

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



UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

memoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
d'Ingénieur d'Etat en Agronomie

Spécialité : Agronomie saharienne
Option : Production Végétale

THEME

Etude de l'impact de certaines
contraintes physiques et chimiques
du sol sur la morphologie et la
composition chimique des racines du
"palmier dattier" Déglet-Nour
cas de Ouargla

Présenté

par :

- ❖ BELAHBIB Mebarka
- ❖ EL ATLA Fatiha

Composition du jury

Président	M ^r CHELOUFI Abdelhamid	(M .C).	(Univ. Ouargla)
Promoteur	M ^r DADDI BOUHOUN Mustapha	(M .A.C.C)	(Univ. Ouargla)
Co- promoteur	M ^r SAKER Mohamed	(M .A.C.C)	(Univ. Ouargla)
Examineur	M ^r HAMDI AISSA Belohadj	(M .C)	(Univ. Ouargla)
Examineur	M ^{me} BELMAHCEN Souad	(M .A.C.C)	(Univ. Ouargla)

Promotion 2004/2005

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail.

Au terme du présent travail, nous tenons à remercier plus particulièrement monsieur DADDI BOUHOUNE. M qui a dirigé ce travail, nous le remercions pour aide, très précieuse qu'il nous a apportée et sa patience.

Nous remercions également notre co-promoteur M^r SAKER M.L.

Nous sommes très heureuses d'exprimer notre reconnaissance à Mr CHELOUFI Abdelhamid d'avoir accepté de présider notre jury.

Nous remercions très sincèrement madame BABAHANI. S pour ses conseils judicieux et nous sommes très heureuses qu'elle fait partie de notre jury.

Nous remercions M^r HAMDI AISSA d'avoir accepté d'examiner ce travail et pour ses aides.

A tous le personnel du laboratoire du département d'agronomie Saharienne: Nourreddine, Aiche, M^{me} Saida et Kadiro.

A tous le personnel du laboratoire de protection des Ecosystème en zones arides et semi-arides, notamment M^{elle} MIMOUNI, Abd alhak.

Nos remerciements vont également à tous les gene et les amis qui nous ont aidé: Bahria, Yamina, Safia, Amel, Zineb, Hiba, Kalifa, Abla, Sana, Abass.

Nos remerciements vont également aux études de la 17^{eme} promotion.

A tous les enseignants des départements d'agronomie et d'écologie.

Nos remerciements à tout le personnel des palmeraies d'études: Aoichir, Bay, Djaafour, Khouildi,

En fin, nos remerciements vont à tout (es) qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

SOMMAIRE

Introduction	01
PREMIER PARTIE	
SYNTHESES BIBLIOGRAPHIQUES	
CHAPITRE I : Système Racinaire des cultures.....	03
1. Morphologie des racines	03
2. Fonction des racines.....	03
3. Action des racines sur le milieu	04
4. Importance de l'enracinement sur la plante.....	04
5. Croissance et développement des racines.....	04
6. Conditions de croissance et de fonctionnement des racines	05
7. Nutrition.....	06
8. Etude de l'enracinement.....	07
8.1. Estimation de la masse racinaire	07
8.2. Méthode d'étude.....	08
CHAPITRE II : L'impact du sol sur l'enracinement.....	09
1. L'impact des propriétés des sols.....	09
1.1. Propriétés physiques.....	09
1.2. Propriétés physico-chimiques.....	10
1.3. Propriétés chimiques	11
2. Types des sols dans les zones arides	11
2.1. Sol salées.....	11
2.2. Sol gypseux	14
2.3. Sol à accumulation calcaire	16
2.4. Sols hydromorphes.....	17
CHAPITRE III : Palmier Dattier	21
1. Taxonomie et position systématique	21
2. Morphologie du palmier dattier.....	21
2.1. Système racinaire	21
2.2. Système végétatif aérien.....	26
3. Exigences du palmier dattier.....	28
3.1. Exigences climatiques	28
3.2. Exigences édaphiques	28
3.3. Exigences hydriques	29
3.4. Les Besoins nutritifs	30
DEUXIEME PARTIE	
MATERIELS ET METHODES D'ETUDE	
CHAPITRE IV : Matériels d'étude	31
1. Présentation de la région de Ouargla	31
1.1. Situation géographique	31
1.2. Climat	31
1.3. Géologie	35
1.4. Hydrologie	35
1.5. Pédologie	36
1.6. Activité agricole	37
2. Stations expérimentales	38
2.1. Choix des stations	38
2.1.1. Station de Mékhadma	38
2.1.1.1 Situation de la station	38

2.1.1.1.1. Présentation de la région de Mékhadma.....	38
2.1.1.1.2. Activité agricole	38
2.1.2. Stations de Ain El- Beïda et du Chott.....	38
2.1.2.1. Situation des stations	38
2.1.2.1.1. Présentation de la commune de Ain El- Beïda.....	38
2.1.2.1.2. Activité agricole.....	39
2.1.3. Station Hassi Ben Abdallah.....	39
2.1.3.1. Situation de la station	39
2.1.3.1.1. Présentation de la région de Hassi Ben Abdallah.....	39
2.1.3.1.2. Activité agricole	39
CHAPITRE V : Méthodes d'étude	40
1. Approche méthodologique.....	40
1.1. Enquête	40
1.2. Approche expérimentale.....	40
1.2.1. Méthode d'échantillonnage.....	40
1.2.1.1. Etude du sol	40
1.2.1.2. Etude de la nappe phréatique.....	41
1.2.1.3. Etude de système racinaire.....	42
2. Méthodes d'analyse	43
2.1. Méthode d'analyse du sol	43
2.2. Méthode d'analyse de l'eau phréatique	44
2.3. Méthode d'analyse des racines	44
TROISIEME PARTIE	
RESULTATS ET DISCUSSION	
CHAPITRE VI : L'enquête	45
Discussion.....	45
Conclusion.....	46
CHAPITRE VII : Etude du sol.....	47
1. Caractérisation du sol.....	47
1.1. Description morphologique du sol.....	47
1.1.1. Etude morphologique du sol de la station de Mékhadma.....	47
1.1.1.1. Etude morphologique des profils de la station S1.....	47
1.1.1.2. Discussion.....	50
1.1.2. Etude morphologique du sol de la station de Ain El-Beïda.....	52
1.1.2.1. Etude morphologique des profils de la station S2.....	52
1.1.2.2. Discussion.....	55
1.1.3. Etude morphologique du sol de la station du Chott.....	57
1.1.3.1. Etude morphologique des profils de la station S3.....	57
1.1.3.2. Discussion.....	62
1.1.4. Etude morphologique du sol de la station de Hassi Ben Abdallah.....	62
1.1.4.1. Etude morphologique des profils de la station S4.....	62
1.1.4.2. Discussion.....	66
Conclusion.....	66
1.2. Description analytique du sol.....	68
1.2.1. Résultats d'analyse du sol des profils de Mékhadma.....	68
1.2.2. Résultats d'analyse du sol des profils de Ain El-Beïda.....	70
1.2.3. Résultats d'analyse du sol des profils du Chott	72
1.2.4. Résultats d'analyse du sol des profils de Hassi Ben Abdallah	74
Conclusion.....	74
2. Etude des propriétés des sols.....	75

2.1. Etude des propriétés physiques.....	75
2.2. Etude des propriétés physico-chimiques.....	78
2.3. Etude des propriétés chimiques.....	82
Conclusion.....	85
CHAPITRE VIII : Etude de la nappe phréatique	86
1. Etude du niveau de la nappe phréatique.....	86
2. Etude de qualité des eaux phréatique.....	87
Conclusion.....	89
CHAPITRE IX : Etude du système racinaire.....	90
1. Etude de la morphologie racinaire.....	90
2. Composition chimique des racines.....	101
Conclusion.....	103
Conclusion générale	104
Références bibliographiques.....	106
Annexes	

LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviati <u>o</u> n	Significati <u>o</u> ns
D.S.A	Dirrection des services agricoles
O.N.M	Office nationale de météorologie
K	Potassium
Fig	Figure
Qx	Quintaux
F.A.O	Food Agriclture Organization
I.T.A.	Institut technologique de l'agriculture (Mostaganem)
NaCl	Chlorure de soduim
Na ₂ CO ₃	Carbonate de sodium
D.P.A.T	Direction de planification et l'Aménagement du territoire
P	Profil
S	Station
C.E	Conductivité électrique
R.S	Résidu sec
Da	Densité apparente
CaCO ₃	Calcaire
CaSO ₄ ²	Gypse
Cl	Chlorure soluble
Na	Sodium
S ₁	Station de Mékhadma
S ₂	Station de Ain El-Beïda
S ₃	Station du Chott
S ₄	Station de Hassi Ben Abdallah
M.O	Matière organique
H	Horizon
Sg	Sable grossier
Sf	Sable fin
H%	Humidité
Dr	Densité racinaire
H.s	Humidité du sol
C.E.s	Conductivité électrique du sol
K.r	Potassium de racine
Na.r	Sodium de racine
Cl.s	Chlorure du sol
Na.s	Sodium du sol
K.s	Potassium du sol
H.s	Humidité du sol
Cl.r	Chlorure de racine
H.rr	Hauteur des racines respiratoires aériennes
P.r	Profondeur racinaire
R.S.s	Résidu sec du sol
pH.s	pH du sol
C.E.n	Conductivité électrique de la nappe
N.n	Niveau de la nappe

