grossière, expliquée par le taux important de sable (grossier et fin) 80 à 95% de sable.

Les sols de la classe halomorphe sont très salés (profil N°2)

L'état des sols des périmètres nécessite certains travaux ;

- Lessivage (élimination des sels présents dans le sol).
- Drainage (rabattre et maintenir le niveau critique de la nappe, évacuation des eaux de lessivage)
- Routage (sous solage) pour briser la contrainte qui limite la pénétration des racines.

# Chapitre III :

## Ressources en eau

**Introduction :**

Le Sahara est une caractérisé par la faiblesse et l'irrégularité des pluies qui empêchent l'entretien d'un tapis végétal continu pour donner naissance à des vrais sols et permettre la vie d'une grande faune, l'agriculture sédentaire n'est possible qu'avec l'irrigation et celle –ci repose presque totalement sur des eaux souterraines fossiles.

**III.1-Les ressources en eaux souterraines :**

Repartant sur des bases où la relation de force est favorable à l'homme, avant la création de puits artésiens à l'instar d'autre oasis sahariennes, population d'El-Menia recourait à des méthodes traditionnelles, à savoir :

- Les puits à balancier sur la nappe phréatique
- Les foggaras creusés dans des couches Vraconiennes
- Les sources jaillissantes.



**Fig.III.1 Ressource en eaux a El-Menia (puits)**

Les oasis ont donné lieu à l'exploitation de la nappe artésienne plus profonde dite Albienne par l'implantation des forages.

Actuellement à El-Menia, il existe un nombre de forages considérable, comme le montre la carte d'inventaire certains sont bouchés, d'autres restent fonctionnels, mais la plus part de ces derniers sont vétustes et demandent l'amélioration de leur équipements.

Les périmètres sont irrigués à partir de plusieurs forages, leur nombre est déterminé en



fonction des besoins en eau d'irrigation, nous signalons que ces forages sont implantés à proximité des réservoirs.

### **III.1-1-Eaux de la nappe phréatique : [11]**

On désigne sous le nom de nappe phréatique, les aquifères superficiels dont la profondeur n'excède pas 50m les eaux sont généralement exploitées par des puits.

Ces nappes sont partout présentes au Sahara, dans les dépressions ou les vallées.

Elles sont alimentées par les pluies, les crues l'écoulement diffus, les eaux de drainage et aussi très souvent par redentées naturelles.

Ces sources superficielles sont importantes dans tout le Sahara elles alimentent les puits de parcours, elles peuvent aussi donner naissance à des palmeraies ou à des jardins irrigués.

Le cas le plus spectaculaire est celui du Souf dont les Ghouts (cuvettes entonnoirs aménagées dans le sable), permettant aux racines des palmiers d'atteindre la zone de remontée capillaire d'une nappe superficielle 15m. On estime le débit utilisé à 1m<sup>3</sup>/s (BATAILLON, 1995 cité par DUBOST, 1991).

On retrouve la même technique à l'ouest et au nord de Ouargla, exploitant la nappe phréatique dans les terrasses supérieures de l'Oued Mya. Et aussi au sud de l'erg occidental, dans le Tghouzi où sont aménagées des Ber date dans les couches superficielles de la nappe l'Erg.

Les nappes phréatiques des Ziban et du Souf fournissent 2m<sup>3</sup>/s à l'irrigation.

Souvent alimentées par les eaux de drainage des palmeraies, ces aquifères donnent une eau d'assez mauvaise qualité (sels, surtout chlorure de sodium et sulfate de magnésium).

### **III.1.2-Eaux de la nappe albienne : [11]**

Les ressources en eau souterraines dans la région d'El-Menia correspondant à la nappe profonde du Continental Intercalaire CI.

Les sables et grès appartenant à l'albienne se trouvent au dessous des couches argilo-calcaire d'une épaisseur de 20 à 30m. En renfermant une nappe aquifère en charge qui représente la principale ressource de la région. L'épaisseur de l'Albienne est de l'ordre de 600m. Les profondeurs de l'aquifère varient entre 65 à 250m en allant vers le Nord, et en dirigeant vers le Sud, le phénomène de l'artisanisme commence à apparaître. Les formations sous-jacentes sont regroupées avec l'Albienne sous le terme Continental



Intercalaire CI.

### **III.1.3-Les oueds et leurs crues :**

Le Sahara actuelle porte un réseau hydraulique ancien, constitué au cours des périodes géologiques humides en accumulant dans des terrains perméable du secondaire et du tertiaire, actuellement le réseau hydraulique n'est actif que dans des chaines atlasique et sur les pentes du massif du Hoggar.

#### **III.1.3.1-L'Oued Ghir et la Souara :**

Constituent l'artère la plus important du Sahara Algérien puis qu'elle drain plus de 800km du nord au sud. Les crues dans cette région se produisent en automne, début d'hiver et printemps. La moyenne de l'écoulement est de 82jours par an.

#### **III.1.3.1-L'Oued Mzi Djedi :**

S'étend sur de 400km et s'écoule de l'ouest vers l'est au pied de l'Atlas Saharien. A l Laghouat .La moyenne des écoulements est de 10jours par an.

### **III.2-Analyse de la situation des forages :**

La zone d'étude connait une dispersion illimitée de forages anciens et contemp orains répondant aux exigences de la demande en eau pour l'irrigation et AEP nous citons dans le tableau ci-dessous les caractéristiques techniques des forages.

#### **Tableau III.1 Analyse de la situation des forages :**

**(Source DHW El-Menia)**



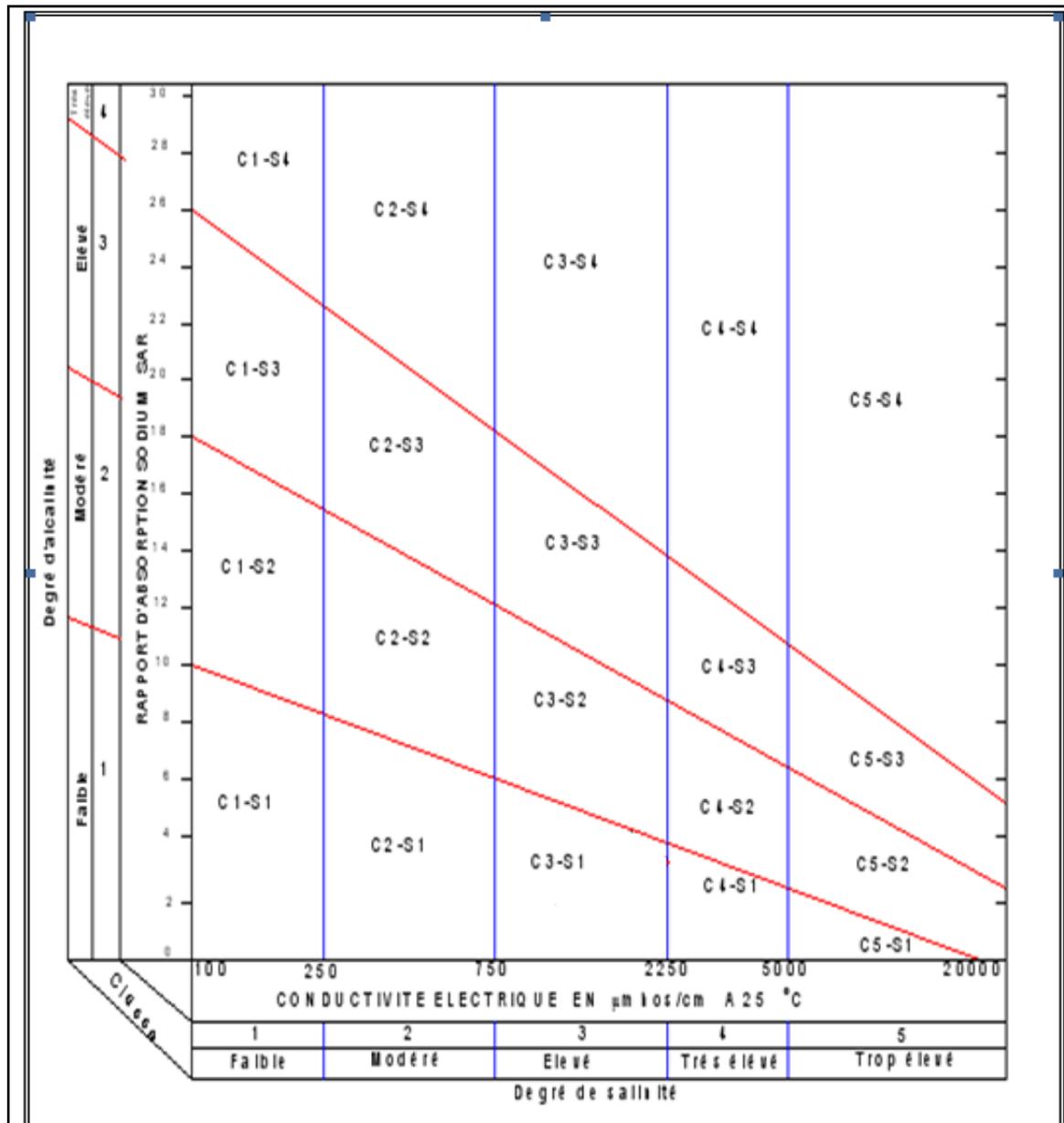
Nom du forage	T°c	Ca++ (meq/l)	Mg++ (meq/l)	Na+ (meq/l)	Cl- (meq/l)	SO4- (meq/l)	CO3 (meq/l)	PH	Profondeur (m)	Variation du débit (l/s)		Utilisation
										1978	1982	
Hassi-El-gara	8	1.45	0.73	1.52	0.62	1	2.73	8	81.10	15	16.5	Irrigation
Fouatis	27.5	1.45	0.41	1.5	0.47	0.73	2.13	8.1	81.71	4.6	6	Irrigation
Génie	26	1.85	0.8	2.65	1.15	0.9	4.1	7.95	70.50	7.3	7	Irrigation
Pétrochi	26	1.75	1.5	2.7	1.09	0.83	5.1	7.85	91.30	2	4	Irrigation
Sidi-bel-kacem	27	1.9	1.06	2.9	1.15	0.83	4.9	7.9	32.30	12	9.5	Irrigation
Haffrel-abbes	26	1.6	0.9	2.6	0.9	0.51	3.9	8.05	88.30	13.3	13	Irrigation
Garra-sidi-bouزيد	28	1.25	0.57	1.4	0.47	1.27	2.25	7.3	102.17	8	5	Irrigation
Joseph	26	1.7	0.7	3.65	1.35	0.81	3.1	8.05	250	2	3.5	Irrigation
Hadja-Hlima	28	1.4	0.57	1.69	0.7	0.83	2.7	8.2	141.50	4	3	Irrigation
Belaid	28	2.25	0.46	3.9	1.04	1.16	5.58	8.2	151.50	65	70	AEP
khcheb	28	1.35	0.6	1.41	0.53	0.87	1.9	8.1	159.75	6	13	Irrigation



**III.3 Qualité des eaux :**

La principale caractéristique de l'eau d'irrigation est sa composition chimique, qui consiste en un bilan ionique pour aboutir à sa qualité, du point de vue salinité, et danger d'alcalinisation.

Pour classer cette eau et déduire sa qualité chimique, nous allons utiliser le diagramme proposé par le laboratoire de RIVERSIDE modifié pour être utilisable en Algérie, par J.H. Durand (voir fig2)



**Fig.III.2 Diagramme de classification des eaux d'irrigation**

En abscisse de ce diagramme, on trouve les valeurs de la conductivité électrique CE en micromhos/cm, et en ordonnées les valeurs du sodium absorption ratio SAR



La conductivité électrique CE. Est mesurée directement avec la conductivité-mètre ramenée à 25°C en micromhos/cm

Le sodium absorption ration SAR, nous donne une estimation de danger d'alcalinisation donné par :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec Na, Ca, Mg sont exprimés en meq/l

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

- S1 : Risque faible  $S.A.R \leq 10$
- S2 : Risque moyen  $10 < S.A.R \leq 18$
- S3 : Risque élevé  $18 < S.A.R \leq 26$
- S4 : Risque très élevé  $S.A.R > 26$

D'après la classification de L'U.S. salinity laboratory (USSL) .les eaux d'irrigation peuvent être classé en fonction de conductivité électrique (CE) et en fonction de l'alcalinité (SAR)

- \* $CE < 0,25 \text{ mmhos/cm}$  : Risque de salinisation faible.
- \* $0,25 < CE < 0,75 \text{ mmhos/cm}$  : Risque de salinisation moyen.
- \* $0,75 < CE < 2,25 \text{ mmhos/cm}$  : Risque de salinisation élevée.
- \* $CE > 2,25 \text{ mmhos/cm}$  : Risque de salinisation très élevée.

#### Remarque :

Nous savons que les graves problèmes que rencontre la palmeraie sont dus essentiellement à l'augmentation de la concentration en sels solubles au sein du sol.

ces sels sont :  $CaSO_4$ ,  $Na_2 SO_4$ ,  $Mg SO_4$ ,  $MgCl_2$ ,  $NaCl$  et  $NaHCO_3$ .

Dans cette région les forages sont artésiens pour l'irrigation de la palmeraie existante.

Les résultats des analyses des prélèvements sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau III.2: Résultats des analyses des eaux de la nappe albienne :**

	PH	CEmmhos/cm	RS	SAR	Ca <sup>++</sup> (meq/l)	Mg <sup>++</sup> (meq/l)	Na <sup>+</sup> (meq/l)	Cl <sup>-</sup> (meq/l)	So <sup>4-</sup> (meq/l)
Belbachir	8.2	0.71	2.1	5	1.1	0.6	4.6	1.82	0.68
Badrian	7.5	0.7	3.8	0.31	1.5	0.58	0.32	1.79	0.71
djeramna	7.7	0.4	1.9	0.46	0.036	0.017	0.075	1.79	0.015
El-Menia	6.9	0.7	2.97	3.38	1.65	0.92	3.83	1.64	0.74

**(Source DSA El-Menia)**

D'après les le tableau ci-dessus :

Ce : 700 microhos/cm

SAR : 3.38

Classe : C2-S1

Salinité : eaux à salinité moyenne

Ces eaux est utilisables si un lessivage se produit, les plantes modérément tolérantes aux sels peuvent pousser dans la plus part des cas sans pratiques spéciale de contrôle de la salinité.

Du point de vue d'alcalinisation, cette eau est utilisable pour l'irrigation de presque tous les sols avec peu de danger d'alcalinisation bien que certaines cultures sensibles au sodium puissent être avocatier.

**Tableau III.2: Résultats des analyses des eaux de la nappe phréatique :**

Station	Analyse chimique ( meq/l)								CE mmhos/cm	SAR	RS (mg/l)	PH
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sup>4-</sup>	Hco <sup>3-</sup>	No <sup>3-</sup>				
El-Bakrat	1.8	2.33	10.44	1.8	2.41	8.11	6.97	0.14	1.92	7.26	1014	6.8

**(Source DSA El-Menia)**



D'après les le tableau ci-dessus :

Ce : 1920 microhos/cm

SAR : 7.26

Classe : C3-S2

Salinité : eaux à forte salinité

Ces eaux sont inutilisable dans les sols à drainage restreint même avec un bon drainage des pratiques spéciales de contrôle de la salinité peuvent être nécessaire et les plante ayant une bonne tolérance aux sels, cette eaux est utilisable dans le sol à texture grossière ayant une bonne perméabilité.

#### III.4-Pertes en eau :

Ces pertes se résument en :

- 1- Une grande partie des eaux de la nappe phréatique provient des pertes très importantes de puits artésiens très vieux dont les tubages sont corrodés
- 2- Les pertes techniques, causées par :
  - a- Des cassures au niveau des conduites de distribution.
  - b- Manque de raccordement entre les conduites
  - c- Un mauvais raccordement a été sujet de perte d'eau
  - d- Des répartitions banales avec des sachets en plastique, malgré cela, les pertes ont toujours donnees signe de la vie.
- 3- Mobilisation des eaux d'une manière irrationnelle ce qui permet des sur-irrigations.  
Dans tous les cas, les conséquences sont deux ordres :
  - a- La remontée de la nappe phréatique suite à son alimentation.
  - b- La végétation souffrera d'une asphyxie, des que la nappe phréatique atteint ses racines.

**Conclusion :**

El-Menia est située dans un site réunissant les conditions essentielles pour son extension, et ce de point de vue ressource en eau, grâce à la présence de plusieurs nappes aquifère, dans certaines peuvent donner des débits très appréciables, reste sa qualité chimique qui extrêmement important, quant à son utilisation.

De plus, il est nécessaire d'améliorer les équipements des anciens forages afin de limiter l'alimentation de la nappe phréatique.

D'après les résultats des analyses des eaux on conclut que :

- La salinité provient des eaux de la nappe phréatique.
- les eaux d'irrigation sont bonnes pour l'agriculture et les eaux de drainages sont de mauvaise qualité d'où l'évacuation de ces eaux est indispensable.