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Classification des eaux phréatiques	19
II	Données climatiques de la région de Ouargla (1993-2003)	34
III	Résultats des analyses du sol des profils de Mékhadma.	67
IV	Résultats des analyses du sol des profils de Ain El-Beïda.	69
V	Résultats des analyses du sol des profils du Chott.	71
VI	Résultats des analyses du sol des profils de Hassi Ben Abdallah.	73
VII	Densité apparente dans les profils des sols irrigués.	75
VIII	Profils hydriques des sols irrigués.	76
IX	Profils salins des sols irrigués.	78
X	Résidu sec dans les profils des sols irrigués.	79
XI	Le pH dans les profils des sols irrigués.	80
XII	Taux de gypse dans les sols irrigués.	82
XIII	Taux de calcaire dans les sols irrigués.	84
XIV	Profondeur de la nappe dans les zones irriguées.	86
XV	Etude de la salinité des eaux de la nappe phréatique.	87
XVI	Etude du pH des eaux phréatique.	88
XVII	Hauteur des racines respiratoires aériennes des palmiers dans les régions de Ouargla.	94
XVIII	Etude de la corrélation totale entre la hauteur des racines respiratoires aériennes avec la nature des sols des stations (n=20, k=19).	95
XIX	Profondeur d'enracinement des palmiers dans les régions de Ouargla.	96
XX	Etude de la corrélation totale entre l'enracinement des palmiers et la nature des sols des stations (n=15, k=14).	97
XXI	Densité racinaire dans les profils des stations.	98
XXII	Etude de la corrélation totale entre la densité racinaire dans les profils et la nature des sols des stations (n=48, k=47).	100
XXIII	Etude de la corrélation totale entre la composition chimique des racines moyennes dans les profils et la nature des sols des stations (n=20, k=19).	102

Liste des Figures

N°	Titre	Pages
01	Les quatre types de racines (G. Peyron, 1995)	23
02	Schémat du Dattier	25
03	Agglomération de Ouargla (cote 1998)	32
04	Diagramme ombrothermique de Ouargla (1993-2003)	34
05	Représentation des cinq profils de la station Mékhadma	51
06	Représentation des cinq profils de la station de Ain El-Beïda	56
07	Représentation des cinq profils de la station du Chott	61
08	Représentation des cinq profils de la station de Hassi Ben Abdallah	65
09	Densité apparente dans les profils des sols irrigués	75
10	Humidité des sols	76
11	Profils salins des sols.	78
12	Résidu sec dans les profils	79
13	pH des sols dans les profils.	80
14	Taux de gypse dans les sols irrigués.	82
15	Taux de calcaire dans les sols irrigués.	84
16	Niveau de la nappe dans les zones irriguées	86
17	Salinité des eaux de la nappe phréatique	87
18	pH des eaux phréatiques dans les sols irrigués	88
19	Racines âgées	91
20	Racines jeunes	91
21	Racines de différents diamètres	91
22	Racines en état d'hydromorphie	92
23	Racines pourries	92
24	Impact de la croûte sur le système racinaire	93
25	Hauteur des racines aériennes	94
26	Profondeurs racinaires	96
27	Densité racinaire dans les profils	98

Liste des Annexes

N°	Titres
Annexe 01	plan d'enquête
Annexe 02	Teneur de sodium, potassium et le chlore dans le sol
Annexe 03	Diamètre racinaire FURR and ARMSTRONG 1955 in LEMAISSI, 2003.
Annexe 04	Description du profil
Annexe 05	Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 (AUBERT, 1978 in NETTARI ; ROUAS, 2004).
Annexe 06	Echelle d'interprétation des résultats du pH de l'extrait 1/5 (SOLTNER, 1989)
Annexe 07	Les classe des sols gypseux (BARZANYI, 1973) in ABDESSELAMS.S.1999.
Annexe 08	Calcaire total (BAIZE, 1988 in LEMAISSI, 2003) Calcaire (LAMBERT, 1975)
Annexe 09	Classification d'Atterberg, 1930 ; in Clément Mathieu et Françoise piltain, 1998)

Introduction

Introduction

Dans le système Oasien, le palmier dattier est un élément fondamental, car sa disparition entraîne la dégradation de ce système.

La culture du palmier dattier offre une source de vie et des conditions de stabilisation pour de nombreux habitants du Sahara. Elle a une importance économique particulière, car cette dernière se traduit par une demande plus ou moins stable sur sa production dattière, notamment les variétés de haute qualité (ex : Déglet- Nour) (D.R.D .N, 1995).

En Algérie, le patrimoine phoenicicole dépasse les 11 millions de palmiers dattiers, dont plus de 8 millions sont productifs. Les trois quart de ce patrimoine se localisent au Nord- Est du Sahara, particulièrement les régions des Ziban, l'Oued- Rhir, Souf et la cuvette de Ouargla.

La wilaya de Ouargla, occupe la quatrième position du point de vue nombre total de palmiers dattiers en 1999, avec un pourcentage de 16% (D.S. A. de Ouargla, 2000 ; in BACOUR, 2001).

Le palmier dattier est cultivé dans les régions arides et semi – arides chaudes. Il s'accommode des sols de formation désertique et sub-désertique très divers, qui constituent les terres cultivables de ces régions (MUNIER, 1973).

Parmi les sols qui caractérisent généralement les zones arides et semi-arides où le bilan hydrique est largement déficient, les sols gypseux (WATSON, 1985). Ces sols sont fréquents dans le sud algérien et sont rencontrés dans la vallée de l'Oued Rhir, vers Ouargla, dans la région des Ziban et le Souf (DURAND, 1959; in LEMAISSI, 2003).

La présence de la croûte gypseuse et la nappe phréatique peuvent gêner le développement de l'enracinement des plantes ainsi que celui du palmier dattier. Selon, PYRON, (2000), les nappes phréatiques peu profondes peuvent présenter l'inconvénient sur le palmier dattier ainsi que sur la production.

Le palmier dattier supporte les eaux qui présentent une certaine salure, mais il donne de meilleurs résultats économiques lorsqu' il est irrigué avec de l'eau douce. La salure de l'eau provoque la chute du rendement et diminue la qualité de la récolte (MUNIER, 1973).

Il y a de nombreuses recherches qui ont été effectuées sur le problème de la salinité à Ouargla, BENZAHY (1994) ; OMIEIRI (1994), étude sur la nappe phréatique (NESSON, 1978, COTE, 1998, NETTARI ; ROUAS, 2004).

Les travaux sur la relation sol-eau-plante sont nombreuses, surtout sur les plantes fourragères et les céréales (DEMOLON, 1968, JAILLARD, 1985 ; SOUTY et FAURE 1985, SOUTY, 1987 ; ARAGNO *et al*, 2003). L'étude de l'impact des obstacles physiques sur l'enracinement du palmier dattier est mal connu, (ex, LEMAISSI, 2003).

C'est dans ce contexte, que s'insère notre travail expérimental. Il a pour but d'étudier l'impact de certaines contraintes physiques et chimiques du sol sur la morphologie et la composition chimique des racines du palmier dattier « Déglet Nour » cas de Ouargla. Pour atteindre cet objectif, nous avons traité trois principaux axes, qui sont les suivants:

L'étude du sol, l'étude de la nappe phréatique, l'étude du palmier dattier (l'enracinement).

Notre mémoire est divisé en trois parties distinctes, qui se présentent comme suit:

- ✓ Etude bibliographique sur le système racinaire des cultures, l'étude de l'impact du sol sur l'enracinement du palmier dattier.
- ✓ Matériels et méthodes, où nous avons présenté la région et les sites expérimentaux.
- ✓ Enfin, les résultats et les discussions de notre étude.

PREMIER PARTIE

SYNTHESES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : Système Racinaire des cultures

Les racines jouent un rôle capital dans le développement des végétaux, elles constituent l'interface entre la plante et le sol par le contact qu'elles assurent avec le milieu (DEMLON, 1968; CALLOT *et al*, 1981; MOREL, 1988).

Dans les conditions naturelles, l'alimentation des végétaux ne dépend pas uniquement de la possibilité d'absorption par les racines, mais il faut encore que ces dernières trouvent à leur disposition une quantité suffisante d'éléments minéraux et d'eau pour assurer les besoins de la plante (CALLOT *et al*, 1981; SOUTY, 1987).

1. Morphologie des racines

Ce sont des formes caractéristiques des diverses espèces végétales, on distingue classiquement trois types, ce sont (I.T.A, 1974) :

- Le Système pivotant: c'est une racine principale, forte "le pivot", d'où partent des racines secondaires de plus petits diamètres, qui sont plus ou moins étendues et ramifiées.
- Le Système fasciculé: il est caractérisé par un nombre considérable, leur grossissement est toujours faible.
- Le Système branchu: il est caractérisé par un certain nombre de racines principales, de grosseurs équivalentes, elles partent du collet de la plante, ces racines se ramifient ensuite en racines secondaires.

2. Fonctions des racines

Leur rôle, le plus important est incontestablement l'absorption des éléments fertilisants et de l'eau. A son voisinage, il se crée un appel de l'eau qui se déplace vers la racine (DEMOLON, 1968; HENIN *et al*, 1969).

Le système racinaire assure la fixation de la plante sur son support, Ce rôle appartient surtout aux racines lignifiées et dépend de leur mode de ramification (DEMOLON, 1968).

Les racines, leur rôle c'est aussi la fabrication de certains constituants organiques, et la réservation des éléments nutritifs (JORDAN M-O 1987 ; in DADDI BOUHOUN, 1989).

3. Actions des racines sur le sol

Par sa croissance, son activité et ses productions, la racine change considérablement les propriétés physico-chimiques (ARAGNO *et al*, 2003), elle améliore aussi les propriétés biologiques.

Sur le plan physique, l'emplacement de ces racines, surtout les pivots, constituent des cavités, favorisant la pénétration de l'eau, mais présentent les mêmes inconvénients que les cavités de vers (pièges à racines), (I.T.A.M, 1974). Sur le plan biologique, les racines vivantes (Rhizosphère) modifient à leur niveau la répartition et la nature de la micropopulation du sol (MOREL, 1988).

Les racines des cultures précédentes se décomposent et fournissent de la matière organique.

Les racines mortes nourrissent les chaînes alimentaires ou le complexe adsorbant via la solution du sol (ATKINSON in FITTER, 1985 ; in ARAGNO *et al*, 2003).

4. Impacts de l'enracinement sur la croissance des plantes

Il existe une relation de solidarité étroite entre le développement des parties aériennes et les parties souterraines des végétaux (DEMOLON, 1968). Un enracinement développé et profond offre à la plante de meilleures garanties d'alimentation en eau et en sels minéraux qu'un système racinaire médiocre et superficiel. Un bon enracinement accroît les chances d'obtenir un bon rendement, il est occupé par les racines (CHARREAU et NICOU, 1971).

5. Croissance et développement des racines

Les racines comme les feuilles croissent et se renouvellent en permanence. Elles se développent par l'accroissement de la longueur et des diamètres des racines par l'émission de nouvelles racines par les racines les plus âgées, quand il existe un pivot. Il y a formation de nouvelles racines latérales à partir des ébauches portées par ce pivot. Dans le cas des plantes arbustives, les racines latérales peuvent atteindre un diamètre considérable (HENIN *et al*, 1969).

Considérons l'évolution d'une jeune racine, elle est généralement blanche, du moins, lorsqu'elle est en bon état. La croissance en longueur d'une racine principale est de quelques centimètres par jour (DAVET, 1996; in GOBAT, MICHEL, in ARAGNO *et al*, 2003).

On cite des valeurs journalières de 10 mm pour les graminées des prairies, 60 mm pour le maïs, 3 à 25 mm pour les arbres fruitiers.

Pour les arbres fruitiers et la vigne, lorsqu'on sectionne une racine, on observe que lorsque cette racine est âgée et que l'écorce atteint une certaine épaisseur, il se forme rarement des racines latérales. La section d'une racine provoque la formation d'un bourrelet cicatriciel à partir des assises génératrices et au niveau de ce bourrelet apparaissent une série de jeunes racines.

Cette réaction est bénéfique quand la racine n'est pas trop grosse et que le bourrelet cicatriciel recouvre assez rapidement toute la surface sectionnée (HENIN *et al*, 1969).

6. Conditions de croissance et de fonctionnement des racines

La croissance et le fonctionnement des racines dépendent des conditions physiologiques qui sont liées à la plante et que nous ne détaillerons pas ici, de l'action de la pesanteur qui oriente la croissance des racines et d'un certain nombre de facteurs liés au sol (I.T.A., 1974).

6. 1. Conditions physiologiques

La croissance des racines (masse de matière sèche) dépend étroitement de la fourniture de matière carbonée et d'énergie par la photosynthèse dans les parties aériennes. Le fonctionnement est également sous la dépendance de la fourniture d'énergie et de substances élaborées, nécessaires au métabolisme des racines.

Si les parties aériennes ne peuvent synthétiser suffisamment de matière sèche, on ne peut espérer un bon enracinement.

Chez les plantes annuelles, la croissance des racines se produit à peu après en même temps et à peu près au même rythme que celles des parties aériennes. Cependant, elle cesse généralement vers la floraison.

Chez les plantes pérennes, l'existence de réserves permet une plus grande indépendance entre la croissance racinaire et la croissance des parties aériennes.

6. 2.Géotropisme

Les racines sont plus ou moins attirées vers le bas au cours de leur croissance .Ce phénomène est indépendant du sol et dépend uniquement de la pesanteur, le phénomène est marqué pour les pivots.

6.3. Facteurs liés au sol

La croissance des racines reste soumise principalement aux propriétés mécaniques du sol.

Atmosphère du sol, l'air qui se trouve dans le sol a une composition liée à l'air libre et aux phénomènes biologiques et chimiques dont le sol constitue le siège.

Il semble bien que cette composition ait une action non négligeable sur la croissance et le fonctionnement des racines, mais il n'est pas possible de fixer des teneurs limites de tels gaz.

Teneur en sels nutritifs, les racines ne sont pas attirées par une zone riche, mais s'y ramifient d'avantage et l'occupent plus abondamment.

La température du sol, elle a aussi une action, généralement au-delà de 35°C. La croissance et le fonctionnement des racines sont très perturbés. Les températures minimales sont très variables selon les espèces. Elles varient aux environs de 0°C jusque vers +12°C.

L'humidité du sol n'a guère d'action spécifique sur la croissance des racines, indirectement, elle joue sur la plasticité de la terre.

Par contre, au niveau du fonctionnement ; elle conditionne la turgescence des cellules et les possibilités d'absorption.

7. Nutrition des racines

En simplifiant fortement, notamment la chronologie des événements, il est relativement facile de dégager un principe général de la nutrition minérales des plantes (HELLER ,1989 ; CAMPBELL, et MATHIEN ,1995 ; LÜTTGE et al ,1996 ; in SOLTNER, 1989) .Mais, il ne faut pas oublier que deux éléments essentiels, le carbone et l'oxygène (ARAGNO *et al*, 2003).

Le transport des substances depuis le sol en direction de la plante se fait, soit par flux de masse (entraîné par l'eau), soit par diffusion (transport passif). Ceci concerne la circulation dans le sol distant, ainsi que dans les espaces intercellulaires des couches externes de la racelle. Un transport actif, se fait soit au niveau des poils absorbants, soit à la limite du cylindre central.

7.1. Alimentation hydrique

La pénétration de l'eau dans les racines, elle se fait par les cellules de l'épiderme racinaires et a lieu principalement entre la zone de croissance et la zone de subérisation où la membrane des cellules est imperméable (CALVET, 2003).

8. Etude de l'enracinement

8.1. Estimation de la masse racinaire

Les masses racinaires quand à elles, accusent de très larges variations. Pour un même sol et par unité de surface, elles varient notamment avec l'espèce cultivée, le développement végétal (rendement), le stade de végétation et la profondeur considérée (profil racinaire).

Pour une même espèce, la masse, la répartition en profondeur et éventuellement la forme du système racinaire peut varier avec:

- La texture et la structure du sol.
- Les manipulations culturales du sol, la "semelle de labour" en particulier, constitue un obstacle au développement normal des racines.
- La richesse en éléments fertilisants des différentes couches prospectées, la masse des racines est la plus grande dans les zones les plus riches.

Sur le plan quantitatif, les évaluations habituelles des masses racinaires sont sous-estimées:

- L'extraction des racines du sol ne peut être totale.
- Des racines se sont développées au cours de la croissance, puis sont mortes, échappant ainsi aux mesures.

8.2. Méthodes d'études

Dans ce domaine également, il y a l'appréciation qualitative et la mesure quantitative. Pour cette dernière, il y a divers procédés qui peuvent être classés en deux groupes: prélèvement de la totalité du système racinaire de la plante ou certaines fractions seulement (CHARREAU et NICOU, 1971).

- Pour le premier groupe, la technique la plus simple consiste à extirper du sol, par arrachement, le système racinaire de la plante à étudier. Cette méthode conduit souvent à une sous estimation importante du poids global des racines. (GAUTREAU, 1963 in CHARREAU et NICOU, 1971) a simplifié la procédure, enfonçant autour du pied étudié un cylindre de grand diamètre et de profondeur suffisante; on déterre ensuite le cylindre et on procède au lavage des racines. Ces méthodes peuvent être considérées comme des méthodes de références, fournissant des indications sûres, en ce qui concerne le poids, la longueur, la grosseur et la répartition des racines.
- Le principe du second groupe qui n'intéresse qu'une partie du système racinaire, consiste à prélever, différentes profondeurs, de volumes connus de terre, à trier les racines par lavage, à les peser après séchage. Il est nécessaire de situer les prélèvements non seulement dans le plan vertical, mais aussi dans le plan horizontal, par apport au centre du pied. La méthode a été employée systématiquement par (NICOU et THIROUIN en 1968, CHARREAU et NICOU, 1971), elle consiste à utiliser des cylindres à bouts tranchants de 5 cm de diamètre et 10 cm de hauteur, après creusement d'une petite fosse d'observation. Les cylindres sont enfoncés horizontalement dans la paroi de la fosse, au laboratoire. Il y a ensuite séparation des racines et de la terre par lavage et tamisage. Les racines sont séchées et pesées. Les résultats sont exprimés en grammes de racines par décimètre cube de sol.

CHAPITRE II : l'impact du sol sur l'enracinement

Le sol ou la couverture pédologique, forme la couche superficielle meuble qui recouvre la couche mère. Son épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres, il est pour la plante un support et un milieu nutritif (POUGET, 1980).

1. Impact des propriétés du sol

1.1. Propriétés physiques

Toutes les propriétés physiques du sol interviennent sur la croissance végétale par le biais de l'enracinement et l'alimentation hydrique et minérale de la plante (SOUTY et FAURE, 1985; SOUTY, 1987; GHARREAU et NICOU, 1971).

Texture

La texture du sol est une propriété stable, elle conditionne directement la structure et donc la porosité et le régime hydrique (ARAGNO *et al*, 2003).

La texture du sol influence l'enracinement des plantes, elle favorise ou limite le développement spatial de l'appareil racinaire (CALLOT *et al*, 1982 ; MARCHNER, 1995 ; BASSIRI RAD, 2000 ; in ARAGNO *et al*, 2003), et admet que la croissance des racines est favorisée par une texture grossière (MAURY et RIVOIREE in CALLOT *et al*, 1981).

Structure

D'une manière générale, dans les milieux à structure continue, les racines sont peu nombreuses, droites et présentent un aspect filiforme. Au contraire, dans les sols à structure construite, elles sont sinueuses, ramifiées et garnies de nombreux poils absorbants (HENIN, *et al*, 1969; CALLOT *et al*, 1981).

(GILL et MULLER, 1956 et PERGAUD, 1966; in CALLOT *et al*, 1981) ont montré que la résistance à la pénétration était le facteur le plus important, ainsi que l'absence totale d'oxygène dans le milieu qui ne provoque pas forcément l'arrêt complet de la croissance des racines.