**Chapitre IV:**  
**Analyse hydro-agricole**  
**Et problématique**



### Introduction :

Le problème de remontée de la nappe phréatique est lié à plusieurs facteurs. Il est indispensable de connaître la situation hydraulique et agronomique actuelle ainsi que toutes les caractéristiques de la région qui peuvent nous donner une vue globale sur ce problème

#### IV.1- Organisation administrative :

Issue du découpage administratif de 1994, la ville El-Menia s'étend sur la partie du Sud Algérien et comprend deux grandes zones à savoir :

**Tableau IV.1 Organisation administrative dans la région El-Menia**

Zone	COMMUNE
El-Menia	El-Menia Bel-Bachir
Hassi-El-Gara	Hassi-El-Gara

#### IV.2-Population :

**Tableau IV.2 : Répartition de la population dans la région El-Menia**

commune	Superficie km <sup>2</sup>	Population	Densité hab./km <sup>2</sup>
El-Menia	27000	30440	1.12
Hassi el gara	22000	14183	0.64
Totale	49000	44623	0.91

#### IV.3-Situation hydraulique actuelle :

##### IV.3-1 Infrastructures hydrauliques :

**Tableau IV.3 : Infrastructures hydrauliques dans la région El-Menia**

Commune	Forages réalisés		Forages			Réservoirs	
	Nombre	Débit l/s	Mobilisés	Exploité	Débit m <sup>3</sup> /j	Nombre	Capacité m <sup>3</sup>
El-Menia	76	50	76	64	149.76	05	3.8
Hassi-El-Gara	36	50	36	30	12.38	02	1.5

**(Source DHW El-Menia)**



### IV.3-2-Mobilisation et affectation des eaux :

Tableau IV.4 : Mobilisation et affectation des eaux dans la région El-Menia

commune	Eaux souterrain mobilisées	Affectation %		Origine de la ressource	Dotation L/H/J	Logement Raccordés au réseau en %	
		AEP	IRRI			AEP	ASSAI
		<b>El-Menia</b>	71.48			25	67
<b>Hassi- Elgara</b>	48.35	19	81	F	200	93	74

(Source DHW El-Menia)

### IV.4-Réseau de drainage :

Pour que le lessivage du sol soit correcte, sous effets préjudiciels dus a des sur irrigation (irrigation+lessivage) donnant lieux à la remontée de la nappe et a la formation des eaux stagnantes, les périmètres seront équipent d'un réseau de drainage susceptible :

1-D'évacuer les eaux prévenantes des opérations de lessivage.

2-De maintenir le niveau max de la nappe à une profondeur suffisamment bas de l'ordre de 1.3 a 1.5m généralement admise pour la plantations du palmier-dattiers fruitiers, afin de juguler le processus de salinisation secondaire du sol par remontée capillaire de sels.

En ce qui concerne la modalité de drainage, un réseau à canalisation enterre sera construire.

#### IV.4.1-Système de drainage :

Les parcelles sont drainées par un seul drain enterré, positionné à l'aval de chaque parcelle

Les drains sont associés aux collecteurs qui sont généralement constituées de tuyaux enterrés. L'émissaire de périmètres raccorde au système de drainage existant d'El-Menia qui dirige toutes les eaux vers le chott en aval (Sebkha-El-Maleh).



**Fig.IV.1 Système de drainage El-Menia**

#### **IV.4.2-Collecteur principal :**

L'oasis d'El-Menia est dotée d'un drain principal ou encore El-Händel qui suit la thalweg de l'oued Seggueur . Un certain nombre de canaux latéraux, les drains secondaires aboutissent dans le canal principal.

Les bords de ces drains sont tapissés d'un revêtement en pierre non cimentées pour que l'eau qui chemine par gravite puis s'infiltré.

Le Khandeg aboutit au sud de Hassi-El-Gara dans une dépression fermée naturellement, dans une superficie de 350ha au total, ou s'est formée une vaste Sebkhha.

#### **IV.5-La zone de rejet :**

Lac d'El-Goléa ou Sebkheth-El-Maleh est une dépression endoréique constituée de sol salé. Il est divers en deux compartiments : un bassin supérieur, a salinité modéré, tres riche du point du vue diversité biologique et un autre bassin inférieur plus salé dénudé dont les berges sont garnies de sels

Ce site situe à 12km d'El-Menia et à 5Km au sud de Hassi-El-Gara, Il se présente sous forme d'une dépression formée naturellement d'une superficie de 18.947ha sa longueur de 10Km, et sa largueur maximal est de 3km, avec une profondeur variable selon les conditions climatique.

La formation du lac est due aux deux éléments suivants :

- Les eaux en excès d'irrigation de la palmeraie d'El-Goléa, cette irrigation s'accompagne par des pertes d'eau considérable ces pertes s'infiltré dans le

sol est rejoint la nappe phréatique, ou bien elles sont évacués directement dans le lac par le réseau de drainage existant

- Les eaux usées industrielle de la ville sont également déversées au lac par canalisation urbaine.



**Fig.IV.2 La zone de rejet (Sebkha-El-Maleh) El-Menia**

#### **IV.6- L'agriculture :**

La fonction de l'agriculture dans les régions Sahariennes c'est bien la viabilisation de l'espace aride pour le rendre à la fois vivable pour les êtres vivants et créateur d'activité productive.

Le pilier de cette viabilisation est le palmier. la culture du palmier dattier avec toutes variétés constitue la base de l'agriculture dans la région, elle est considérée comme élément générateur de la cite, en plus de son rôle économique, elle participe à la création d'un micro climat agréable et a l'équilibre du système écologique générale de la ville. Elle s'étale sur une surface de 837 ha, 537ha à El-Menia et 300ha à Hassi El-gara, avec une capitale de plus de 146383 palmiers, mais elle est menacée par plusieurs facteurs :

- Mauvaise répartition d'eau, la remontée d'un cote et le manque sur d'autre cote.
- Dégradation du réseau d'irrigation par le dépassement de sa durée de vie
- Contamination de la nappe phréatique par les eaux usées
- La croissance incontrôlée du tissu urbain

Actuellement, la palmeraie de la ville El-Menia s'étend sur une surface de 1743 ha.

La superficie de terrain agricole est de 203463 ha à El-Menia avec 1880ha de terrains utiles, et de 339483 ha à Hassi El-Gara avec 1087 ha de terrains utiles.

Dans les oasis l'agriculture à elle seule ne permet pas malheureusement de satisfaire les besoins élémentaires des populations et reste une agriculture de subsistance. Ce type de culture avec son mode d'exploitation traditionnel a fait fuir la main d'œuvre et surtout les jeunes au profit d'autres secteurs d'activité et notamment pétrolières.

#### IV.7-La production agricole et leur superficie :

**Tableau IV.5-La répartition des terres agricole**

	El-Menia	Hassi El-gara	Total
<b>Superficie globale ha</b>	27000	22000	49000
<b>Superficie exploitée ha</b>	11150	8200	19350
<b>Nombre bénéficiaire ha</b>	978	1037	2015
<b>Superficie accordée ha</b>	8037	3695	11737
<b>Superficie récupérée ha</b>	3013	2334	5347

**(Source DSA El-Menia)**

#### IV.7-1 Les palmiers :



**Fig.IV.3 Les palmiers El-Menia**



La production des dattes prendre la classe 1 de production d'après la DSA, les terres irriguée et la production est résumé dans le tableau suivant :

**Tableau IV.6: la production des diverses zones dans la région de El-Menia**

	Surface occupée (Ha)	Nombre des palmeraies existe	Nombre Palmeraie en rapport	Production qx
<b>El-Menia</b>	2000	123236	88490	45061
<b>Hassi El-gara</b>	1400	79244	47100	29390

**(Source DSA El-Menia)**

#### IV.7.2-Les cultures maraichères :

La région d'El-Menia produit aussi les cultures maraichères pour la consommation locale. Pas pour le vendre la production de ces culture est résumé dans le tableau suivant :

**Tableau. IV.7 la production des cultures maraichères dans la région d'El-Menia**

	Bersim		Sorgho		Luzerne		Orge en vert	
	S (ha)	P qx	S (ha)	P qx	S (ha)	P qx	S (ha)	P qx
<b>El-Menia</b>	3	500	20	600	20	588	130	223
<b>Hassi El-gara</b>	4	560	15	579	10	305	117	150
	Paille		Chaumes		Orge grain		Carotte	
	S (ha)	P qx	S (ha)	P qx	S (ha)	P qx	S (ha)	P qx
<b>El-Menia</b>	270	35	250	-	120	40	2	500
<b>Hassi El-gara</b>	212	22.5	212	-	117	35	3	550

**(Source DSA El-Menia)**

### IV.7.3-Les arboricultures :

**Tableau IV.8.La production des arboricultures dans la région d'El-Menia**

	Agrumes P qx	Vignes P qx	Abricotier P qx	Grenadier P qx	Pomme P qx	Olivier P qx	Figuier P qx	Poire P qx
El-Menia	9900	30167	4970	8350	3053	8660	3300	1100
Hassi-El-Gara	5600	2997	2550	6350	6510	35000	2484	2500

**(Source DSA El-Menia)**

### IV.8-l'irrigation de la palmeraie :

La palmeraie occupe **2500** hectares au niveau de la ville d'El-Menia

Les trois systèmes d'irrigation pratiqués dans la région sont :

#### IV.8.1-L'irrigation traditionnelle :

Les forages sont des ressources essentielles dans ce type d'irrigation, car elle irrigue la plupart des secteurs agricoles, l'irrigation se fait au niveau de la parcelle à partir d'un réservoir d'accumulation vers un canal principal qui alimente les canaux secondaires, et qui irrigue les petites carrées des exploitations.

On peut dire que le canal principal est juste pour le transport de l'eau dans certains jardins, d'autre, pour le transport et distribution.



**Fig.IV.4 Irrigation traditionnelle (El-Menia)**

#### IV.8.2-L'irrigation localisée :

L'irrigation par goutte à goutte est pratiquée surtout au niveau des nouvelles palmeraies dans les grands périmètres de mise en valeur. Les caractéristiques principales de l'irrigation à la goutte à goutte sont :

- Ecartement entre palmiers 8 m soit une densité de 144 arbres /ha.
- Nombre de goutteurs par palmier : 02.
- Débit du goutteur 4 l/h.
- Diamètre de la conduite principale : 60 mm.



**Fig. IV.5 Irrigation localisée (El-Menia)**

#### IV.8.3-L'irrigation par aspersion :

La possibilité de l'irrigation par aspersion en tenant compte :

- Des facteurs défavorable comme les grandes chaleurs et les vitesses du vent très élevée qui provoquent des pertes par évaporation énormes
- Cette technique rend difficile l'arrosage des cultures a quatre étages
- La pression exigée une énergie considérable 3.5bars.

#### IV.9-Description générale de problème :

L'agriculture à El-Menia se heurte aux problèmes essentiellement matériels et techniques, qui se résument en :

- 1- Utilisation des techniques d'irrigation traditionnelle : rigole raies bassins...elles ne sont pas couteuses, mais n'assurent pas une économie d'eau, du moment qu'elles provoquent des pertes énormes, par infiltration, et par évaporation



- 2- Le drainage de la parcelle est un terme étranger pour les exploitations, faute de quoi leurs terres souffrent d'une salinisation secondaire, la faute revient au responsables de l'époque, qui n'ont pas mobilisés tous les moyens et matériels et humains, pour la vulgarisation et la sensibilisation, sur la nécessité de drainage des périmètres
- 3- Les réseaux d'irrigation liés à l'extrême morcellement des parcelles toute introduction de la mécanisation de l'agriculture
- 4- Exploitation des eaux d'une manière irrationnelle, la preuve les forages fonctionnent 24/24 heures et ne possèdent pas de vannes de réglage de débit des eaux destinées à l'irrigation, la raison pour laquelle des fois l'eau déborde le canal de distribution à ciel ouvert par conséquent les doses d'irrigation sont gonflées par rapport à celles prescrites dans l'avant projet.
- 5- L'état actuel du drain existant ne permettra pas l'écoulement de toutes les eaux à drainer vers le chott et n'évacue que dans les faibles proportions des sels lessivés à cause d'ensablement de son lit dont le volume est estimé à 10000m<sup>3</sup> environ d'après l'avant projet.
- 6- La région d'El-Goléa souffre depuis longtemps d'un excès d'eau, ayant créé des problèmes écologique dans les zones urbaines et agricoles. En effet, les fluctuations saisonnières du niveau de la nappe phréatique provoquent souvent des affaissements de terrain  
Dans les zones agricoles, la nappe phréatique a créé un milieu anaérobie, néfaste pour les cultures et le palmier.



**Fig. IV.6 Phénomène de remonte de la nappe phréatique (El-Menia)**

Cette situation pose de graves problèmes dans la vallée. L'eau stagnante et affleurant par endroit dont la salinité est très élevée met en péril la pérennité et l'ensemble de l'agriculture oasienne. Par ailleurs, les eaux usées déversées sans traitement directement dans les deux grands drains (Est et Ouest) ne sont pas pompées pour être évacuées vers l'exutoire stagnant et constituent ainsi un facteur grave de pollution de l'environnement.

#### **IV.10-Phénomène de salinisation : [8]**

Processus d'accumulation de sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol; il s'en suit une diminution des rendements et, à terme, une stérilisation du sol.



**Fig.IV.7: Le problème de salinité**



#### IV.10.1-Origine de la salinité :

L'accumulation des sels dans les sols a pour origine plusieurs facteurs dont les principaux sont :

- ✓ Les eaux d'irrigation
- ✓ Les roches parentales plus ou moins salées
- ✓ La très forte évaporation et surtout la concentration des sels, dans le temps et ce en présence d'un plan d'eau en relation étroite avec la dynamique des nappes saumâtres ce plan d'eau (nappe phréatique) impose par les conditions géomorphologique (manque d'exutoire et topographié plan) et climatique saharienne ce phénomène d'halo-morphisme est aggravé également par l'absence de réseau de drainage (dessalage).

##### IV.10.1.1-La salinisation causée par l'irrigation :

En quoi l'irrigation participe-t-elle à la salinisation des sols?

L'irrigation diminue les flux d'eau sans diminuer les flux de sels, elle génère donc un processus de concentration des sels.

L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire ; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. L'eau pure est perdue par évaporation mais les sels restent et s'accumulent.

#### IV.10.2-Effet de salinité des sols :

La salinisation entraîne:

- ✓ Un accroissement de la pression osmotique qui rend l'eau plus difficilement mobilisable par les plantes.
- ✓ Une toxicité de certains ions pour les végétaux (Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, etc.);
- ✓ Une dégradation du sol (modifications de l'état structural, diminution de la conductivité hydraulique, etc.).



### IV.10.3-Les Types de salinisation :

#### a-Salinisation primaire ou naturelle:

Due aux sels se formant lors de l'altération des roches ou à des apports naturels externes:

- Dans les régions côtières. Intrusion d'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondations périodiques par de l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire.

#### b- Salinisation secondaire :

Induite par l'activité humaine; liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées.

### IV.10.4-Caractéristiques des sols salés :

Les sols affectés de problèmes de salinité présentent des concentrations excessives en sels solubles (sols salins), en sodium adsorbé (sols sodiques ou alcalins) ou les deux (sols alcalino-salins).

Les sels solubles concernés sont essentiellement :  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^-$ ,  $HCO_3$  (bicarbonates),  $CO_3$  et  $NO_3$ .