Porosité

Selon le degré d'humectation, les vides du sol sont occupés en majeure partie, soit par l'eau, soit par l'air. Selon la taille des pores, elle sont subdivisées en macroporosité (vides > 50 µm, pouvant être remplies par l'eau de gravité, rapidement drainée et seront colonisées par les racines moyennes) en méso porosité ou porosité capillaire, et en microporosité (selon GISI *et al*, 1997; in ARAGNOU *et al*, 2003).

Densité apparente

Le poids des racines et la densité d'occupation racinaire décroissent très rapidement quand la densité apparente augmente (NICOU, 1969 ; in CHARREAU et NICOU, 1971).

Résistance mécanique

La résistance mécanique du sol à la pénétration et les voies de circulation préférentielle pour la progression des racines dépendent des différentes caractéristiques du sol, dont les principales sont la texture, la porosité, la structure et la stabilité structurale et aussi l'humidité du sol est variable dans le temps et l'espace (DEMOLON, 1968; CALLOT *et al*, 1981).

La racine s'adapte aux variations de résistance mécanique du sol, en abaissant le potentiel total qui reste constant. Cela se traduit par une augmentation de la pression de la turgescence (GREACEN *et al*, 1969 ; BOIFFIN et MARIN- LAFLECHE ,1990).

Température du sol

La température du sol a une action directe sur l'activité métabolique des racines, quand la température est élevée (généralement à partir de 35°C). Le métabolisme des cellules est tellement perturbé que les racines cessent de fonctionner. Quand la température s'abaisse au-dessous de 20°C, l'activité des racines commence à se réduire (I.T.A, 1974).

1.2. Propriétés physico-chimiques

pH du sol

Le principal facteur qui joue sur la dynamique des éléments minéraux et sur l'absorption est le caractère plus ou moins acide ou plus ou moins alcalin du sol.

Les sol salés, quand ils sont prédominés dans leur milieu par des acides et des bases forts (sulfates, chlorures, nitrate de calcium, magnésium et sodium), le pH reste inférieur à 8,5 et le sol modérément alcalin. Par contre, quand les sols d'acide faible (carbonates) sont présents, le pH s'élève au-dessus de 8.5 jusqu'à 10 (DUCHAUFOR, 1977).

Conductivité électrique

La salinité est mesurée par la C.E. de l'extrait de pâte saturée ou diluée de sol, exprimée en dS/m à 25°C. Un sol est considéré comme étant salé, lorsque la CE à 25°C de l'extrait de pâte saturée et supérieure à 4 dS/m (U.S.SL, 1954), mais cette limite est discutable (DURAND, 1983).

1.3. Propriétés chimiques

La teneur du milieu en ions minéraux agit sur la croissance du système racinaire qui a un effet indépendant sur les autres parties de la plante. L'action des éléments sur la croissance et le développement des racines sont toujours assez localisés. Lorsque l'azote ou le phosphore sont localisés à une portion des racines, la croissance et le développement ne seront favorisés que dans la zone de localisation (CALLOT *et al*, 1981).

2. Types de sols dans les zones arides

Dans les régions arides, les sols d'une manière générale, posent d'énormes problèmes de mise en valeur. Il présentent souvent des croûtes calcaires ou gypseuses et sont la plupart du temps salés (AUBERT, 1960; in HALITIM, 1988).

La cartographie des sols de la zone aride de l'Algérie est à son début, puisque moins du 20^{ème} seulement de la surface à été levé au 1/100000. En dépit de cela, nous avons estimé adéquat de donner un aperçu général sur les différents types des sols et leur importance.

Les sols seront classés en fonction du niveau des sels (HALITIM, 1988). Nous pouvons distinguer les types des sols suivants :

2.1. Sols salés

Les sols salés sont des sols dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles tel que le gypse ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant

des sels et susceptibles de dégrader leur caractéristiques et leurs propriétés physiques, en particulier leur structure qu'ils rendent diffuse (AUBERT, 1983).

2.1.1. Origine

Les sols salés affirment que la salure avec laquelle le pédologue se trouve confronté peut avoir trois origines distinctes (GAUCHER et BURDIN, 1974).

- Provenir des couches sédimentaires salifères, salure d'origine continentale ou géologique.

Se rattache à certaines manifestations, généralement posthumes du volcanisme, salure d'origine volcanique.

- Provoquée par le contact de la mer, salure d'origine marine, actuelle ou récente ou salinisation des lagunes littorales.

(DURAND, 1983), a noté aussi la salinisation marine qui dit, se produisant d'abord par les dépôts de sédiments imprègnés d'eau, et à chaque marée, par l'inondation de plusieurs phénomènes successifs qui se produisent alors, elles sont dues à la présence de sulfates en quantités élevées. Il cite:

- La salinisation par les eaux alcalines.

- La salinisation par les eaux salines.

-La salinisation par les eaux d'inondation, par les eaux des cuvettes ou' elles stagnent et s'évaporent (dans les sebkhas...).

- La salinisation par la remontée d'une nappe phréatique, qui est formée par les eaux salines.

- La salinisation par les eaux d'irrigation ou la salinisation secondaire.

2.1.2. Répartition des sols salés dans le monde et en Algérie

Les sols salés ou sols halomorphes, mieux encore sols solsodiques, proposé par SERVANT, 1975. Les sols affectés par la salinité ou l'alcalinité se rencontrent dans le monde entier (DURAND, 1983; in DADDI BOUHOUN, 1997).

Le long des côtes, à marées basses des cinq continents, ce sont des sols de sulfates.

Dans les zones bordant les régions volcaniques, d'où viennent les eaux alcalines, les sols formés sont dits carbonatés sodiques ou alcalins.

Dans les parties mal drainées des régions méditerranéennes et arides (DURAND, 1983 ; in DADDI BOUHOUN, 1997).

2.1.3. Processus de salinisation

Le processus de salinisation se manifeste de deux manières, une salinisation primaire et une salinisation secondaire.

Salinisation primaire

D'après GAUCHER *et al*, 1974, une pédogenèse est primaire, quand elle se développe directement sur une roche, de même une salinisation primaire est tout un processus d'halomorphose qui débute avec la pédogenèse (roche mère salifère).

Salinisation secondaire

La salinisation secondaire des sols irrigués s'effectue de deux manières (DURAND, 1983).

a- Soit naturellement, par un envahissement d'une eau salée (eau de mer ou de nappe phréatique d'un terrain à l'origine non salé).

b- Soit artificiellement (origine anthropique) par l'irrigation d'une eau chargée, suivie d'un lessivage et d'un drainage insuffisant.

2.1.4. Principaux sels solubles

On entend par sels solubles, tous les sels plus solubles dans l'eau que le gypse, leur conductivité électrique qui représente en réalité la conductivité électrique de la solution (HALITIM, 1988).

D'après (HULLIN, 1983), nous distinguons trois grands groupes de sels solubles : les chlorures, les carbonates et les sulfates.

2.1.5. Impact de la salinité sur l'enracinement

La teneur du milieu en ions minéraux agit sur la croissance des systèmes racinaires qui a un effet indépendant sur les autres parties du plant. L'action des éléments sur la croissance et le développement des racines est toujours assez localisé. (CALLOT *et al*, 1981).

2.2. Sols gypseux

Les sols gypseux sont largement répandus dans le monde jusqu'à l'antarctique (WATSON, 1985). Ces terrains gypseux couvrent une superficie de 850000 km² (MOUSLI, 1979). Les formations où le bilan hydrique du gypse sont couramment rencontrées dans les sols des zones arides du Maghreb où le bilan hydrique est largement déficient (DURAND, 1959; VIEILLEFON, 1979 et HALITIM, 1988).

La présence de gypse détermine de nombreux caractères spécifiques sur le plan de la couleur, la structure, la texture, la consistance et d'autres caractères (VIEILLEFON, 1979 ; in LEMAISSI, 2003).

Le gypse, vu la composition de cet élément et sa nature, sa présence dans un sol à caractère peut fausser, surtout surestimer les résultats de certaines analyses (POUGET, 1968 ; in OMEIRI, 1994).

Selon (BOYDGIEV, 1974 ; in BELGHMMAZ, 1991), tout sol présentant l'une des caractéristiques suivantes est considéré comme gypseux :

- Un horizon à accumulation de gypse (Horizon gypsique) d'au moins 15 cm d'épaisseur à moins d'un mètre de profondeur.

- Un pourcentage en gypse (% gypse) supérieur à 25 %.

-Le produit [(% gypse), profondeur (cm > 150)].

Mais selon le F.A.O (1998), in LEMAISSI, 2003, un horizon gypsique doit avoir un pourcentage en gypse de 15 % ou plus et une épaisseur d'au moins 15 cm.

2.2.1. Impact de la croûte gypseuse

Le terme croûte désignera le niveau supérieur de tout dépôt gypseux induré et compact. Les définitions récentes de ces formations font appel le plus souvent à tout dépôt consolidé par un ciment gypseux (PERTHISOT, 1975 ; in BELGHEMMAZ, 1991).

La croûte à un effet primordial sur la morphologie racinaire ainsi que sur le développement vertical du système racinaire. La croûte peu dure est pénétrable par les racines mais avec difficultés. Il y a une variation au niveau du diamètre racinaire. (LEMAISSI, 2003).

2.2.2. Impact de l'encroûtement gypseux

L'encroûtement est une formation d'allure plus ou moins scoriacée, d'autres parlent d'une formation riche en CaSO_4 et assez compacte. Aussi, d'autres signalent encore que c'est un horizon gypseux et indure, dont l'origine est en relation avec la présence d'une nappe salée. (DURAND, 1953 ; BUREAU et ROEDERER, 1961; POUGET, 1968 ; in ABDESSELAM, 1999).

L'impact de l'encroûtement sur l'enracinement, surtout sur l'aspect morphologique et la manière de l'occupation du système racinaire dans l'horizon. Elle est due à l'apparition des courbures qui modifient l'aspect morphologique des racines (LEMAISSI, 2003).