Si l'eau d'irrigation appliquée contient des quantités relativement significatives d'ions sodium ( $Na^+$ ) par rapport aux quantités présentes d'ions magnésium ( $Mg^{2+}$ ) et d'ions calcium ( $Ca^{2+}$ ), et en particulier si l'ion bicarbonate ( $HCO_3^-$ ) est aussi présent ; les ions sodium peuvent alors saturer la majeure partie des sites d'échanges colloïdaux, ce qui est à l'origine de la formation de sols sodiques. C'est un type de sol extrêmement peu fertile

#### a) Les différentes catégories des sols salés :

On distingue 3 catégories de sols salés résumés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.9 : Les Catégories des sols salés**

	CE à 25 °C mS.cm <sup>-1</sup>	ESP
Sols salins	>4	< 15
Sols alcalins (sodique)	< 4	> 15
Sols alcalino-salins	>4	> 15

Avec :

CE : la conductivité électrique

ESP : c'est le pourcentage de sodium échangeable

$$ESP = 100ES / CEC$$



ES : quantité des ions sodium échangeables (meq/100g de sol)

CEC : capacité d'échange cationique (meq/100g de sol)

### b) Tolérance des cultures aux sels :

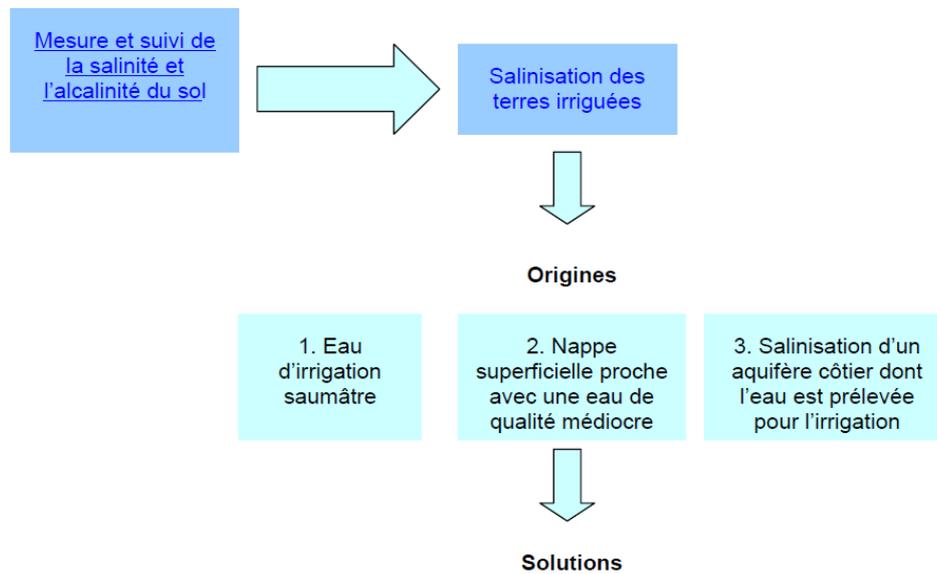
L'impérativité de développer des critères appropriés pour juger la convention d'une eau saline à l'irrigation et la nécessité de contrôler l'évolution de la salinité des sols, exigent de connaître comment les sels affectent les sols et les plantes.

Pour le plan cultural adopté, les tolérances des principales cultures sont données dans le tableau IV.10 elles correspondent à des niveaux de rendement pour différents seuils de conductivité électrique de sol.

**Tableau IV.10 : Chute de rendement de certaines cultures sous l'effet des sels**

	directives préconisées dans (qualité de l'eau en agriculture) (FAO N°29)		Essais et valeurs adoptées dans l'étude PNUD - TUNISIE (1970)		Valeurs retenues par TOUTAIN
	Rendement 100%	Rendement 0%	Rendement 100%	Rendement 0%	Rendement 0%
Carotte	<1.0	> 8.0	--	--	>11.5
(pastèque)	--	--	<1.3	>11	>14.5
Oignon	<1.2	>7.5	--	--	>11
Piment	--	--	--	--	>31
Palmier	<4	>32	--	--	>14.5

#### IV.10.5-Solutions préventives et curatives possibles : [2]



**Fig.IV.8: Origines de la salinisation**

#### A. Lorsque l'eau d'irrigation utilisée est saumâtre :

Quelles solutions curatives, comment faire face à une eau d'irrigation saumâtre?

- Augmentation de la fréquence des irrigations, accroissement de l'apport d'eau aux plantes en considérant les besoin de lessivage et/ou association de différentes sources d'eau
- Réhabilitation par modification des pratiques culturales:
- Drainage de surface:
- Drainage artificiel souterrain vertical:
- Drainage artificiel souterrain horizontal

#### B. Lorsque la nappe superficielle est proche, avec une eau de qualité médiocre

- ❖ Abaissement du niveau de la nappe.
  1. Par la surélévation des terres.
  2. Un système de drainage artificiel souterrain horizontal.
- ❖ Réhabilitation par modification des pratiques culturales: jachère et travail du sol, utilisation de plantes résistantes à la salure.



3. **Biodrainage** : Le bio-drainage utilise le pouvoir évapotranspiratif de la végétation, en particulier des arbres pour conserver en profondeur le niveau des nappes.

**C. Lorsque l'on est en présence d'un aquifère côtier dont l'eau est prélevée pour l'irrigation :**

- Limitations des prélèvements dans la nappe.
- Recharge de la nappe.

#### **IV.11-Pollution des eaux:**

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation douteuse et/ou perturbe l'écosystème ; elle peut concerner les eaux superficielles et/ou les eaux souterraines elles ont pour origines principales :

- Activité humaine
- L'industrie
- L'agriculture
- Les décharges de déchets domestiques et industriels.

Elle se manifeste principalement dans les eaux de surface par une diminution de la teneur en oxygène, et la présence de matière organique et des produits toxiques, provoquent des effets qui peuvent être sous deux formes :

- 1- Effet immédiat ou à court terme conduisant à un effet toxique brutal et donc à la mort rapide de différents organismes.
- 2- Effets différés (long terme) par accumulation au cours du temps. Des substances chez certains organismes vivants (végétal et animal).

**Conclusion :**

Le phénomène salinisation représente un grand risque sur les sols agricoles et sur les eaux souterrains.

Dans ce contexte, la tolérance de la salinité est conditionnée par les facteurs suivants :

- a- Le drainage : la tolérance est beaucoup plus grande par le drainage efficace
- b- Le sol : les sols sableux tolèrent plus que les sols argileux.
- c- La plante : culture maraîchère tolère plus que l'arboriculture.

Pour réduire ce problème il faut Prendre en considération

- ❖ Vérification de la qualité de l'eau d'irrigation.
- ❖ Gestion optimale de l'irrigation de façon à éviter la percolation hors périodes de lessivage.
- ❖ Limitation des pertes d'eau dans les canaux et les apports externes.
- ❖ Contrôle du niveau de salinité du sol (CE, ESP, etc.).

# Chapitre V: Besoin en eau

### Introduction :

Le but de l'estimation de besoins en eau de culture c'est la détermination de la dose de lessivage pour le dimensionnement de réseau de drainage.

#### V.1-définition: [9]

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

Les cultures pour se développer, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs. La quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture, une partie percole et se per en profondeur

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

Le calcul des besoins en eau d'irrigation repose sur un bilan hydrique, représenté dans le schéma qui suit :

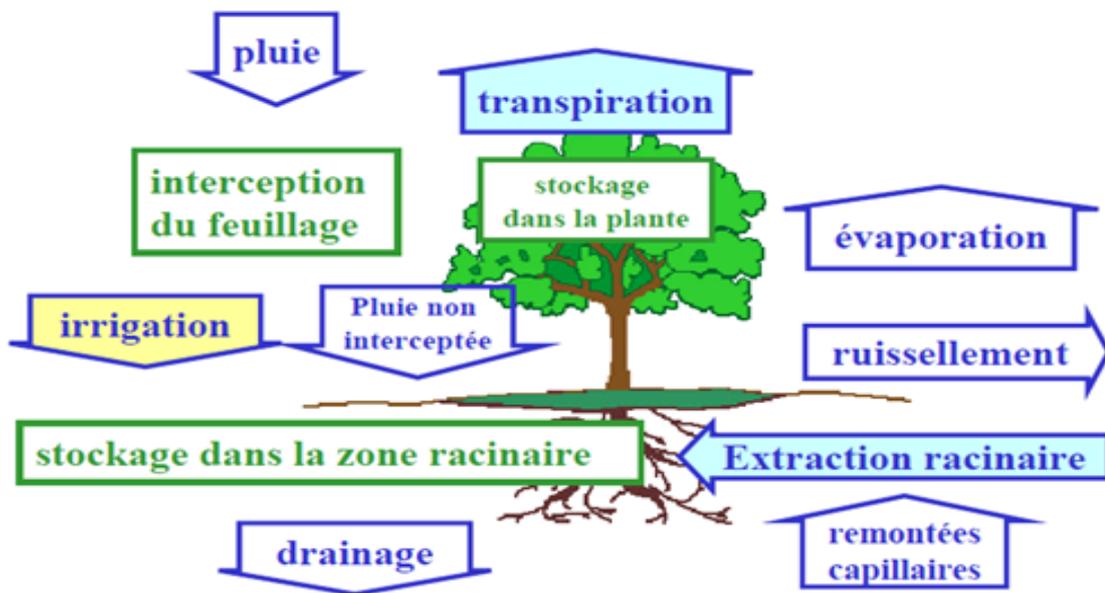


Fig.V.1: schéma de bilan hydrique

#### V.2- 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.

### V.2.1.1- 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.

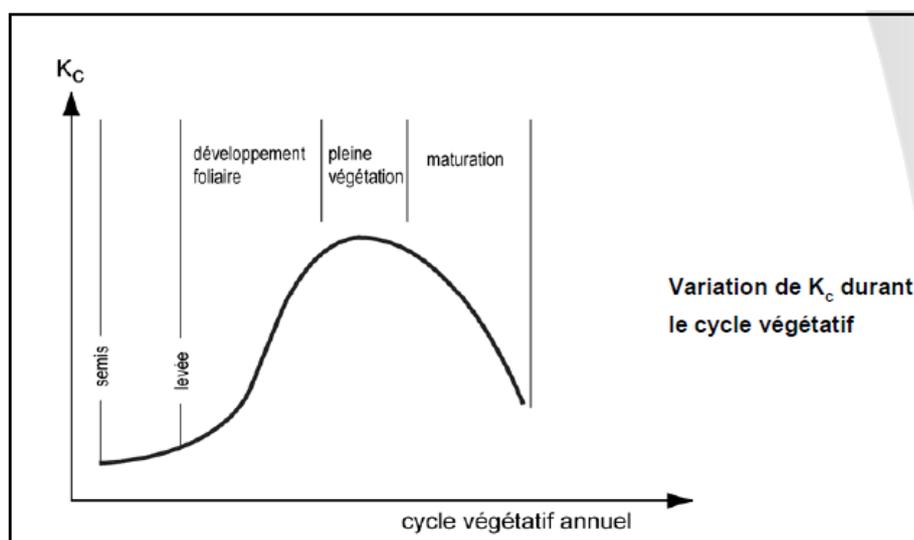
### V.2.1.2-Evapotranspiration maximale (ETM ou ETC) :

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 :

$$ETM=K_c*ETP$$

Avec  $K_c$  coefficient cultural qui dépend :

- de la culture
- du stade végétatif



**Fig.V.2: la variation de  $K_C$**



### V.2.1.3-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 :

$$ETR \leq ETM$$

### V.2.2-Facteurs influençant l'ETP :

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

#### V.2.2.1-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.

#### V.2.2.2-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.

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ET<sub>c</sub>) on utilise l'évapotranspiration de référence (ET<sub>o</sub>) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de telle sorte que le taux d'évapotranspiration (mm/j) représente les conditions climatiques locales.



### V.2.3- Estimation L'évapotranspiration potentielle de référence (ET<sub>0</sub>) :

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

- ❖ Méthodes de lysimètre
- ❖ Méthodes des stations expérimentales
- ❖ Méthodes directes de l'évaporation
- ❖ Méthodes empiriques

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

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

La formule la plus utilisée dans les régions arides et semi aride est celle de Blaney Cridle.

#### V.2.3.1- Formule de Blaney Cridle (USA) :

$$ETP = P (0.457t + 8.13) ; \text{ mm}$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration mensuelle en mm ou m<sup>3</sup>/ha.

T : température moyenne mensuelle en c°.

P : Pourcentage d'heure d'éclairement pour le mois considéré.

Comme nous sommes dans une région aride, nous opterons donc pour la formule de Blaney-Cridle pour l'estimation des besoins en eau théorique (Evapotranspiration) des cultures de l'assolement considéré, mais à cause de manque des données on utilise la méthode de Mr penman&motheit modifiée ou la méthode de Turc.

#### V.2.3.2-Formule de Turc :

$$ET_0 = 0.4 (R_s + 50) (t / t + 15)$$

R<sub>s</sub> : radiation globale, en cal/cm<sup>2</sup> j .Si R<sub>s</sub> n'est pas connu



$$R_s = R_a (0.18 + 0.62 (n/N))$$

$R_a$  : rayonnement extra-terrestre, en cal/cm<sup>2</sup>

$N$  : durée astronomique possible d'insolation ( h/mois)

$n$  ; duré d'insolation effective (h/mois)

$R_a$  et  $N$  : en fonction de latitude du lieu uniquement.

### V.2.3.3-Method de Mr Penman&motheit modifier:

La formule de Mr Penman&Motheit modifiée, prend en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent comptent des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

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

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

Où :

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

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

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

$F(u)$  : Fonction liée au vent.

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT8, fondé sur la méthode de Mr Penman&Montheit modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.



Monthly ETo Penman-Monteith - C:\Users\user\Documents\bachiro.PEM

Country:  Station:

Altitude:  m. Latitude:  °S Longitude:  °E

Month	Avg Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ETo
	°C	%	km/day	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/day
January	11.4	57	259	7.6	22.7	3.81
February	14.0	45	285	8.1	22.2	4.58
March	18.3	39	337	7.9	19.6	5.42
April	23.0	30	415	9.4	18.0	6.89
May	28.1	25	441	9.1	14.5	7.95
June	31.6	22	397	10.6	14.3	7.98
July	35.1	19	372	10.9	15.2	8.62
August	34.1	21	346	10.2	17.4	8.63
September	30.7	28	354	8.6	19.1	8.40
October	24.1	38	311	8.4	21.7	6.69
November	15.8	47	277	7.9	22.7	4.88
December	11.2	54	285	6.9	21.8	3.89
Average	23.1	35	340	8.8	19.1	6.48

**Fig.V.3: Photo de logiciel de calcul (CROPWAT 8)**

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 :

**Tableau V.1: Les informations mensuelles de la station météorologique**

<b>Température :</b>	Les températures moyennes sont données en degré Celsius.
<b>Humidité de l’air :</b>	L’humidité relative de l’air exprimé en pourcentage de (10 à 100).
<b>Insolation journalière</b>	L’insolation journalière donnée en heures d’insolation de (1 à 20).
<b>Vitesse de vent. :</b>	La vitesse du vent peut être introduite en m/sec de (0 à 10).



Les résultats de l'évapotranspiration de référence sont récapitulés dans le tableau:

**Tableau V.2: résultats de l'évapotranspiration de référence**

Mois	Temp Moy °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Ray. MJ/m <sup>2</sup> /jour	ET <sub>0</sub> mm/mois
Janvier	11.4	57	3	7.6	22.7	118.15
Février	14	45	3.33	8.1	22.2	128.34
Mars	18.3	39	3.9	7.9	19.6	168.05
Avril	23	30	4.8	9.4	18	206.78
Mai	28.1	25	5.1	9.1	14.5	246.58
Juin	36.1	22	4.6	10.6	14.3	239.47
Juillet	35.1	19	4.3	10.9	15.2	267.29
Août	34.1	21	4	10.2	17.4	267.52
Septembre	30.7	28	4.1	8.6	19.1	252.07
Octobre	24.1	38	3.6	8.4	21.7	207.52
Novembre	15.8	47	3.2	7.9	22.7	146.42
Décembre	11.2	54	3.3	6.9	21.8	120.53
Moyenne	23.1	35	3.9	8.8	19.1	197.39

### V.3.1-Calcul des besoins nets (Bn) :

$$Bn = ETM - Pe - R$$

ETM : l'évapotranspiration maximale

Pe : pluie efficace

R : réserve disponible au début de la période de calcul

$$Bn = Kc ET_0 - \alpha P - R$$

Ou :

Kc : coefficient cultural

ET<sub>0</sub> : évapotranspiration de référence

$\alpha$  : coefficient d'abattement des pluies

P : pluie totale

**Tableau V.3: Calendrier cultural**

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT
Palmier	S											R
tomate					S				R			
Orge fourragé	S				R							

**V.3.2-La pluie efficace:**

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

Ces pertes sont estimées de 20 % de la pluie tombée .Pour l'appréciation de la pluie efficace on distingue deux (2) cas:

- 1) Pluie efficace (Peff) = 0 pour les mois où la pluie ne dépasse pas les 5 mm.
- 2) Pluie efficace (Peff) = 80 % de la pluie moyenne mensuelle dans les autres cas.

Pour notre cas la pluie ne dépasse pas 5 mm donc : (Peff) = 0.

**V.3.3 -L'effet oasis :**

d'après l' étude faite par TOUTAIN il ya réduction de consommation des cultures sous palmeraies, les cultures conduites sous palmiers demandent moins d'eau que les cultures en plein champ , et ceci d'autant plus que le couvert de la palmeraie est dense , en raison de l'amélioration des paramètre climatique sous ce couvert , qui conduit à une réduction de l'ETR.