2.2.3. Impact des amas gypseux

Les amas se trouvent des fois au niveau de la zone racinaires où l'horizon est friable et quelque fois au niveau des horizons à structure massive. Nous avons observé quelle ont agi de deux manières sur le développement racinaire :

Au niveau de l'horizon non compact, les racines ne se développent pas à l'intérieur des amas.

Dans la structure massive, nous avons observé que les racines se développent à l'intérieur des amas friables existants au niveau de cette structure compacte, mais elle sont en général des racines de diamètre moyen et de couleur noirâtre (LEMAISSI, 2003).

2.2.4. Influence du gypse sur le palmier et le sol

Pour le sol, la présence de gypse par des pourcentages moyens améliore la structure du sol et des palmiers. leur présence diminue l'effet de la salinité du sol et de l'eau d'irrigation, parce

que le gypse joue un rôle inhibiteur des sels, surtout le chlorure de sodium (NaCl) et le carbonate de sodium (Na_2CO_3), qui sont plus dangereux pour la plante (AMINE, 1990).

2.3. Sols à accumulation calcaire

Les sols calcaires sont peu intéressants, la plupart des espèces fruitières ne se développent pas, quand la teneur du sol dépasse 10% en cet élément.

Dans les régions arides et semi-arides, les sols présentent fréquemment à faible profondeur, un horizon riche en calcaire (RUELLAN, 1970).

Selon (POUGET, 1980), l'importance et la morphologie de l'accumulation calcaire conduit à différencier trois catégories de sols.

- Les siérozèmes à amas et nodules calcaires correspondent aux sols à profils calcaires, moyennement différenciés.

- Les siérozèmes à encroûtements calcaires.

- Les sols à croûtes calcaires.

Ces deux derniers correspondent aux sols à profil calcaire très différencié.

2.3.1. Croûte calcaire

La croûte calcaire prise dans un sens très large, fait l'objet depuis longtemps d'observations et d'interprétations nombreuses (RUELLAN, 1970). Elle est constituée par la superposition des feuillets de 0.5 à 1cm d'épaisseur, séparé par des fentes subhorizontales, sa couleur est blanche à ocre (HALITIM, 1988).

2.3.2. Impact du calcaire

Selon (DURAND, 1983), le calcaire joue un rôle de réserve de calcium dans le sol et peut être un élément limitatif pour certaines cultures. Aussi bien par sa présence que par son absence, il joue aussi un rôle important dans le comportement du sol. En effet, le calcaire micritique des marnes, très réactif et toxique pour les végétaux. (JAILLARD, 1984).

Le calcaire actif (DRUINEAU, 1942) est intéressant à connaître, mais il ne constitue pas un élément essentiel de la valeur agricole d'un sol à l'irrigation. (DUCHAUFOR, 1977).

2.4. Sol hydromorphe

Les sols hydromorphes sont caractérisés par des phénomènes de réduction, de ségrégation locale du fer liées à une saturation temporaire ou permanente des pores par l'eau, provoquant un déficit prolongé en oxygène (DUCHAU FOUR, 1977).

1. Horizons de diagnostic des sols hydromorphes

Les principaux horizons caractéristiques des sols hydromorphes sont, soit des horizons minéraux, soit des horizons organiques (MERIAUX, 2003).

1.1. Horizons minéraux

L'horizon de pseudogley (G), horizon à engorgement périodique où se produit une alternance de réduction et d'oxydation avec redistribution en fer, il est caractérisé, soit par la présence de tâches rouilles et /ou de concrétions.

L'horizon de gley (G), est un horizon à engorgement relativement prolongé où les phénomènes de réduction l'emportent sur les phénomènes d'oxydation.

1.2. Horizons organiques

L'horizon fibrique (tourbe fibreuse) est formé de matériaux organiques, d'aspect roux, non décomposés, contenant pour plus des deux tiers.

L'horizon saprique (tourbe altérée) est constitué de matériaux organiques, d'aspect noir, hautement décomposés, comportant dans une proportion de moins d'un tiers des fibres cassantes.

L'anmoor est un horizon de surface constitué d'un mélange intime de matière organique, bien humifiée et de matière minérale, sa structure est compacte.

L'hydromor est un horizon de surface, séparé de l'horizon minéral, et caractérisé par l'importance de la matière organique non décomposée.

L'hydromoder est un horizon de surface, présentant une couche A_0 , de faible épaisseur, passant sans limite nette a un horizon A_1 .

L'hydromull est un horizon de surface A_1 , humifère, épais, très bien structuré.

2. Causes de l'hydromorphie

En fonction des caractéristiques propres au sol (nature et distribution de l'espace poral) et des facteurs du milieu (nature du substrat géologique, climat, topographie, végétation...), les causes de l'hydromorphie peuvent être diverses :

2.1. Présence d'une nappe phréatique

L'hydromorphie est alors due à la nappe assez près de la surface du sol.

La nappe phréatique occupe les roches perméables superficielles, son niveau piézométrique varie en fonction des précipitations. Elle n'est pas parfaitement horizontale et suit avec une certaine irrégularité la topographie (LOZET et MATHIERU, 1990 ; in MOUTARIABDOU, 2001).

Elle est contenue dans les sables fins à moyens argileux, rarement grossiers du quaternaire et plus vers le nord, les sables sont riches en gypse. Elle est située à une profondeur de 1 à 8 m, selon les lieux et les saisons (CORNET, 1964).

2.1.1. Modes d'alimentation des nappes phréatiques

Les nappes phréatiques sont des accumulations d'eau, généralement superficielles, possédant des réserves suffisantes pour se maintenir pendant la saison sèche au cours des années dont la pluviométrie est moyenne.

Les régions à sol salées se rencontrent le plus souvent sous climats arides ou semi-arides dont les précipitations sont nettement inférieures à l'évaporation et pour que les réserves phréatiques puissent se créer, il est nécessaire qu'interviennent d'autres modes d'alimentation en eau que celui réalisé par l'action directe de la pluie. Ce sont (GAUCHER *et al*, 1974):

Le rassemblement et l'accumulation des eaux de ruissellement dans les formes de reliefs en cuvettes où elles s'infiltrent vers les nappes.

Les infiltrations qui se produisent dans le lit des cours d'eau principaux ou permanents.

Les inondations qui recouvrent partiellement ou entièrement les zones basses, lors des périodes de fortes précipitations.

Dans les zones où l'irrigation est pratiquée, il faut tenir compte des arrosages excessifs.

2.1.2. Classification des eaux phréatiques

Classification des eaux phréatiques en fonction des valeurs des résidus secs (Tableau I) (FLORA, 1961 ; in OMEIRI, 1994).

Tableau I : Classification des eaux phréatiques (FLOREA, 1961 ; in OMEIRI, 1994).

Résidus secs en g/l	Différents types d'eau de nappe
$\leq 0,5$	Eau douce
$0,5 < RS \leq 4,5$	Eau très faiblement salée
$4,5 < RS \leq 10$	Eau faiblement salée
$10 < RS \leq 25$	Eau moyennement salée
$25 < RS \leq 45$	Eau fortement salée
$45 < RS \leq 100$	Eau très fortement salée
> 100	Eau excessivement salée

2.1.3. Méthodes d'études des nappes phréatiques

D'après l'A.N.R.H, 1999, trois sortes de renseignements sont utiles pour l'étude des nappes en vue de l'amélioration des sols salés (LEMAISSI, 2003).

- La profondeur de l'eau par rapport au sol, qui permet d'apprécier les fluctuations des niveaux des nappes phréatiques
- La piézométrie de la nappe qui donne le sens d'écoulement des eaux.
- Les données des variations chimiques de l'eau.

2.1.4. Impact des eaux phréatiques

2.1.4.1. Impact de la remontée de la nappe phréatique

La remontée de la nappe engendre la diminution de la profondeur exploitable par les racines et leur asphyxie, ainsi que des problèmes d'hydromorphisme, de salinisation, et de toxicité. Elle joue aussi un rôle dans la remobilisation et dans la redistribution au sein des matériaux (BLANCANEAUX, 1989).

2.1.4.2. Impact du rabattement de la nappe phréatique

Il y a un développement des jeunes racines dans les horizons qui sont enrobées par les eaux de la nappe (LEMAISSI, 2003).

2.2. Présence d'une nappe perchée

D'origine pluviale, le cas le plus général correspond aux nappes perchées temporaires acides, situées dans les sols en position de plateaux, pentes faibles, terrasses alluviales.

L'eau météorique en excès s'infiltré dans les sols pour former une nappe d'eau libre au contact d'une couche très peu perméable.

Suivant le climat, la topographie, la durée de la nappe est plus ou moins grande (de quelques semaines à plusieurs mois).

2.3. Saturation par inhibition capillaire prolongée

Dans certains sols argileux, mis à part l'horizon de surface, à porosité grossière, l'espace poral est essentiellement constitué de pores très fins dans lesquels. Les phénomènes d'écoulement gravitaire sont très réduits en période humide (gonflement). Dans ces conditions, l'eau en excès sature cette microporosité, sans qu'il y ait apparition d'eau libre. Cette situation se rencontre en particulier en position de plateau ou de coteau sur des formations géologiques très argileuses. (MERIAUX, 2003).

CHAPITRE III: Palmier dattier

Le palmier dattier comme le précise son nom, appartient à une grande famille d'arbres à palmes et produit des dattes. Le palmier dattier est aussi date palm en anglais, Nakhil ou Tamr en arabe en afar et en Somali (PEYRON, 2000). Le palmier dattier a été dénommé *phoenix dactylifera* par LINNE 1734. C'est une plante vivace et lignifiée. Elle est cultivée depuis la haute antiquité en Egypte et en Mésopotamie, environ 5000 ans avant J.C. Son aire de culture s'étend dans les zones arides et semi-arides chaudes, allant de la vallée de l'Inde à l'Est, jusqu'aux Côtes atlantiques à l'Ouest. Dans ces zones poussent environ 90% de l'effectif total de palmiers et donnent l'essentiel de la production mondiale (MUNIER, 1973)

1. Taxonomie et position systématique :

Selon Hussein *et al.*, 1979 et DJERBI, 1994, le palmier dattier est une plante angiosperme, Monocotylédone qui appartient à l'ordre des palmales qui est considéré parmi les ordres les plus importants du règne végétal, sa systématique est la suivante :

Groupe : Spadiciflores.