Les besoins net de chaque culture sont résumés dans les tableaux suivant :



## a) Les Palmiers :

Tableau V.4: Besoins en eau des palmiers dattiers

Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc. mm/dec	Pluieeff. mm/dec	Bes.Irr. mm/dec	Bes.Irr. mm/mois
Sep	1	Init	0.9	7.69	76.9	0	76.9	224.4
Sep	2	Init	0.9	7.65	76.5	0	76.5	
Sep	3	Init	0.9	7.11	71.1	0	71.1	
Oct	1	Init	0.9	6.53	65.3	0	65.3	180.3
Oct	2	Init	0.9	6.02	60.2	0	60.2	
Oct	3	Init	0.9	5.48	54.8	0	54.8	
Nov	1	Init	0.9	4.94	49.4	0	49.4	134.2
Nov	2	Init	0.9	4.39	43.9	0	43.9	
Nov	3	Init	0.9	4.09	40.9	0	40.9	
Déc	1	Init	0.9	3.74	37.4	0	37.4	105.7
Déc	2	Init	0.9	3.41	34.1	0	34.1	
Déc	3	Init	0.9	3.42	34.2	0	34.2	
Jan	1	Init	0.9	3.45	34.5	0	34.5	106
Jan	2	Crois	0.9	3.44	34.4	0	34.4	
Jan	3	Crois	0.91	3.71	37.1	0	37.1	
Fév	1	Crois	0.93	4.02	40.2	0	40.2	129.6
Fév	2	Mi-sais	0.94	4.32	43.2	0	43.2	
Fév	3	Mi-sais	0.95	4.62	46.2	0	46.2	
Mar	1	Mi-sais	0.95	4.88	48.8	0	48.8	156
Mar	2	Mi-sais	0.95	5.11	51.1	0	51.1	
Mar	3	Mi-sais	0.95	5.61	56.1	0	56.1	
Avr	1	Mi-sais	0.95	5.08	50.8	0	50.8	185.1
Avr	2	Mi-sais	0.95	6.55	65.5	0	65.5	
Avr	3	Mi-sais	0.95	6.88	68.8	0	68.8	
Mai	1	Mi-sais	0.95	7.28	72.8	0	72.8	225.6
Mai	2	Mi-sais	0.95	7.65	76.5	0	76.5	
Mai	3	Mi-sais	0.95	7.63	76.3	0	76.3	
Jui	1	Mi-sais	0.95	7.57	75.7	0	75.7	229.3
Jui	2	Mi-sais	0.95	7.58	75.8	0	75.8	
Jui	3	Mi-sais	0.95	7.78	77.8	0	77.8	
Jui	1	Mi-sais	0.95	7.99	79.9	0	79.9	242.1
Jui	2	Arr-sais	0.95	8.17	81.7	0	81.7	
Jui	3	Arr-sais	0.94	8.11	81.1	0	81.1	
Aoû	1	Arr-sais	0.93	8.01	80.1	0	80.1	236.8
Aoû	2	Arr-sais	0.92	7.92	79.2	0	79.2	
Aoû	3	Arr-sais	0.91	7.75	77.5	0	77.5	
					2191		2191	



### b) Culture de la tomate :

Semis : Abrisés dès fin d'hiver ou en été.

Récolte : Au fur et à mesure de l'arrivée à maturité des fruits (stade 25% rouge, 75 % vert).

**Tableau V.5: Besoins en eau des tomates**

Mois	Décade	Phase	Kc coeff	ETc mm/jour	ETc mm/dec	Pluieeff mm/dec	40% IRR	Bes.Irr. mm/dec	Bes.Irr. mm/dec
Jan	1	Init	0.6	2.30	23	0	0.6	13.8	42.3
Jan	2	Init	0.6	2.29	22.9	0	0.6	13.7	
Jan	3	Crois	0.61	2.47	24.7	0	0.6	14.8	
Fév	1	Crois	0.68	2.95	29.5	0	0.6	17.1	67.2
Fév	2	Crois	0.82	3.76	37.6	0	0.6	22.6	
Fév	3	Crois	0.94	4.59	45.9	0	0.6	27.5	
Mar	1	Crois	1.04	5.49	54.9	0	0.6	32.9	110.9
Mar	2	Mi-sais	1.14	6.20	62	0	0.6	37.2	
Mar	3	Mi-sais	1.15	6.80	68	0	0.6	40.8	
Avr	1	Mi-sais	1.15	7.36	73.6	0	0.6	44.2	<b>140.4</b>
Avr	2	Mi-sais	1.15	7.92	79.2	0	0.6	47.5	
Avr	3	Arr-sais	1.12	8.12	81.2	0	0.6	48.7	
Mai	1	Arr-sais	1.03	7.92	79.2	0	0.6	47.5	131.8
Mai	2	Arr-sais	0.92	7.38	73.8	0	0.6	44.3	
Mai	3	Arr-sais	0.83	6.66	66.6	0	0.6	40	

### c) Culture d'orge fourragée :

Semis : Epoque favorables entre le 15 septembre et le 15 octobre, on peut semer jusqu'à début novembre avec une baisse de production acceptable dans le cadre d'une rotation intensive.

Récolte : La récolte se fait à la fin de mois de janvier.

**Tableau V.6: Besoins en eau des Culture d'Orge fourragé**

Mois	Décade	Phase	Kc coeff	Etc mm/jour	Etc mm/dec	Pluie eff.mm/dec	40% IRR	Bes.Irr. mm/dec	Bes.Irr .mm/mois
Sep	1	Init	0.30	2.56	25.6	0	0.6	15.4	51.6
Sep	2	Init	0.30	2.55	25.5	0	0.6	15.3	
Sep	3	Init	0.44	3.49	34.9	0	0.6	20.9	
Oct	1	Crois	0.72	5.26	52.6	0	0.6	31.6	114.1
Oct	2	Crois	1.01	6.75	67.5	0	0.6	40.5	
Oct	3	Crois	1.15	7	70	0	0.6	42	
Nov	1	Mi-sais	1.15	6.31	63.1	0	0.6	37.9	102.6
Nov	2	Mi-sais	1.15	5.61	56.1	0	0.6	33.7	
Nov	3	Mi-sais	1.14	5.16	51.6	0	0.6	31	
Déc	1	Mi-sais	0.97	4.03	40.3	0	0.6	24.2	48.2
Déc	2	Arr-sais	0.67	2.54	25.4	0	0.6	15.2	
Déc	3	Arr-sais	0.39	1.46	14.6	0	0.6	8.8	

On a résumé le calcul des besoins en eaux des cultures dans les tableaux ci-dessous

**Tableau V.7: Le tableau récapitulatif des besoins nets en eaux pour chaque culture**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	besoins total (mm)
Palmeraie	106	129.6	156	185.1	225.6	229.3	<b>242.1</b>	236.8	224.4	180.3	134.2	105.7	2191
tomate	42.3	67.2	110.9	140.4	131.8								492.6
Orge fourragé									51.6	114.1	102.6	48.2	316.5
Total	148.3	196.8	266.9	325.5	357.4	229.3	242.1	236.8	276	294.4	236.8	153.9	3000.1

#### V.4-Efficience de l'irrigation : [9]

Les besoins bruts du périmètre, dépendent de l'efficacité de l'irrigation, c'est à dire des pertes d'eau qui se produisent à partir du point du captage, jusqu'à la satisfaction des besoins du rapport plante/sol. L'efficacité d'un réseau d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans ce réseau.

La différence entre les deux volumes indique les pertes, qui évidemment devront être les



plus limitées, afin d'éviter le gaspillage plus particulièrement, si les ressources en eau s'avéraient rares.

La formule communément employée pour l'estimation de l'efficacité d'un réseau d'irrigation, est donnée par l'expression :

$$E_i = E_t * E_a$$

Certains auteurs font une distinction ultérieure, tel que la formule

$$E_a = E_d * E_u.$$

Dans la quelle

Ed: Efficacité de type de distribution en %.

Eu: Efficacité de l'uniformité de la distribution en %.

La thématique développée ci-après se base sur la formule:

$$E_i = E_t * E_d * E_u.$$

#### **V.4.1-Efficacité de transport $E_t$ :**

On entend par transport, le trajet parcouru par l'eau du point de prélèvement (barrages, réservoirs, puits, etc...), au point de livraison à la parcelle (borne ou prise), qui peuvent être de nature diverses et avoir une incidence plus au moins forte en fonction des caractéristiques de l'adduction.

#### **V.4.2-Efficacité de distribution $E_d$ :**

L'efficacité de la distribution de l'eau à la parcelle, varie très sensiblement en fonction des modalités de la desserte adoptée, qui peuvent se grouper en cinq grandes catégories :

- Irrigation par submersion.
- Irrigation par ruissellement.
- Irrigation par aspersion.
- Irrigation localisée
- Irrigation souterraine.

#### **V.4.3-Efficacité de l'uniformité $E_u$ :**

Elle est indépendamment liée à la méthode de distribution adoptée. C'est la livraison égale, par une quantité d'eau optimale en tout point de la superficie irriguée, ce qui se produit très rarement. Pour assurer une bonne répartition, il faudra apporter un volume supérieur, dont l'excédent par rapport à la quantité nécessaire, se traduit par une perte. L'évaluation exacte des pertes (efficacité d'un réseau d'irrigation) est très difficile et



même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent dans ces conditions.

En se basant sur le mode d'irrigation et les cultures envisagées, il est possible d'avoir en moyenne, les degrés d'efficacité suivants :

- Cultures Maraîchers  $\approx 80,0$ .
- Céréales, Luzernes, Vesce-avoines et Pommes de terre  $\approx 75,0$ .
- Agrumes, Arbres fruitiers et Vignes  $\approx 85,0$ .
- Plasticultures  $\approx 85,0$

### V.6-Lessivage des sols :

Le lessivage est une pratique qui consiste à appliquer des doses d'eau supplémentaires, en dehors des besoins en eau des plantes, cela, afin d'entraîner tout ou une partie des sels dissout dans le sol en profondeur, hors de la zone racinaire des cultures.

Il permet le maintien de la salinité du sol à un seuil souhaité. Un lessivage ne peut être efficace que s'il est accompagné d'un drainage, surtout en présence de la nappe phréatique

#### V.6.1-Le rôle du lessivage:

En culture irriguée, l'objectif de lessivage du sol est d'éliminer les sels qui se sont accumulés sous l'effet de l'évapotranspiration dans la partie du sol exploitée par les racines (sels préexistants ou apportés par les eaux d'irrigation)

Le lessivage implique donc :

- La connaissance de la dose (excès) d'eau à apporter pour abaisser la salinité à un niveau satisfaisant.
- Les conditions de drainage interne suffisantes pour permettre l'évacuation des sels en excès hors de la zone racinaire ou au minimum de leur maintien à une profondeur telle qu'ils soient sans effets sur la culture

#### V.6.2-Notions du bilan salin dans un sol :

Le bilan salin dans le sol permet d'évaluer la quantité des sels stockés au bout d'un certain nombre d'irrigation, il s'écrit sous l'expression

$$\Delta S = Iw \times Ci - Dw \times Cd + Sa + Ss + Sp + Se$$



$\Delta S$  : La variation du stock de sels dans le sol.

$I_w$  : Le volume d'eau d'irrigation.

$C_i$  : La concentration en sels de l'eau d'irrigation.

$C_d$  : Concentration en sels de l'eau de drainage.

$S_a$  : La quantité de sels apportés par les engrais ou amendement.

$S_p$  : La quantité de sels mise en solution par l'eau traversant le sol.

$S_e$  : La quantité de sels consommés par les plantes.

L'idéal serait de parvenir à un modèle où  $\Delta S$  serait égale à zéro, c'est-à-dire supposé.  

$$S_a + S_s + S_p + S_e = 0$$

### V.6.3-périodes et méthodes de lessivage des sols :

Dans les zones humides où les précipitations sont abondantes, le problème de lessivage ne se pose pas, car il se fait naturellement. Cependant dans les zones arides ou semi-arides, les doses de lessivage doivent être apportées comme 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 existe deux formes de lessivage, selon la manière d'apporter les doses :\*

### V.6.4-Besoin en eau pour lessivage :

Dans les sols salés, il faut non seulement couvrir les besoins d'évapotranspiration de la culture et les besoins d'humectation et d'évaporation du sol avec une quantité d'eau, mais il faut ajouter une quantité supplémentaire pour dissoudre les sels solubles, et qui seront évacués en dehors de la zone racinaire par un réseau de drainage.

On appelle la quantité supplémentaire la dose de lessivage.

Cette méthode de lutte contre la salinité a pour but de limiter l'extension des terres salées, de récupérer les sols, ainsi d'améliorer les rendements des cultures.

Les besoins en eau pour le lessivage seront évalués à 20% des besoins bruts d'irrigation.

Le lessivage est envisagé lorsque:

- L'eau d'irrigation est salée ( $C_{ew} > 1,5$  ds/cm)
- Le sol a est tendance saline ( $C_{es} > 4$  ds/cm)

On distingue deux types de lessivage:

- **Lessivage capital (ou initial):**

Il consiste à ramener une grande quantité d'eau pour lessiver le sol.



• **Lessivage continus (ou lessivage d'entretien):**

Pour ce mode, la dose de lessivage est apportée par fraction en même temps que les doses d'irrigation, c'est à dire qu'on ne laissera pas les sels s'accumuler dans le sol, ils seront progressivement lessivés.

Le système d'irrigation en place sert donc à l'application des doses de lessivage avec les doses d'irrigation.

La formule la plus simple pour l'estimation de la fraction de lessivage d'entretien serait:

$$LR = \frac{D_w}{I_w} = \frac{C_i}{C_d} = \frac{CE_{iw}}{CE_{dw}}$$

Ainsi, plusieurs auteurs ont travaillé sur la détermination de la fraction de lessivage par des formules empiriques, qui dépendent essentiellement ; de la salinité de l'eau d'irrigation, de la salinité de sol que l'on voudrait obtenir et de la tolérance des plantes aux sels.

En 1972 Mr Rhodes a présenté la formule, qui permet l'appréciation de la fraction de lessivage d'entretien d'une manière plus raisonnable. [1]

Suivant la quelle :

$$LR = \frac{EC_w}{5EC_e - EC_w}$$

$LR$  : Fraction minimal de lessivage d'entretien en%.

$EC_w$  : Conductivité électrique de l'eau d'irrigation ( $EC_w = 2 \text{ mmhos/cm}$ ).

$EC_e$  : Conductivité électrique du sol qui provoque une chute de rendement de 10% (d'après la table de FAO)

Donc: pour  $EC_e = 4.75 \text{ mmhos/cm}$

Contrairement à celui capital, ce type consiste à ramener de l'eau sous forme de doses supplémentaires avec ceux d'irrigation et ce type de lessivage la qu'on va utiliser dans notre projet.

**V.6.5- Calcule de dose de lessivage:**

En utilisant la formule de RHOADS (Leaching Requirent)

$$\Rightarrow LR = \frac{2}{5 \cdot 4.75 - 2} = 0.09$$



$$V = \frac{LR \cdot ETM}{1 - LR}$$

On a résumé le calcul de la dose de lessivage des cultures dans les tableaux ci-dessous :

**Tableau V.8: Calcul de la dose de lessivage**

mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	besoins total (mm)
Palmier	10.5	12.8	15.4	18.3	22.3	22.7	<b>23.9</b>	23.4	22.2	17.8	13.3	10.4	200.3
tomate	4.2	6.6	11	13.9	13								48.7
Orge fourragé									5.1	11.3	10.1	4.8	31.3
total	14.7	19.4	26.4	32.2	35.3	22.7	23.9	23.4	27.3	29.1	23.4	15.2	280.3

On prend la valeur la plus important

Ce qui implique que les besoins en eau de lessivage sont :

$$V = BL \cdot S = 23.9 \cdot 10 \cdot 100 = 23900 \text{ m}^3$$

Les besoins en eau d'irrigation sont :

$$V = Bi \cdot S = 242.1 \cdot 10 \cdot 100 = 242100 \text{ m}^3$$

Donc les besoins totaux seront :

$$V = 242100 + 23900 = 266000 \text{ m}^3$$

$$VT = 266000 \text{ m}^3$$

### V.7- Calcule des pertes de l'irrigation :

Efficiencie de l'irrigation dans notre cas est de 50%, donc les pertes est de 30% du volume total des besoins d'irrigation :

**Tableau V.9 : Estimation des pertes par percolation**

méthode d'irrigation	pratique d'irrigation	rendement		% de percolation	
		texture lord	texture lège	texture lord	texture Legé
aspersion	mal	60	60	30	30
	bien	70	70	25	25
localisé		80	80	15	15
bassin	mal	60	45	30	40
	bien	75	60	20	30
sillon et planche	mal	55	40	30	40
	bien	65	50	25	35



Pour notre cas on a :

Rendement =60%

Percolation=30%

$$\text{Donc } Id = \frac{B_{net} * 100}{50} = \frac{242.1 * 100}{50} = 484.2 \text{ mm}$$

La quantité d'eau percolé :

$$Q_{per} = 484.2 * 0.3 = 145.26 \text{ mm} = 1452.6 \text{ m}^3/\text{ha}$$

On remarque que la quantité d'eau percolée est supérieure la quantité de lessivage ; donc le lessivage se fait automatiquement, alors le dimensionnement de réseaux de drainage se fait a la base de la quantité d'eau percolé.

### **Conclusion :**

D'après le calcul de l'évapotranspiration et les besoins en eau à apporter pour les différentes cultures nous avons trouvé que la quantité délivré réellement pour l'irrigation est deux fois plus grande que la quantité théorique pour raison de mauvaise efficacité (60%).

Pour éviter ce problème il faut faire un entretien sur le système d'irrigation ou changer la technique d'arrosage utilisé.

# Chapitre VI: Choix de variante de réseau de drainage

**Introduction :**

L'objet du système de drainage est le lutte contre la salinisation des terres irriguées et d'augmenter le rendement de la terre par l'élimination de l'excès d'eau évacué dans les réseaux d'assainissement.

Le drainage agricole des terres est une mesure technique afin d'écrire les conditions favorable au développement de la plante, le drainage agricole en tant qu'une mesure technique ne sera pas efficace s'il n'est pas accompagné des mesures agro-technique, organisationnelles et de mesure de gestion et d'exploitation.

**VI.1.1-Conditions naturelles : [2]**

- Type d'alimentation :
- Précipitations faibles et irrégulières,
- Apport venant de l'amont,
- Remontée de la nappe phréatique,
- Sol sableux à pente douce.
- Drainabilité naturelle insuffisante (drainabilité interne des sols).

**VI.1.2-Méthode de drainage :**

a- Méthodes principales :

- Captage à la limite du périmètre de tous les apports,
- On accélère le rabattement de la nappe phréatique.

b- Méthodes complémentaires :

- Capter ou diminuer les entrées souterraines de la nappe,
- Diminuer les apports superficiels venant de la partie amant au delà des limites des périmètres.

**VI.1.3-Mesures techniques :**

Le dimensionnement d'un réseau de drainage consiste à déterminer en tenant compte de différents paramètres : les écartements des drains, leurs débits unitaires, débits caractéristiques, débits maximaux et longueurs maximales.

Il est à signaler que les formules utilisées pour le dimensionnement d'un réseau de drainage sont en majeure partie empiriques qui s'appuie sur l'observation, l'expérience et les statistiques.



### VI.2- Effets positifs de l'assainissement du sol:

- ✓ Meilleure aération du sol.
- ✓ Pénétration plus profonde des racines.
- ✓ Échauffement plus rapide du sol.
- ✓ Diminution des mauvaises herbes et maladies des cultures.
- ✓ Travail du sol facilité.
- ✓ Accès possible aux parcelles en temps opportun.
- ✓ Augmentation du rendement des cultures et amélioration de la qualité des récoltes.

### VI.3- Justification du réseau de drainage:

De ce qui précède dans l'étude préliminaire il y a beaucoup de problèmes tels que :

- La salure globale mesurée sur extrait de pâte saturé, est la première caractéristique des milieux salés.
- La réaction des végétaux à cette salure est variable en fonction des natures des cultures.
- Le phénomène de toxicité : les toxicités sont principalement dues au chlore et au bore en solution de sodium échangeable
- L'éventuelle dégradation des caractéristiques physiques des sols sous l'effet du sodium échangeable.
- Les signes de dégradation de la structure apparaissent plus tôt dans les sols argiles gonflantes que dans les sols à argiles non gonflantes
- Stagnation des eaux d'irrigation excédentaires.

Pour remédier à tous ces problèmes le drainage de la palmeraie est indispensable.

### VI.4- cause de drainage :

Si les terres agricoles se trouvent dans les zones plates, à très faible pente ou à surface irrégulière, en présence de défauts d'infiltrabilité ou de drainage interne.

Si les terres agricoles ne disposent pas d'un bon drainage naturel elles sont presque saturées en eau. Dans ce cas, la terre se gorge d'eau, il faut impérativement installer un système de drainage artificiel de type ; Horizontal, Vertical ou bien combiné.

### VI.5-Description de réseau de drainage existant :

Le réseau de drainage existant est formé d'un émissaire et quelques collecteurs secondaires et de type de drainage par fossés ; l'inconvénient major de ce réseau a une faible pente ils suivent la pente de terrain naturel ce qui ramène l'exutoire au milieu de la palmeraie, plus l'entretien très difficile a cause des parois du canal qui formé de terrain naturel.

#### VI.5.1- Drainage par drain enterres : [10]

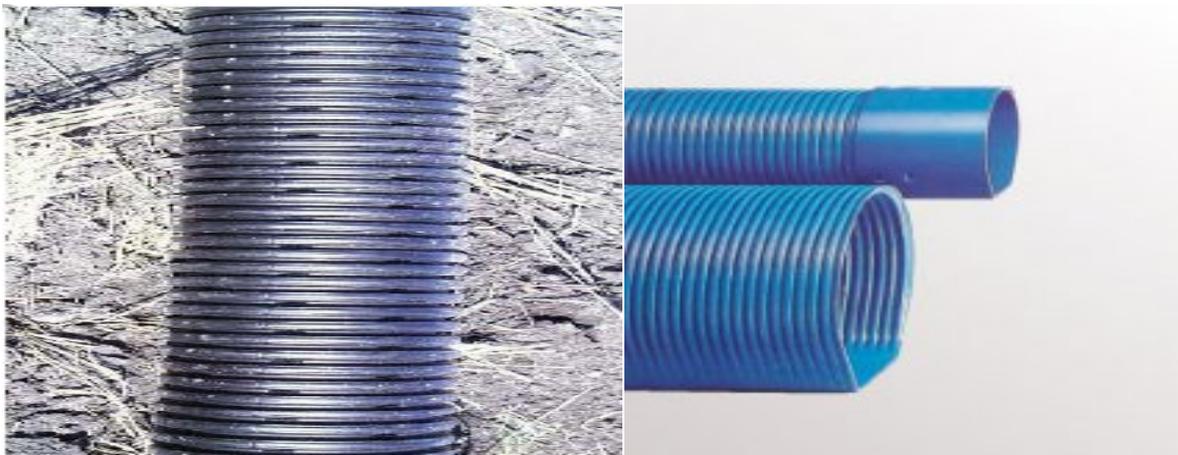


Fig.VI .1 : photos d'un drain enterré

- Installation dans le sol de drains: tuyaux perforés de 4 à 10 cm de diamètre
- Les drains se jettent dans un réseau de collecteurs qui évacuent l'eau vers un émissaire (rivière, lac... etc.).
- Les collecteurs recueillent également souvent les eaux de ruissellement de surface par l'intermédiaire de sacs (regards couverts d'une grille).
- En cas de pente insuffisante pour évacuer les eaux par gravité, les eaux sont relevées par une station de pompage.
- Aux points névralgiques (jonctions entre collecteurs, changements de direction et de pente.etc) on place des chambres de visite .

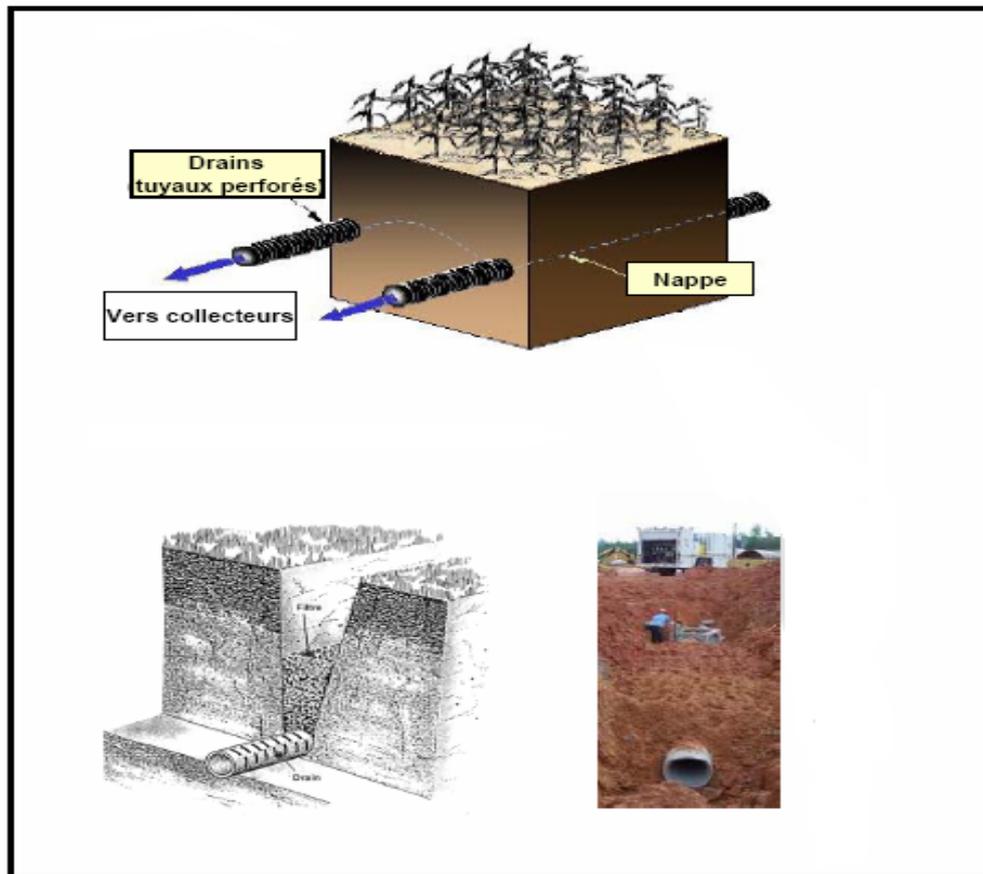


Fig.VI.2: Drainage par drains enterrés

#### VI.5.1.1-Les avantages et les inconvénients :

##### a) Les avantages :

1. Facilité de pose.
2. Résistance à L'écrasement.
3. Réduction des contraintes d'exploitation, accès facile
4. Econome de surface cultivable.

##### b) Les inconvénients :

1. Vu la faible pente pour évacuer les eaux par gravité, les eaux sont relevées par station de pompage.
2. Aux point névralgique (jonctions entre collecteurs, changement de direction et de pente, etc.) on place des chambres de visite.
3. Infiltration profonde par la faible profondeur.
4. Défaut de colmatage.
5. Frais d'entretien très élevé.

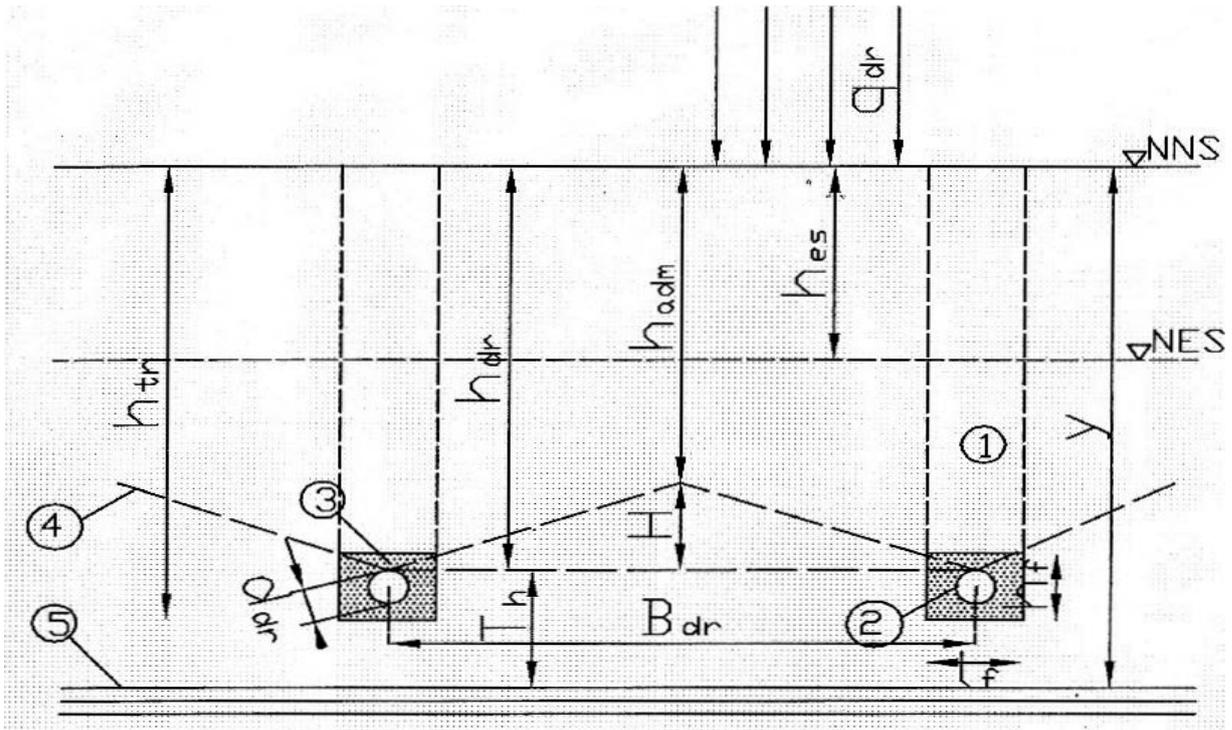


Fig.VI.3: Schéma de Réseau de drainage avec des drains fermés

Où:

- 1 : Tranché du drain fermé.
- 2 : drain fermé.
- 3 : Filtre du drain.
- 4 : Courbe des eaux souterraines dans les conditions de drainage.
- 5 : Couche imperméable.
- NNS : Niveau naturel du sol.
- NES : Niveau des eaux souterraines.
- Hdr : Profondeur de la pose des drains.
- htr : Profondeur du tranché pour les drains.
- Bdr : Ecartement entre les drains.
- Y : Profondeur de la couche imperméable.
- Ddr : Diamètre du drain.
- K : Coefficient de filtration.
- Ah : Rabattement des eaux par drainage.
- Hadm : Profondeur admissible (critique) du niveau d'eau souterraine.
- Lf, hf : Dimensions du filtre du drain ; Longueur et Hauteur.

### VI.5.2-Drainage par fosses : [10]

C'est une technique consistant à creuser dans le sol à intervalles réguliers des fossés de profondeur pouvant atteindre 3 m ou plus et de largeur entre 0.3 et 0.5 m ou plus

#### VI.5.2-1 Le rôle des fosses :

- ✓ Intercepter le ruissellement superficiel et évacuer ainsi un excès d'eau de surface
- ✓ Créer un gradient hydraulique et provoquer ainsi un écoulement souterrain depuis le sol vers le fossé drainé.

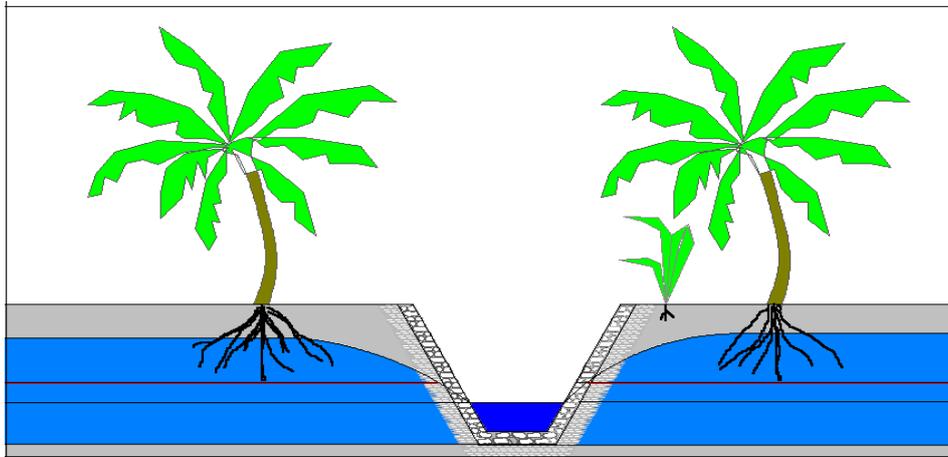


Fig.VI.4: Drainage de surface par fossé

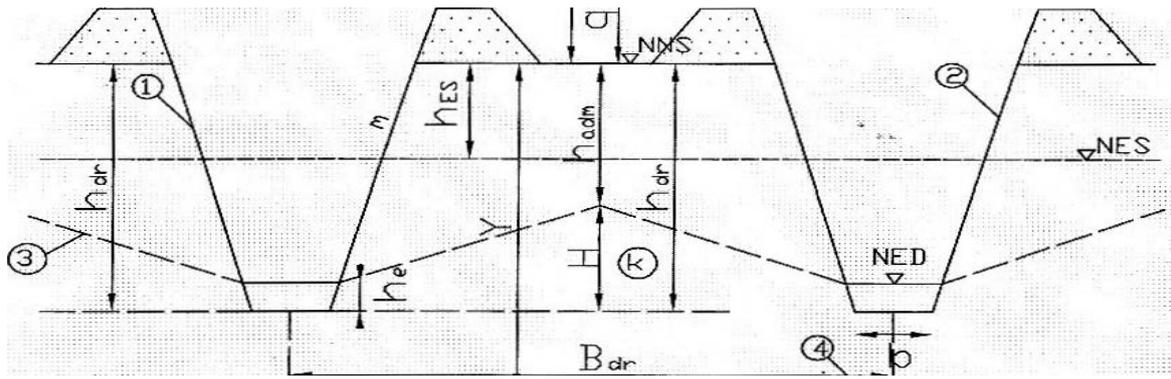
#### VI.5.2.2- Les avantages et les inconvénients :

##### a) Les avantages :

1. Réalisation simple.
2. Les dimensions des drains permettent d'évacuer du débit maximum.
3. Entretien facile.

##### b) Les inconvénients :

1. Perte de surface cultivable.
2. Difficulté d'accès.
3. Entretien onéreux.
4. Maladies hydriques.
5. Risques élevés de colmatage chimique.
6. Raisons financières.
7. Sols tourbeux.