Ordre : Palmales.

Famille : Areacacea.

Sous famille: Coryphoidées.

Genre : *Phœnix*.

Espèce : *P. dactylifera* .L.

2. Morphologie du palmier dattier

2.1. Système racinaire

2.1.1. Répartition en profondeur du système racinaire

Le Système racinaire est dit fasciculé, c'est à dire qu'il est disposé en faisceaux de racines, parfois ramifiées, avec beaucoup ou peu de radicelles, selon qu'elles se trouvent ou non au contact d'amendement humique. Il est sans pivot, c'est à dire sans racines pivotantes. On distingue quatre grands types de racines (PEYRON, 2000) (fig.1).

2.1.1.1. Racines respiratoires

Les racines respiratoires servent comme leur nom l'indique aux échanges gazeux. Elles se développent quelquefois très haut, à la base du tronc ou stipe, en poussant sous les bases pétiolaires des palmes, kornafs ou cornafs. Ce sont alors les racines aériennes, les racines respiratoires souterraines ou peu de radicelles, selon (PEYRON, 2000).

Elle ne dépasse pas 20 à 25cm selon (AMINE, 1991). Elles jouent un rôle respiratoire grâce à la présence dans leur partie corticale de nombreux méats aérifères ou lenticelles qui permettent des échanges gazeux avec l'air de l'atmosphère du sol (MUNIER, 1973).

2.1.1.2. Racines de nutrition

Cette zone est très étendue avec la plus forte proportion de racines du système (MUNIER, 1973). Elle contient la plus forte proportion de racines de premier et de deuxième ordre. Ces racines présentent une faible inclinaison au fur et à mesure de leur éloignement du stipe. Elles se développent dans un horizon, allant de 40cm à un mètre de profondeur (DJERBI, 1994). Elles sont pourvues de nombreuses radicelles et peuvent se développer bien au delà de la zone de projection de la frondaison d'un palmier adulte, d'où l'importance des grandes cuvettes ou mieux, des planches d'irrigation (PEYRON, 2000).

2.1.1.3. Racines d'absorption

Les racines d'absorption ont pour fonction de chercher l'eau, la zone de ces racines est plus ou moins développée, selon le mode de culture et la profondeur de la nappe phréatique (PEYRON, 2000). Elles se trouvent dans un horizon de un mètre à 1.80 mètre de profondeur, la densité des racines du premier ordre baisse énormément (DJERBI, 1994).

2.1.1.4. Racines du faisceau pivotant

Le pivot des racines d'absorption est quasi inexistant, si la conduite de la culture permet une absorption suffisante au niveau des racines de nutrition et d'absorption. Il est réduit si la nappe phréatique se trouve à faible profondeur, mais si nécessaire, ce véritable pivot de racines peut atteindre l'eau jusqu'à une profondeur de 17 mètres (TOUTAIN, COMMPERS) (PEYRON, 2000).

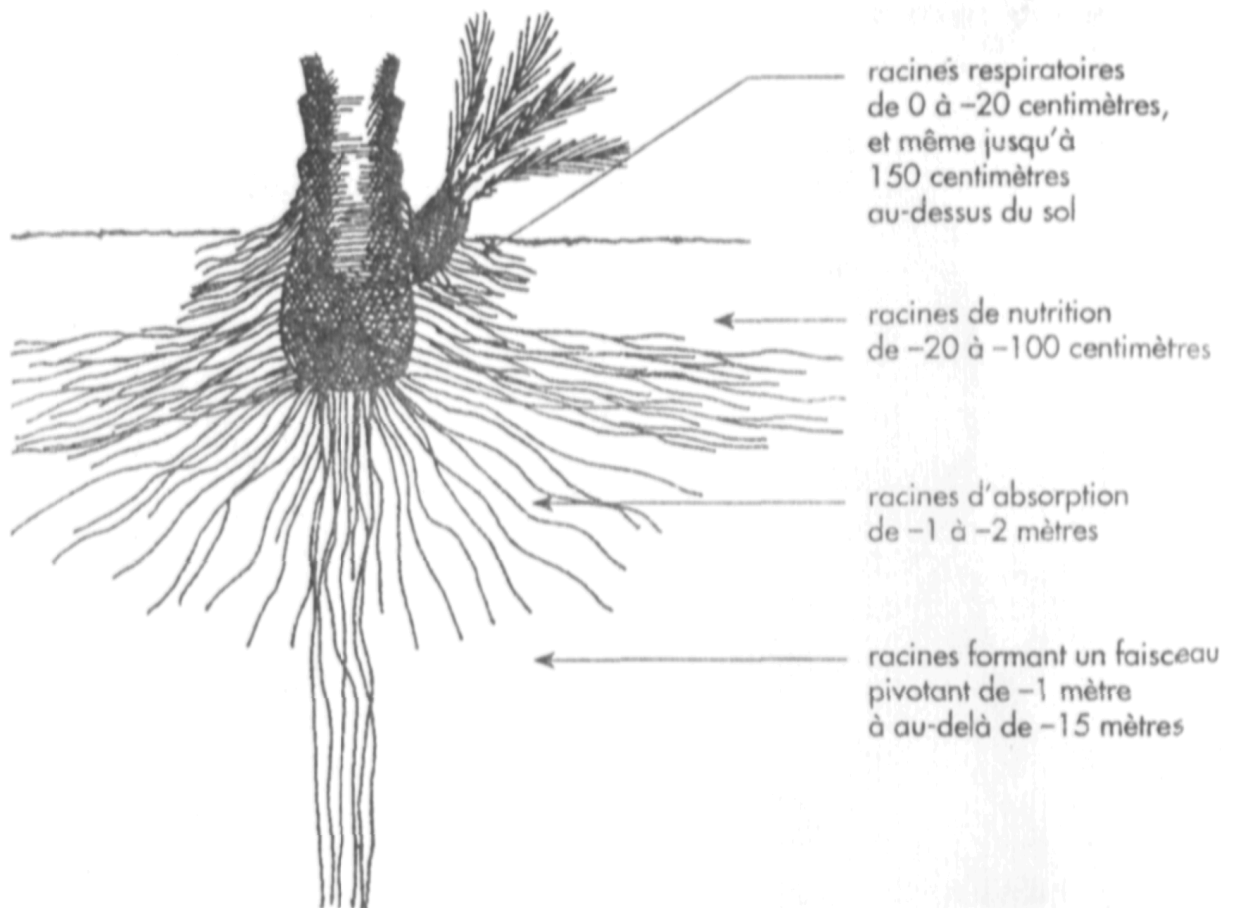


Figure 1: Les quatre types de racines (G. Peyron, 1995)

2.1.2. Importance et rôle du système racinaire

La distribution spatiale et l'importance du système racinaire du palmier dattier dépendent des caractéristiques agronomiques du sol, du mode de culture et de la profondeur de la nappe phréatique et du cultivar (DJERBI, 1994).

- **La zone I** : (Les racines respiratoires), jouent un rôle important, elles sont nécessaires au palmier, dans les échanges gazeux avec l'air de l'atmosphère du sol (PEYRON, 2000).

- **La zone II** : (les racines de nutrition), elles sont caractérisées par sa grande densité de racines de premier ordre, plus de 1000 racines au m² et plus de 1.60 g de racines pour 100 g de sol. Cette densité diminue dans la zone III, où le nombre de racines au m² est d'environ 200 g (OIHABA, 1991 ; in DJERBI, 1994).

Le géotropisme des racines est influencé par les zones à forte humidité, zones environnantes, les canaux d'irrigation, les drains et les puits non maçonnés. Les racines sont alors déviées vers les zones humides (hydromorphisme), où elles développent de nombreuses radicules (MUNIER, 1973).

2.1.3. Racines et plantation d'un rejet

Les racines qui se développent lorsqu'on plante un rejet, c'est d'abord les racines de nutrition entre 0.2 m à 1m et les racines d'absorption entre 1 à 2 mètres (PEYRON, 2000).

MUNIER, 1973, précise que les racines atteignent normalement 1 m à la fin de la première année qui suit la plantation et 3 mètres à la fin de la deuxième année.

Cette constatations amène deux conclusions importantes (PEYRON, 2000), pour une bonne reprise d'un palmier, il est nécessaire d'apporter régulièrement une quantité d'eau suffisante pour humecter au moins 1mètre de sol dans la première année et 3 mètres en deuxième année.

Il est nécessaire de creuser un trou de plantation assez profond : 1mètre×1mètre × 1mètre – et d'ameublir en profondeur le sol.