**Fig.VI.5: Schéma de Réseau de drainage avec des drains tranché a ciel ouvert**

Où:

1- 2 : Drain en tranché à c ciel ouvert

3 : Courbe des eaux souterraines dans les conditions de drainage

4 : Couche imperméable.

NNS : Niveau naturel du sol.

NES : Niveau des eaux souterraines.

NED : Niveau des eaux dans le drain.

Hdr : Profondeur de la fosse (drain).

he : Profondeur de l'eau dans le drain.

Bdr : Ecartement entre les drains.

Y : Profondeur de la couche imperméable.

b : Longueur du fond du fossé.

K : Coefficient de filtration.

m : Pente des talus du fossé.

Ah : Rabattement des eaux de drainage.

## VI.6 - Choix des variantes du réseau de drainage : [8]

### Variante 1: Réseau de drainage avec des drains fermés:

Nous avons opté le choix de cette variante pour le tracé du réseau a cause des avantages suivantes :

- Facilité de pose.
- Facteurs d'économie (surface cultivable, matériaux....)

### Variante 2: Réseau de drainage avec des drains tranché à ciel ouvert :

Cette variante à été écarté a cause des défauts suivants



- perte de surface cultivable
- gêne les façons culturales ,labour et autre travail mécanisé

### VI.7.1- Calcul du débit caractéristique :

Le débit caractéristique de drain c'est le débit ou le volume d'eau qu'il doit être capable d'évacuer.

Le débit caractéristique est calculé sur la base des pertes d'eau par percolation des eaux d'irrigation due à une mauvaise efficacité (50%).

$$\text{Pertes} = \text{besoins bruts} - \text{besoins nets} = \Delta V$$

$$\text{Avec besoins bruts} = (\text{besoins nets} / 0.5)$$

On admet que 60% constitue des pertes, soit par percolation, ruissellement ou évaporation.

$\Delta V$  pertes, on prendra comme volume percolé ou 30% besoins brut

Les 30% représentent l'évaporation), et le ruissellement est négligeable vu les faibles pentes et la nature de sol (sableux).

D'après les calculs dans le chapitre précédent on trouve que la quantité d'eau percolé :

$$Q_{\text{per}} = 4842 * 0.3 = 1452.6 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Le calcul de  $q_c$  se fait suivant la formule suivante :

$$q_c = (\text{volume percolé}) / N$$

$N$  : période entre deux irrigations = 10 jours

$$q_c = 1452.6 / 10 = 145.26 \text{ m}^3/\text{j}/\text{ha} = 14.52 \text{ mm}/\text{j}.$$

### VI.7.2- Choix de la profondeur des drains :

Le coût d'installation et de l'entretien d'un système de drains enterrés horizontaux est étroitement lié à la profondeur de drains choisie. Les profondeurs de drains sont comprises entre 0,8 et environ 3 m. du point de vue hydraulique, une augmentation de la profondeur de drainage conduit à l'augmentation des écartements, et à la réduction proportionnelle des linéaires de drains. L'augmentation de la profondeur des drains nécessite cependant la construction d'émissaires plus profonds et plus coûteux, ou parfois la construction de stations de relevage ; l'entretien de ces émissaires est également plus difficile et plus onéreux. Un compromis entre profondeur et coût du drainage est en conséquence à trouver en fonction des contraintes techniques et économiques locales.

Nous avons opté pour une profondeur des drains de 1.5 m

### VI.7.3- Profondeur de l'imperméable :

On considère que la couche imperméable est loin donc on prend une profondeur de 6m Au-dessous de niveau du sol.

### VI.7.4- Calcul de l'écartement des drains :

Pour le calcul de l'écartement nous avons utilisé la formule de "HOOGHOUDT"

$$E = \sqrt{\frac{4K h^2 + 8K dh}{q}}$$

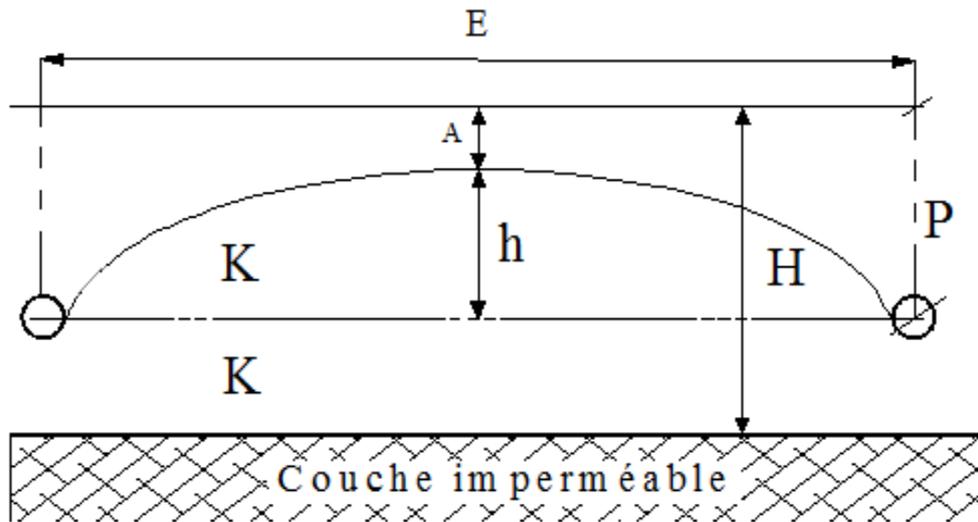


Fig.VI.6: Caractéristiques des drains

Avec :

- E      Ecartement des drains m
- K      Perméabilité de terrain =1.71m/j
- q      Module de drainage ou débit à évacuer=14.52 mm/j
- D      Epaisseur de la couche équivalente=4.5m
- A      Epaisseur de la tranche supérieur du sol à assainir = 0.95m
- P      Profondeur des drains=1.5m
- H      Profondeur de l'imperméable =6m
- h      (P-A) ou charge =0.55m

Pour le calcul de l'écartement nous avons utilisé le logiciel de calcul "drflow" c'est un logiciel qui permet d'utiliser la formule de "HOOGHOUDT"



**Hooghoudt's steady-state drain-spacing equation (ILRI Publ. 16 of 1994, p. 268, equation 8.8)**

$$L = + \sqrt{\frac{8 K d h + 4 K h^2}{q}}$$

Valid for one soil layer over impervious base

Input data:			
Soil	conductivity K	1,71	m/d
	aquiclude at	6,00	not < 0
System	drain level	1,50	not < 0
	drain radius r0	0,10	m
Agric.crit.	allowed w.t.	1,50	not < 0
Recharge	R = q	14,5	mm/d

Derived data:			
Soil	D	4,50	m
	d	3,05	m
Hydr.head	w.t. height = h	0,55	m + d.l.

**Output:**

Find L  
spacing L = 28 m

Give input data in green area; then click button "Find L" Calculations are to the right

Fig.VI.7: photo de logiciel ‘drflow’

D’après logiciel de calcul ‘drflow’ la valeur théorique de l’écartement est de 28m  
On prend une valeur 30m.

**Conclusion :**

D’après l’étude des différents variantes de réseau de drainage on trouve que le drainage par drains enterrés est la plus favorable dans la région d’El-Goléa à cause des conditions hydraulique, topographique et économique.

On remarque que le débit évacué est important à cause de mauvaise efficacité de réseau d’irrigation.

Parmi les conséquences de ce problème sont :

- Un dimensionnement est plus important.
- Le coût de projet est plus élevé.

# Chapitre VII :

# Calcul Hydraulique



## VII.1- Dimension des drains :

### VII.1.1- Longueur des files de drains :

✓ fréquemment imposée (topographie, emplacement des collecteurs, surface à drainer, etc.)

✓ écoulement à surface libre (débit collecté, pente, diamètre, type de drains, etc.).

Longueur max. entre 150 et 300 m.

On prend une longueur max de 300 m.

### Débit max à évacuer

Le débit en extrémité de drain est fonction de la surface drainée, on a :

$$Q = qc.S$$

Et

$$S = E.L$$

Avec :

qc : débit caractéristique en mm/j.

L : longueur du drain en mètre.

E : Ecartement en mètre.

$$Q = 14.52 * 300 * 30 * 10^{-3} = 130.68 \text{ m}^3/\text{j} = 1.51 \text{ l/s.}$$

$$Q = 1.51 \text{ l/s}$$

### VII.1.2-Diamètre des drains :

On considère que l'écoulement est uniforme ; donc le débit de drain est exprimé par la formule de CHEZY MANING :

$$Q = 22 * d^{2.67} * i^{0.5}$$

Q : débit le long de drain (m<sup>3</sup>/s).

d : diamètre intérieur m.

i : pente hydraulique

$$\Rightarrow \mathbf{d} = \frac{2.67 \sqrt{Q}}{\sqrt{22 \cdot i^{0.5}}}$$

, on prend une pente des drains 0.04%.

$$\text{Donc : } \mathbf{d} = \frac{2.67 \sqrt{\frac{0.00151}{22 \cdot (0.0004)^{0.5}}}}{1} = \mathbf{0.120m}$$

$$\mathbf{d=120mm.}$$

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 chloride (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 ; livrés en couronne de grande longueur (300 m), 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.2- Calcul hydraulique des collecteurs :

Le calcul hydraulique des collecteurs est effectué en se basant sur la formule suivante :

$$\mathbf{Q = V \cdot S}$$

Avec :

$$Q : \text{le débit que reçoit le collecteur. } \mathbf{Q_i = q_c \cdot S_i}$$

$q_c$  : débit caractéristique [l/s/Ha]

$S_i$  : surface assainie par le collecteur en Ha

$V$  : vitesse d'écoulement de l'eau dans le collecteur [m/s]



S : section du collecteur

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

D : diamètre du collecteur [m]

⇒

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

On considère que l'écoulement est uniforme donc on utilise la formule de DARCY WEISBAK :

$$Q = 50 * d^{2.77} * i^{0.57}$$

Avec :

Q : débit le long de drain (m<sup>3</sup>/s).

d : diamètre intérieur m.

i : pente hydraulique

Donc :

$$d = \sqrt[2.77]{\frac{Q}{50 * i^{0.57}}}$$

Les résultats de calcul hydraulique sont résumés dans les tableaux suivant :



Tableau VII .1 : Calcul hydraulique du collecteur 1

collecteur 1						
tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Pente (%)	Diamètre (mm)	diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)
1-2	100	4.53	0.14	134.21	140	0.29
2-3	100	9.06	0.14	172.37	180	0.35
3-4	100	13.59	0.14	199.54	200	0.43
4-5	100	18.12	0.14	221.38	220	0.48
5-6	100	22.65	0.14	239.95	250	0.46
6-7	100	27.18	0.14	256.27	250	0.54
7-8	100	33.22	0.14	275.53	280	0.53
8-9	100	39.26	0.14	292.66	300	0.56
9-10	100	39.26	0.14	292.66	300	0.56

Tableau VII .2 : Calcul hydraulique du collecteur 2

Collecteur 2						
tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Pente (%)	Diamètre (mm)	diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)
1-2	100	4.53	0.14	134.21	140	0,29
2-3	100	10.57	0.14	182.23	180	0,42
3-4	100	15.1	0.14	207.28	200	0,48
4-5	100	19.63	0.14	227.87	230	0,47
5-6	100	24.16	0.14	245.61	250	0,49
6-7	100	30.2	0.14	266.21	260	0,57
7-8	100	36.24	0.14	284.32	280	0,59
8-9	100	36.24	0.14	284.32	280	0,59
9-10	100	36.24	0.14	284.32	300	0,59



Tableau VII .3 : Calcul hydraulique du collecteur 3

Collecteur 3						
tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Pente (%)	Diamètre (mm)	diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)
1-2	100	4.53	0.15	132,30	130	0,33
2-3	100	9.06	0.15	169,92	180	0,40
3-4	100	15.1	0.15	204,33	200	0,46
4-5	100	19.63	0.15	224,63	220	0,50
5-6	100	24.16	0.15	242,11	250	0,53
6-7	100	30.2	0.15	262,42	260	0,56
7-8	100	36.24	0.15	280,28	280	0,59
8-9	100	36.24	0.15	280,28	280	0,59

Tableau VII .4 : Calcul hydraulique du collecteur 4

Collecteur 4						
tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Pente (%)	Diamètre (mm)	diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)
1-2	100	4.53	0.16	130,58	130	0,34
2-3	100	9.04	0.16	167,57	180	0,41
3-4	100	15.1	0.16	201,67	200	0,47
4-5	100	19.63	0.16	221,70	220	0,51
5-6	100	24.16	0.16	238,96	250	0,54
6-7	100	30.2	0.16	259,01	260	0,57
7-8	100	36.24	0.16	276,63	280	0,60
8-prin	100	36.24	0.16	276,63	280	0,60



Tableau VII .5 : Calcul hydraulique du collecteur 5

Collecteur 5						
tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Pente (%)	Diamètre (mm)	diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)
1-2	100	4.53	0.17	128,94	130	0,35
2-3	100	9.06	0.17	165,47	180	0,42
3-4	100	15.1	0.17	199,14	200	0,49
4-5	100	19.63	0.17	218,92	220	0,52
5-6	100	24.16	0.17	235,96	250	0,55
6-7	100	30.2	0.17	255,76	250	0,59
7-8	100	34.73	0.17	268,99	280	0,61
8-prin	100	36.24	0.17	273,16	280	0,62

Tableau VII .6 : Calcul hydraulique du collecteur 6

Collecteur 6						
tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Pente (%)	Diamètre (mm)	diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)
1-2	100	4.53	0.17	128,94	130	0,35
2-3	100	9.06	0.17	165,47	180	0,42
3-4	100	15.1	0.17	199,14	200	0,49
4-5	100	19.63	0.17	218,92	220	0,52
5-6	100	24.16	0.17	235,96	250	0,55
6-7	100	30.2	0.17	255,76	250	0,59
7-8	100	34.73	0.17	268,99	260	0,61
8-9	100	36.24	0.17	273,16	280	0,62



Tableau VII .7 : Calcul hydraulique du collecteur 7

Collecteur 7						
tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Pente (%)	Diamètre (mm)	diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)
1-2	100	4.53	0.18	127,45	130	0,36
2-3	100	9.06	0.18	163,68	180	0,43
3-4	100	13.59	0.18	189,49	200	0,48
4-5	100	19.63	0.18	216,39	220	0,53
5-6	100	24.16	0.18	233,24	240	0,57
6-7	100	30.2	0.18	252,80	250	0,60
7-8	100	34.73	0.18	265,89	260	0,63
8-prin	100	36.26	0.18	270,06	280	0,63

### VII.3- Caractéristiques de collecteur :

Les collecteurs primaires sont constitués des tuyaux enterrés, les caractéristiques de ces collecteurs sont les suivant :

Diamètre variée entre 140et 300mm.

La Pente des collecteurs est variée généralement entre 0.14et 0.18%.

### VII.4-Calcul hydraulique de l'émissaire principal :

L 'émissaire principal a pour but de recueillir toutes les eaux de drainage afin de les déverser hors du périmètre.

Dans ce projet les eaux de drainage sont déversées dans la Sebka à l'aide de l'émissaire principal (le khandeg).

L'émissaire principal a une forme trapézoïdale.

La construction de l'émissaire se fait a l'aide d'une maçonnerie en pierres sèches. Le calcul hydraulique de l'émissaire principal se base sure la méthode de Manning

Régime hydraulique permanent et uniforme.

La formule principale de calcul pour un écoulement permanant uniforme est la formule de Manning

$$Q = (1/n) R^{2/3} \times i^{1/2} \times \omega$$



$Q$  : Débit véhiculé par le drain en ( $m^3/s$ )

$R$  : Rayon Hydraulique en (m)

$\omega$  : Section mouillée en ( $m^2$ )

$i$  : Pente en (m/m)

$n$  : Coefficient de rugosité = 0.025 pour les drains dans moyennes conditions.