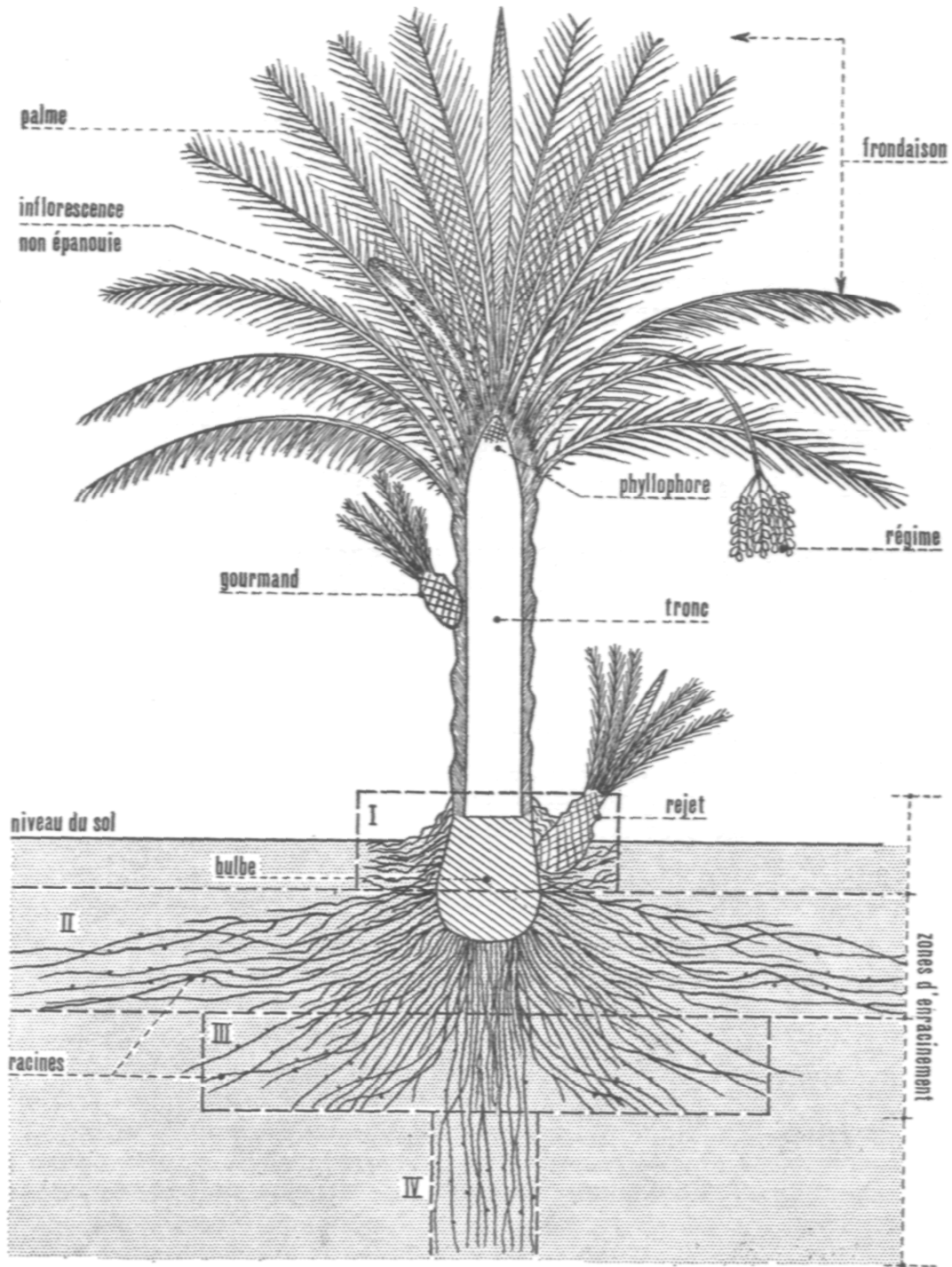


Figure 2 : Schématique du Dattier (Munier, 1973)

2.2. Système végétatif aérien

1. Tronc

Le palmier dattier est une plante arborescente, à tronc monopodique (DJERBI, 1994).

Le tronc qu'on appelle plus justement «stipe» est cylindrique, c'est à dire d'un même diamètre de bas en haut, sauf à la base où l'on trouve les racines respiratoires (PEYRON, 2000).

Le stipe peut atteindre 30 à 40 m de longueur, et la longueur moyenne est de 10 à 20 m (DJERBI, 1994).

Cependant, le tronc peut présenter des zones de rétrécissement qui correspondent essentiellement à des périodes de sécheresse ou de froid et à des accidents divers. Le diamètre du stipe dépend des facteurs écologiques et de la conduite ; il mesure environ 40 à 90cm (HUSSEIN *et al*, 1979).

Selon DJERBI (1994), le tronc d'un jeune palmier dattier est recouvert par le Fibrillum (lif), qui ne persiste à l'état adulte que dans la partie coronaire. A la base du tronc, on trouve les racines respiratoires qui poussent en faisant éclater les cornafs, on y trouve également les rejets (BABAHANI, 1998) (fig.2).

2. couronne ou frondaison

2.1. Couronne

Selon PEYRON (2000), l'ensemble des palmes vertes forme la couronne des palmes, on dénombre de 50 à 200 palmes chez un arbre adulte, les palmes vivent de 3 à 5 ans. Selon les variétés et le mode de culture, on distingue:

- La couronne basale, avec les palmes les plus âgées.
- La couronne centrale, avec les palmes adultes.
- Les palmes du cœur, avec les palmes non ouvertes.

Les palmes de la couronne moyenne sont les plus actives par rapport aux palmes du cœur. Ces dernières ne synthétisent pas assez de substances organiques pour répondre à leurs propres besoins de croissance (MAZLIAK, 1981).

2.2 les palmes

Les palmes sont des feuilles composées, pennées, la base pétiolaire ou kornaf en gaine partiellement. Le tronc est en partie recouvert par le fibrillum ou lif (PEYRON, 2000 et DJERBI, 1994).

Les folioles sont régulièrement disposées en position oblique le long du rachis, les segments inférieurs sont transformés en épines (MUNIER, 1973).

Les palmes sont issues du bourgeon terminal, chaque année, il en apparaît de 10 à 20 plusieurs années, de 4 à 7 ans. Puis elles jaunissent, se dessèchent et meurent, mais ne tombent pas. Les palmes peuvent mesurer de deux à six mètres de long, selon les cultivars, l'âge des palmes et les conditions culturales (DJERBI, 1994).

2.3. Inflorescences

2.3.1. Organes floraux

Le *Phoenix dactylifera.L* est une espèce dioïque et diploïde ($2n=36$), parfois ($2n=10$) et ($2n=18$) (BEAL, 1937 in BABAHANI, 1998).

Les inflorescences du palmier dattier naissent du développement de bourgeons axillaires, situés à l'aisselle des palmes dans la région coronaire du tronc (PEYRON, 2000).

Les spathes sont verdâtres, tachées de marron et recouvertes par le fibrillum (BABAHANI, 1998). Les spathes éclatent longitudinalement après une certaine période de croissance, l'inflorescence en forme de grappes.

Des grappes d'épis de 0-25 à 1m de long (DJERBI, 1994), les fleurs sont quasi sessiles, sans pédoncules. Elles sont portées par des pédicelles ou épillets (épis). Les pédicelles sont portées par une masse charnue, la hampe ou spadice (PEYRON, 2000).

Les hampes normales comptent de 60 à 100 épis et portent de 30 à 50 fleurs, chacune suivant leur longueur, les régimes et les variétés (SLIMANE, 1975 ; in BABAHANI, 1998).

3. Exigences du palmier dattier

3.1. Exigences climatiques

3.1.1. Températures

Le dattier est une espèce thermophile, se manifeste à partir d'une température de +7 à 10°C, selon les individus. Les cultivars et les conditions climatiques locales. Sa floraison se déclenche après une période de froid ou fraîche, à une température entre 17 et 24°C (MUNIER, 1973). L'intensité maximale de végétation se situe entre 32°C et 38°C. La somme de températures nécessaires pour le palmier dattier pour la maturation des dattes est de 4500 à 5000°C.

Le palmier dattier est une plante héliophile, il est cultivé dans les régions à forte luminosité (OTMANE, 1996 ; in BABAHANI, 1998).

Le palmier dattier peut supporter durant l'été des températures particulièrement élevées (56°C), pendant plusieurs jours en hiver des températures basses au dessous de 0°C (DJERBI, 1994 et PEYRON, 2000).

3.1.2. Humidité

Le palmier dattier est sensible à l'humidité de l'air pendant sa période de fructification et de floraison, l'augmentation de l'humidité produit la pourriture des inflorescences (MUNIER, 1973).

3.1.3. Pluies

Les pluies ont une action néfaste sur la période de floraison, surtout lorsqu'elles sont violentes, elles provoquent également des phénomènes de coulure et favorisent les maladies cryptogamiques (PEYRON, 2000). En zone saharienne, ils sont toujours récoltés avant la saison des pluies (MUNIER, 1973).

3.1.4. Vents

Les vents les plus dangereux sont les vents chauds et desséchants qui provoquent le dessèchement. Les dattes sans saison mûrissent trop rapidement (PEYRON, 2000). Le palmier dattier résiste bien au vent si l'alimentation hydrique est suffisante, mais divers accidents sont provoqués par leurs actions (PEYRON, 2000).

3.2. Exigences édaphiques

L'appréciation des sols de palmeraies repose sur des critères quelques peu variables, d'une région à un autre, en raison des facteurs locaux (MESAITFA, 2001).

Le palmier dattier, s'accommode des sols de formation désertique et subdésertique, très divers. Il est cultivé sur des sols ingrats, mais aussi sur de bonnes terres ou considérées comme telles, depuis des sables purs jusqu'à des sols à forte teneur en argile (Selon MUNIER, 1973 ; DJERBI, 1994 et PEYRON, 2000).

La qualité physique essentielle des sols de palmeraies est la perméabilité, qualité d'autant plus importante, lorsque celle-ci est irriguée avec des eaux salées en sols légers, le dattier croit plus rapidement qu'en sols lourds et atteint un développement maximal (diamètre du tronc, nombre de palmes). Il entre en production plus précocement qu'en sol lourd (2 à 3 ans plutôt). Sa récolte est plus précoce, de meilleure qualité, plus abondante et plus homogène (MUNIER, 1973).

3.2.1. Salinité

Le dattier est considéré comme une espèce très tolérante au sel (chlorure de sodium et de magnésium). La toxicité du sel dépend du taux d'humidité du sol.