Avec :

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

$R$  : Rayon Hydraulique en (m)

$\omega$  : Section mouillée en ( $m^2$ )

$\chi$  : Périmètre mouillé en (m)

Pour une section trapézoïdal on :

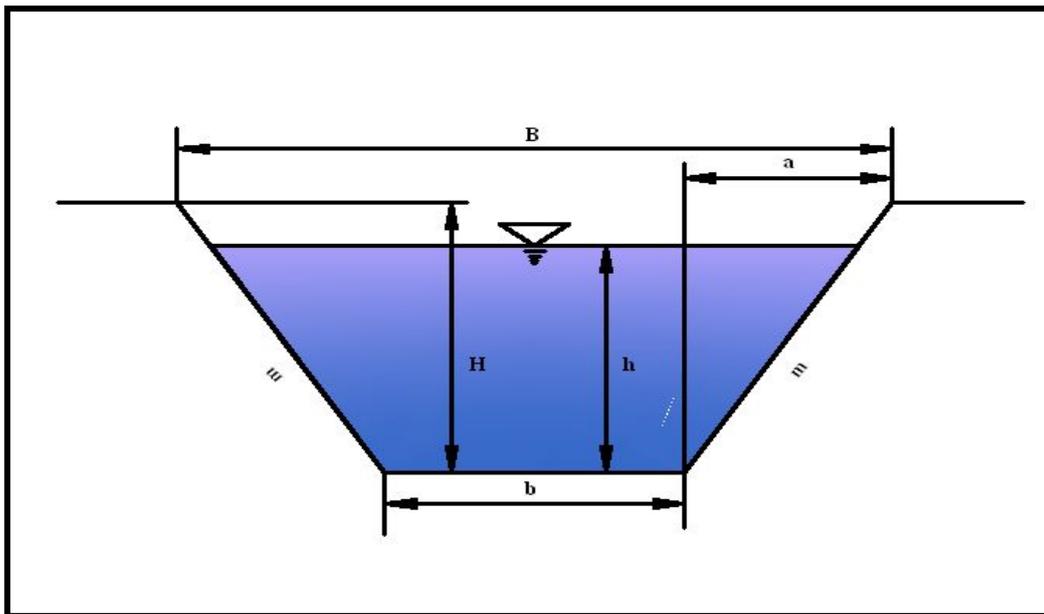
$$\omega = (b + m \times h) \times h$$

$$\chi = b + 2 \times h \sqrt{1 + m^2}$$

$b$  : largeur du fond de l'émissaire (m)

$h$  : hauteur d'eau dans l'émissaire (m)

$m$  : Pente du talus



**Fig.VII 1: Section transversale trapézoïdale du drain**

Sur la figure on remarque : Le débit  $Q$ , la vitesse  $V$ , la pente du talus  $m$ , la hauteur d'eau  $h$ , sont les valeurs limites qui déterminent la stabilité des drains et l'écoulement des eaux drainées.

#### **VII.4.1-Débit de projet $Q$ :**

Le système de drainage à réaliser doit garantir le transit de débits calculés selon les critères retenus dans l'étude.

Le débit évacué par les drains est fonction de la superficie à drainer par le drain et du débit spécifique de drainage qui est de 258.21 l/s, ce dernier tient compte du mode d'irrigation (irrigation à surface libre)

#### **VII.4.2-Vitesses admissibles $V_{adm}$ :**

Afin d'éviter l'affouillement du fond et des parois du drain par l'action dynamique du courant d'eau et le dépôt éventuel du sable, la vitesse admissible varie entre 0.3m/s et 1.5m/s.

Les calculs sont fait à l'aide de logiciel des écoulements à surface libre (CANAL21) c'est un logiciel qui facilite les calculs et évite les itérations

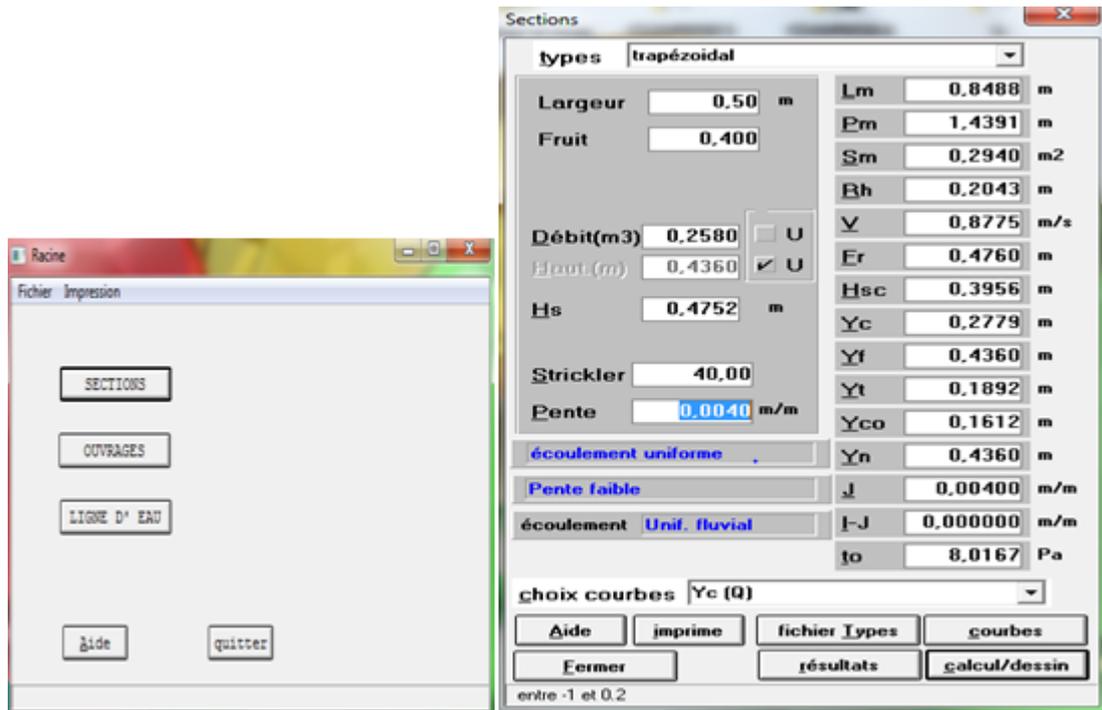


Fig.VII.2 : Photo du logiciel de calcul canal (21)

Tableau VII .8 Calcul hydraulique de l'émissaire principal

b,(m)	h,(m)	S,(m <sup>2</sup> )	P,(m)	R,(m)	V,(m/s)	Q,(m <sup>3</sup> /s)
0.50	0.4752	0.2940	1.4391	0.2043	0.8775	0.2582

**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.
  - ✓ Connaître 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.

# Chapitre VIII :

## Gestion et entretien de système de drainage

### VIII .1- Entretien et pérennité des systèmes de drainage :

L'entretien des réseaux de drainage ne reçoit pas toute l'attention qu'il mérite. Pour une raison simple ; le drainage est perçu comme moins crucial que l'irrigation, les eaux de drainage comme des pertes pour le système. Ces eaux sont généralement de piètre qualité car, à la suite de leur passage dans le sol, elles se sont enrichies en sels, en nutriments et en éléments minéraux ou organiques à l'état de traces.

Deux autres aspects conduisent à négliger l'entretien :

- L'influence de l'entretien du réseau sur les performances du système n'est pas immédiatement perceptible ;
- Les gestionnaires du périmètre trouvent plus facilement des crédits pour réaliser des équipements que pour les entretenir.



**Fig.VIII.1 Entretien du système de drainage (El-Menia)**

### VIII .2-Causes de non-fonctionnement du drainage: [7]

Il y a plusieurs causes possibles qui peuvent réduire ou bloquer le fonctionnement du système de drainage : obstructions ayant pour origine des malfaçons d'exécution dès l'étude ou à l'exécution des travaux, ou des causes naturelles.



### **VIII .2.1- Obstructions d'origine technique:**

#### **VIII .2.1.1- Insuffisance de la section des drains:**

Même si un projet de drainage a été bien étudié et les sections des drains et collecteurs calculées suivant les règles et normes, les calculs sont théoriques et soumis aux conditions naturelles très variées. Par conséquent, les résultats d'étude ne sont qu'une base d'orientation en ce qui concerne la définition des paramètres du projet, à savoir diamètre, profondeur et écartement du drainage.

Seule l'expérience pratique peut déterminer la solution la plus adaptée. Pour cette raison, il est fortement recommandé de réaliser parallèlement à la préparation du dessin des projets pilotes ou champs de test pour simuler la réalité avec divers systèmes de drainage et des filtres sous conditions d'irrigation appliquées.

#### **VIII .2.1.2- Insuffisance de la pente des drains:**

Si la pente est insuffisante la vitesse de l'eau sera inférieure à la vitesse minimale admissible, ce qui peut entraîner la formation de dépôts de sable ou d'argile. Cela ne doit pas se produire si le paramètre de drainage a été correctement étudié et le travail convenablement exécuté.

L'irrégularité de la pente d'exécution des travaux peut avoir deux origines, la machine de drainage et l'opérateur.

La machine porte déjà des erreurs dans sa configuration qui doit être équilibrée en considération de l'installation du guidage laser et de l'hydraulique de la machine. Cela doit être fait dès la réception de la machine en usine par un spécialiste. Une fois arrivée sur le site du projet, la draineuse (excavatrice ou draineuse à outil taupe), doit être améliorée et adaptée aux conditions locales. Des tests conduits par des experts doivent adapter par expérimentation les outils et le système de guidage aux conditions du sol et du climat.

Les erreurs humaines sont les plus fréquentes dans la qualité des travaux, notamment avec un guidage par nivelettes ou commande radio. Même l'utilisation du guidage laser ne peut résoudre le problème automatiquement.

La vitesse de travail de la draineuse est souvent source d'erreurs de pose. Spécialement la vitesse de travail de la draineuse à outil taupe peut être tellement élevée que la longue fréquence du laser rotatif peut dévier la machine.

### VIII .2.1.3- Mauvaise qualité des tuyaux:

Aujourd'hui presque tous les projets de drainage sont construits en tuyau en polyéthylène (PE) ou polyvinylchloride (PVC). On peut donc éliminer les problèmes qui peuvent se poser par l'utilisation de tuyaux de poterie ou en béton de mauvaise qualité (sable/ciment), souvent fabriqués sur le chantier.

Les tuyaux en PE ou PVC sont généralement de bonne qualité mais le matériau PVC est sensible aux rayons ultraviolets. Le matériau perd sa stabilité s'il est exposé longtemps sans protection. En outre, le matériau est sensible aux grandes chaleurs et se déforme à partir d'une température d'environ 80°C.

### VIII .2.2- Obstructions d'origine naturelle:



Fig.VIII.2 : Obstructions naturelle du système de drainage (El-Menia)

#### VIII .2.2.1- Pénétration dans les drains de petits animaux :

Le colmatage de drains par les animaux peut être éliminé par l'utilisation de pièces spéciales de sortie en matériel rigide, avec une grille à la bouche.

#### VIII .2.2.2-Dépôts de matières minérales:

L'ensablement ou l'envasement est très souvent observé dans les sols de faible stabilité (par exemple sols sableux ou argileux), notamment si l'exécution des travaux de drainage a été réalisée dans les sols saturés d'eau. L'ensablement ou l'envasement se produit généralement Immédiatement après la pose du tuyau, pour continuer d'une façon atténuée, Si les conditions sont favorables à l'envasement, le drain doit être protégé par un filtre ou un matelas de couverture.

Une protection complète du tuyau par un filtre est notamment nécessaire dans les sols sableux.

Les collecteurs ne sont normalement pas destinés à drainer l'eau mais à collecter l'eau des

drains et à transporter celle-ci au système de décharge. Pour ces raisons les drains non perforés sont recommandés comme collecteurs,

Toutes les connexions, boîtes de jonction, regards d'inspection sont des sources potentielles d'ensablement ou d'envasement Afin de prévenir au maximum ces dangers, le raccord doit être étanché soigneusement.

Quand il y a un risque d'ensablement ou d'envasement dans le collecteur un dessableur est recommandé dans la boîte de jonction ou le regard d'inspection.

### VIII .2.2.3-Colmatage des drains : [8]



Fig.VIII.3 Colmatage des drains

#### Typologie:

- Type de colmatage.
- Colmatage externe.
- Colmatage interne.

#### Moment d'apparition:

- Colmatage primaire.
- Colmatage secondaire.
- Cas le plus fréquent: colmatage secondaire externe, d'origine minérale

#### Prévention:

- Évaluation des risques.
- Choix d'un filtre efficace.

### -Colmatage par dépôts à réaction chimique :

Le fer, le fer-sulfure, et le manganèse sont normalement responsables de cet effet.

Quand le  $Fe^{++}$  situé dans le sol entre dans le drain, il réagit avec l'oxygène à  $Fe^{+++}$ , ce qui produit ce dépôt. Souvent le problème s'arrête après quelques années d'opération dans le cas extrême, par contre.

Les mesures préventives sont difficiles. Il existe un moyen qui consiste à réduire l'aération du système par une pièce spéciale à la sortie du drain.

Mais le curage est toujours la mesure la mieux adaptée.



**Fig. VIII.4: Colmatage ferrique des orifices d'un drain**

### VIII .2.2.4-Le curage :

Le curage s'effectue à l'aide d'une machine à curage. L'opération consiste à pomper de l'eau dans le drain au moyen d'un tuyau muni d'un jet. Le dépôt est mis en solution sous l'action du jet et expulsé avec l'eau injectée.

La demande d'eau pour le curage est très haute, variant entre 50 à 250 l/min.

Il existe deux systèmes d'évacuation, à haute et à basse pression.

La machine d'évacuation à haute pression travaille à 80/120 atmosphères de pression de pompe tandis que la pompe d'évacuation à basse pression travaille seulement à 20/30 atmosphères environ. Les deux systèmes peuvent servir pour des drains jusqu'à une longueur de 350 m. Même des dépôts difficiles et limoneux dus à l'envasement peuvent être éliminés par récurage.

L'élimination de sable est très difficile.

### VIII .2.2.5-Blocage des tuyaux par des racines d'arbres :

Les racines de plantes qui poussent dans le drain dépendent des espèces des plantes avoisinant le système de drainage, de la profondeur des drains et des collecteurs, et des conditions climatiques.



Les racines entrent dans le drain par la perforation ou l'ouverture des connexions et des raccordements. Elles peuvent former un bouchon dans toute la section du drain. Ce sont les espèces de plantes qui sont utilisées comme brise-vents qui causent ce problème, plus que les arbres fruitiers. Les racines peuvent atteindre 10 à 20 mètres.

#### **VIII .2.2.6-Développement dans les tuyaux d'algues spéciales:**

Ces algues vivent dans l'obscurité et forment de longs et volumineux paquets. Ces algues naissent surtout dans les sols acides où se forment des dépôts ferrugineux et dans les terrains plats où l'eau n'a pas une vitesse suffisante.

#### **VIII.3-Méthodes d'entretien : [2]**

##### **VIII.3.1- 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.3.1.1- 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.3.1.2- 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.3.1.3- 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

#### **VIII.2-Méthodes d'entretien des réseaux enterrés :**

Des inspections régulières des réseaux de drainage enterrés sont nécessaires, tout



particulièrement aux points névralgiques que sont les bouches de décharges. Les regards doivent également être visités : ils sont généralement placés en des points importants du réseau comme les jonctions ou les changements de diamètre des tuyaux.

Au besoin, des nettoyages sous pression des drains enterrés peuvent être réalisés. Cette pratique ne devrait toutefois pas être systématique car elle présente le risque de déstabiliser le sol au voisinage du tuyau.

#### **VIII.4-Raccordement drain- collecteur:**

Si pour des raisons diverses un collecteur en tuyau enterré doit être choisi, l'impact d'entretien se complique à cause de la non accessibilité directe au drain, L'observation du fonctionnement du drain individuel n'est possible qu'en creusant au raccordement drain-collecteur, Ce raccordement est le point faible du système drain-collecteur en tuyau.

Il existe plusieurs sortes de raccordement:

- pièces en PVC pour le raccordement drain flexible/collecteur flexible, souvent avec un tuyaux de curage.
- pièces en PVC rigide en T ou Y pour le raccordement du drain flexible au collecteur rigide ou flexible.
- boîte de raccordement pour la connexion des drains flexibles aux collecteurs ou tuyauteries rigides.
- regard d'inspection pour le raccordement du drain-collecteur au collecteur principal.

#### **VIII.5-Rejet des eaux de drainage :[6]**

Des problèmes de salinisation de l'aquifères par les eaux de drainage sont apparus dans de nombreux périmètres irrigués, faute de précautions, suffisantes concernant le rejet de ces eaux. En effet, la solution couramment pratiquée

Est le rejet des eaux de drainage dans les réseaux hydromorphique, mettant en péril l'écologie à l'aval du périmètre et causant des problèmes de santé publique.

Peu de solutions fiables sont cependant disponibles pour rejeter les eaux de drainage dans de bonnes conditions. Les zones humides peuvent éventuellement constituer un exutoire avec cependant un risque de perturbation de leur écosystème ; des normes de qualité des eaux doivent en conséquence être établies avant d'envisager le recours à cette pratique. La construction de bassins d'évaporation peut être recommandée si aucune autre solution n'est possible ; ils présentent également des risques vis-à-vis de la nappe et de l'environnement.



Notons également l'existence de puits d'injection profonde pour évacuer les eaux de drainage. Cette solution est cependant probablement trop onéreuse dans la plupart des cas. Elle n'est, de plus, applicable que lorsque l'eau de drainage est de suffisamment bonne qualité pour éviter la pollution des nappes.

#### VIII.6-Constataions et recommandations : [1]

Notre travail nous a permis de comprendre et d'élaborer les différentes étapes nécessaires au dimensionnement d'un réseau de drainage.

Le drainage agricole dans les régions de sud Algérien est assez spécifique et complexe, d'une part il ya un manque d'eau (climat aride), d'autre part il ya un surplus du à une surexploitation des différentes nappes existantes.

Dans notre aire d'étude la principale difficulté réside dans le manque d'exutoires qui topographiquement pourraient accueillir gravitairement les eaux drainées.

- La présence de certaines stations de relèvement s'avère parfois nécessaire ceci entraîne un surplus dans le cout du projet, mais surtout un problème de maintenance car les eaux sont Salée et agressives.
- La densité des drains existante actuellement ne permet pas un rabattement de la nappe à un niveau optimal.
- L'enquête auprès des agricultures fait ressortir que ces derniers n'est pas favorable à une baisse très importante de la nappe car elle participe à alimentation en eau par capillarité de leurs cultures. Comment gérer ce compromis ?

Suite à ces constations et observations. On pourrait recommander aux agricultures une meilleure gestion de l'irrigation.

Dans nos calculs on s'aperçoit que les volumes alloués sont supérieurs aux besoins réels des cultures de ce fait une quantité importante d'eau percole en profondeur qui va élever le niveau de la nappe phréatique. La submersion étant le système d'irrigation le plus utilisé, or celui-ci est fort consommateur en eau.

En été l'agriculture procède à 3 ou 4 fois la submersion de ces parcelles, on comprend que les volumes d'eau percoles soient très importants.

Il faut rendre plus efficient le système d'irrigation :



- En donnant le volume exacte des besoins en eau des cultures plus ceux du lessivage.
- Nivellement des parcelles
- Moins de pertes au transport de l'eau du forage à la parcelle (par conduites ou canaux revêtus)
- Opter pour un système d'irrigation plus performant telle que l'irrigation localisée.

Les cultures intercalaires irriguées par planche ont des besoins plus réduits à cause de l'effet 'oasis.

Une expérimentation s'avère intéressante pour l'exploitation de la nappe phréatique.

Exemple l'utilisation pour l'irrigation de certaines plantes servant à maintenir les Dunes (en dehors des palmeraies)

- Planter des végétations capables d'absorber beaucoup d'eau il faut aussi qu'elles soient tolérantes aux sels.
- Lutte contre l'envahissement des fossés par les végétaux : revêtir ces fossés par des membranes, en pierre ou remblayer carrément les fossés.
- Utilisation des drains enterrent ?
- Réutiliser les eaux de drainage ? elle est trop Salée mais mélangée avec des proportions en eau du complexe terminal on pourrait l'utiliser.

Beaucoup d'expérimentation pourraient être lancées en vue de trouver à l'avenir des solutions durables.

### Conclusion générale

Les sols d'El-Menia sont en générale sableux bien aérés et leur majorité affectés par la salinité.

Cette salinité provient des eaux que renferme la nappe phréatique, qui sont fortement salées, se trouvant à faible profondeur, accentuée par les eaux d'irrigation soutirées de la nappe albien, qui sont moyennement salées.

De nature, ces sols souffrent de :

- Pauvreté en humus,
- Processus de migration des éléments fertilisants.
- Drainabilité naturelle insuffisante.
- Remonté des solutions saline depuis la nappe phréatique jusqu'à la surface du sol, favorisée par le matériau pédologique, sous l'effet des facteurs climatique, en lissant des dépôts de sels en surface.

Au terme de ce travail, nous avons constate que le dimensionnement d'un réseau de drainage n'est pas si simple, car la difficulté réside dans la détermination d'une valeur de bilans hydrique exacte et dans le regroupement des données.

Le drainage se justifie par les différents avantages qu'il confère à savoir :

- Permet un rabattement de la nappe à une profondeur voulue facilitant aussi les labours profonds.
- Un contrôle plus efficace de la salinité, mais il n'était pas un objectif de notre étude.
- Le cout de l'installation risque au début d'être un peu élevé mais si on compare aux frais d'entretien des fossés à ciel ouvert, il nous paraîtra très raisonnable (selon l'information d'après divers organisme concernés)
- Le dimensionnement de réseau de drainage n'a pas été chose simple en effet le drainage en périmètre irrigué par les eaux de pluies et de surplus en zone semi aride, doit tenir compte plusieurs facteurs spécifiques d'une part les facteurs naturels, de l'évapotranspiration, de la salinité des sols et des eaux souterraines,

des données hydrologiques insuffisantes nous a conduit à utiliser des formules empiriques pour résoudre ce problème.

- Les formules classiques utilisées généralement en zone humide prennent en compte que les pluies critiques, donc le dimensionnement du réseau à partir d'un tel débit.

En définit le débit caractéristique choisi pour les drains enterrés est spécifique au périmètre, à sa position topographique, à sa géologique, et à sa pédologique. La recharge des nappes parvient en période humide, à partir de cette donnée on a pu dimensionner notre réseau de drains enterré, en appliquant les équations de HooGhoudt.

L'écartement des drains après travaux, qui visent à augmenter la perméabilité hydraulique pour avoir des écartements plus espacés en faisant un sous soulage c'est acceptable vu la texture des sols.

A cet effet, nous avons opté pour la variante suivante :

- Profondeur optimale de la nappe phréatique  $h_{opt} = 0.95m$
- Profondeur de pose de drain  $hd = 1.5m$
- Le débit caractéristique  $q_c = 14.52mm/j$
- Ecartement entre les drains  $E = 30m$

Au terme de cette étude, on a donc projeté un système de drainage, afin d'éviter le problème d'engorgement des plantes, et la stagnation des eaux en surface.

Plusieurs questions se sont posées au cours de cette étude, tant sur le plan théorique que pratique, nous pensons qu'à l'avenir les seules réponses valables à ces problèmes ne peuvent provenir que d'une bonne et longue expérience.

## Références bibliographiques

### Thèses :

- [1] Thèse, « Etude d'aménagement des réseaux de drainage de la palmerais de Timoken (W.ADRAR) ».LAROUÏ Abdelhak. ENSH Blida 2010
- [2] Thèse, « Contribution a la régularisation du régime hydro-salin des oasis d'El-Menia (W.GHARDAIA)».HAROUG. Abderrahmane. ENSH Blida
- [3] Thèse, « Place de l'élevage ovin dans l'agriculture saharienne cas El-Goléa (W.GHARDAIA)».AZAIZIA Mabrouk. I.N.A El-Harrach 2000

### Les livres :

- [4] Géologie de l'Algérie
- [5] Robert Capot-Rey (1897-1977) « Trente ans de géographie Saharienne »
- [6] G.F. WESTLAND. « Entretien et réparation des systèmes de drainage couverts»
- [7] R. HEMPEL édition 1 « Gestion de l'entretien des systèmes de drainage »
- [8] Cours de drainage 5<sup>ème</sup>année / ENSH – Blida 2011
- [9] Cours d'irrigation 4<sup>ème</sup>année / ENSH – Blida 2010
- [10] Drainage basic
- [11] G.CAPOTREY tome XII (1958) « L'eau et le sol à El-Goléa »
- ANRH de GHARDAIA : «Les données climatique et plan de la situation »
- D.H.W. El-Menia 2006 : « Situation des forages»
- D.S.A. El-Menia 2011 : « La production et les répartitions agricoles»



## Les sites

[www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net)

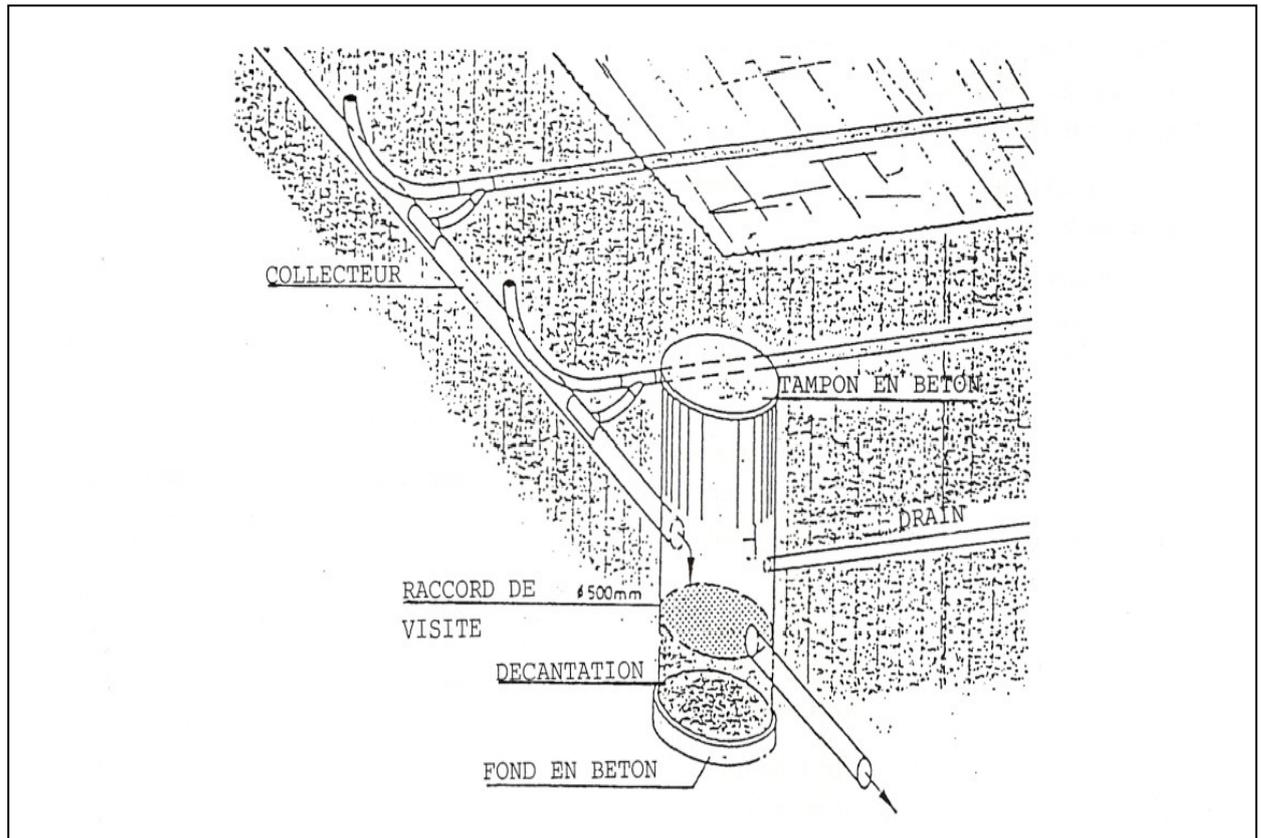
[www.google.com](http://www.google.com)

[www.fao.com](http://www.fao.com)

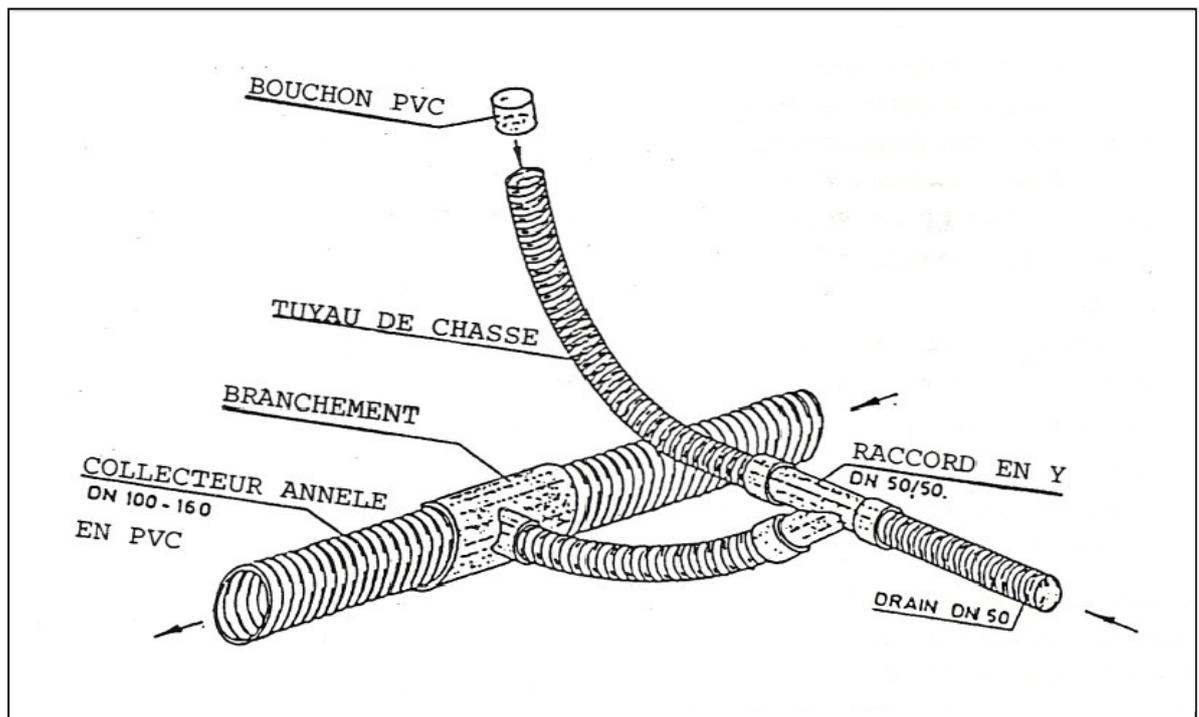
[www.epfl.com](http://www.epfl.com)

# Annexes

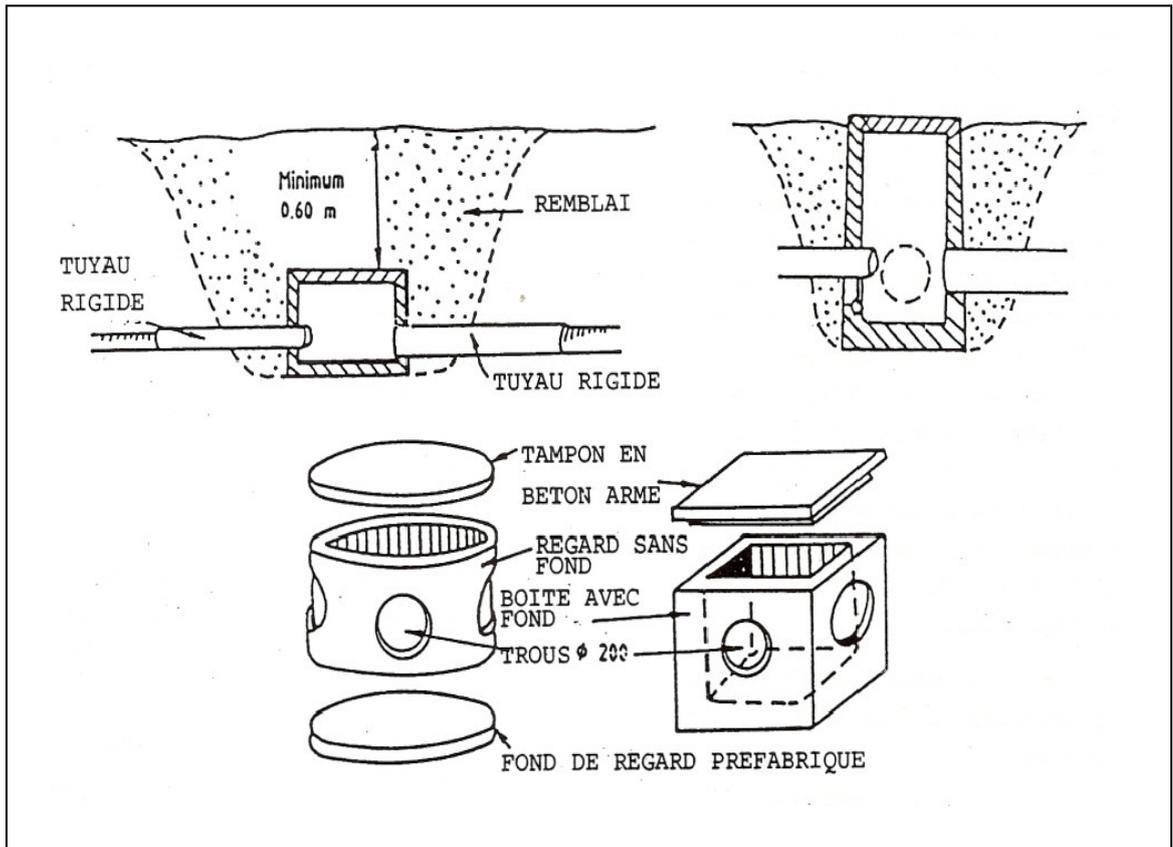
## 1. Système de drainage en collecteur enterré :



## 2. Raccordement drain- collecteur :



**3. Boite se raccordement drain/collecteur :**



**4. Outils de curage :**