D'après les études effectuées à la station d'El Arfiane (Oued Righ) par ROREAU, 1963), le palmier dattier végété normalement lorsque la concentration de la solution du sol en sels est inférieure à 10‰, la concentration de 15‰ doit être considérée comme l'extrême limite, au delà le dattier dépérit à 30‰, il ne produit pratiquement plus. La tolérance à la salure dépend dans une certaine mesure du cultivar. Les carbonates sont plus nocifs que les chlorures, la tolérance aux sels dépend dans une certaine mesure du cultivar. Dans l'Oued Righ, par exemple, le Ghars et la Dégla Beida sont considérés comme plus tolérants que la Déglet Nour (MUNIER, 1973).

3.3. Exigences hydriques

Le palmier dattier, comme tous les phoenix est originaire des régions tropicaux et humides, mais qui en raison de sa grande adaptation, peut végété en atmosphère sèche, pourvu qu'il puisse satisfaire ses besoins en eau au niveau de ses racines, c'est ce que traduit le populaire adage arabe « le dattier vit les pieds dans l'eau et la tête au feu du ciel » (MUNIER, 1973).

D'après DUBOST (1994), la période de plantation est particulièrement critique, car la motte qui entoure le rejet doit être maintenue humide en permanence.

Selon MUNIER, 1973, les besoins en eau d'irrigation sont estimés au sud de l'Algérie à 0.331 /mm/ palmier ou 40l /mm/ ha, c'est à dire 21344 m³/an/ ha.

3.4. Besoins nutritifs

Dans la plupart des palmeraies, on n'utilise qu'une fumure organique : fumier de ferme ou domestique, compost, déjections diverses et cultures de légumineuses fixatrices d'azote.

Les apports d'engrais et de fumier; selon (TOUTAIN, 1979), qui montre que l'apport de fumure est en fonction de l'âge des palmiers dattiers. Jusqu'à 6 ans, la fumure minérale est nécessaire chaque année, et pour la plantation plus âgée, la combinaison d'apport en fumier organique et en fumure minérale azotée, s'effectue en trois fois, et juste après la récolte. La fumure est enfouie par le labour profond. Juste avant la pollinisation ou à la nouaison, une fumure minérale azotée complémentaire.

Dans les cas de sols pauvres, ou de palmiers très producteurs, les quantités peuvent être augmentées en proportion.

DEUXIÈME PARTIE
MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

CHAPITRE IV: Matériels d'études

1. Présentation de la région de OUARGLA

1.1. Situation géographique

La ville de Ouargla est située au Sud- Est algérien, au fond d'une cuvette, très large de la vallée de l'Oued M'ya, à environ 800km d'Alger, ses coordonnées géographiques sont :

- Altitude 164m
- Latitude 31° 57'nord
- Longitude 5° 19' est

La Wilaya de Ouargla couvre une superficie de 163323km², elle est limitée:

Au nord par la Wilaya de Djelfa et la Wilaya d'El-Oued.

- A l'Est par Tunisie.
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset.
- A l'Ouest par la Wilaya de Ghardaïa.

La Wilaya comporte actuellement 21 communes, regroupées en 10 Daïrates pour une population de 517197 habitants, soit une densité de 3,168 habitants par km² (D.P.A.T, 2001).

1.2. Climat

Le climat de Ouargla est un climat particulièrement contrasté, malgré la latitude relativement septentrionale. L'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées en été et par la faiblesse des précipitations, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air.

1.2.1. Températures

La région de Ouargla est caractérisée par des températures très élevées, les températures moyennes mensuelles relevées sous abri montrent que pour le mois le plus chaud, c'est le mois de Juillet, avec 35,03°C et 11,51°C en janvier pour le mois le plus froid. Les variations diurnes sont également assez élevées, comme dans tout le Sahara algérien (Tableau II).

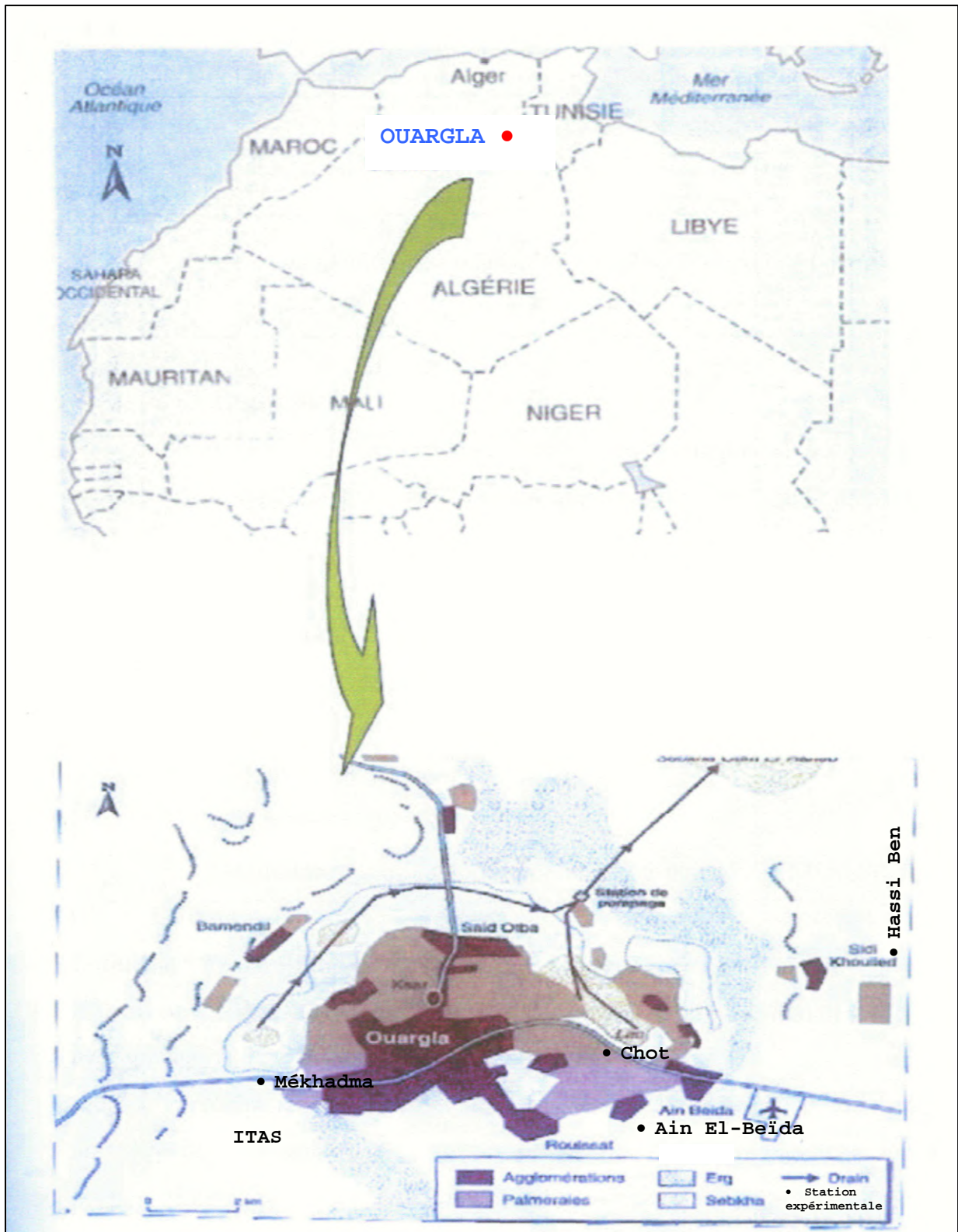


Figure 3: L'AGGLOMERATION DE OUARGLA (cote, 1998)

1.2.2. Précipitations

Les précipitations sont en effet très rares et irrégulières, les pluies se produisent essentiellement au printemps et en automne, leur répartition sont marquées par cinq mois de sécheresse quasi absolue. La moyenne annuelle sur 10 ans (1993-2003) est de 27mm (TableauII).

1.2.3. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est très faible, elle est de 27% en juillet, atteignant un maximum de 65% au mois de janvier (Tableau II).

1.2.4. Evaporation

L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. L'évaporation maximum mensuelle est de 387.5455 mm au mois de juillet et un minimum de 103.1818 mm en janvier (Tableau II).

1.2.5. Vents

Dans la région de Ouargla, les vents soufflent du Nord-Est et du sud, les plus fréquents en hiver sont les vents d'Ouest, tandis qu'au printemps, les vents de Nord-Est et de l'Ouest sont dominants. En été, ils soufflent du Nord-Est et en automne du Nord-Est et Sud- Ouest.

1.2.6. Insolation

La région de Ouargla est caractérisée par une forte insolation, le maximum est enregistré au mois de juin, avec 326.18 heure et le minimum de 181.36 heure au mois de décembre (Tableau II).

1.2.7. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de (BAGNOULE et GAUSSEN, 1953 ; in DADDI BOUHOUNE, 1997) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique.

L'air compris entre deux courbes représente la période sèche; dans la région de Ouargla, nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année (Fig. 4).

Tableau II: Données climatiques de la région de Ouargla (1993-2003).

Mois	T°C	Précipitations (mm)	Humidité (%)	Evaporation (mm)	vitesse de vent (m/s)	Insolation (H)
Jan	11,51	5,73	64,18	103,18	2,74	198,54
Fev	13,41	2,11	56,18	129	3,04	225,27
Mar	17,78	5,23	46	174,72	3,75	265,09
Avr	21,82	1,13	37,45	238,63	4,55	298,18
Mai	27,6	1,62	33	255,45	4,6	302,27
Juin	30,97	0,31	27,09	349,45	4,6	319,45
Juil	35,03	0,12	28,27	387,54	4,46	326,18
Aout	35	0,24	28,45	378,27	4,06	306
Sep	30,37	4,24	37,9	274,72	4,12	212,72
Oct	23,9	6,53	50	211,27	3,6	225,54
Nov	17,08	3,04	58,72	133,63	2,86	201,45
Dec	12,43	2,03	63,27	124,72	2,9	181,36
-	-	+32,33	44,21*	2760,05+	3,77*	255,17+

* Moyenne, + Cumul

Source : O. N. M. Ouargla, 2003

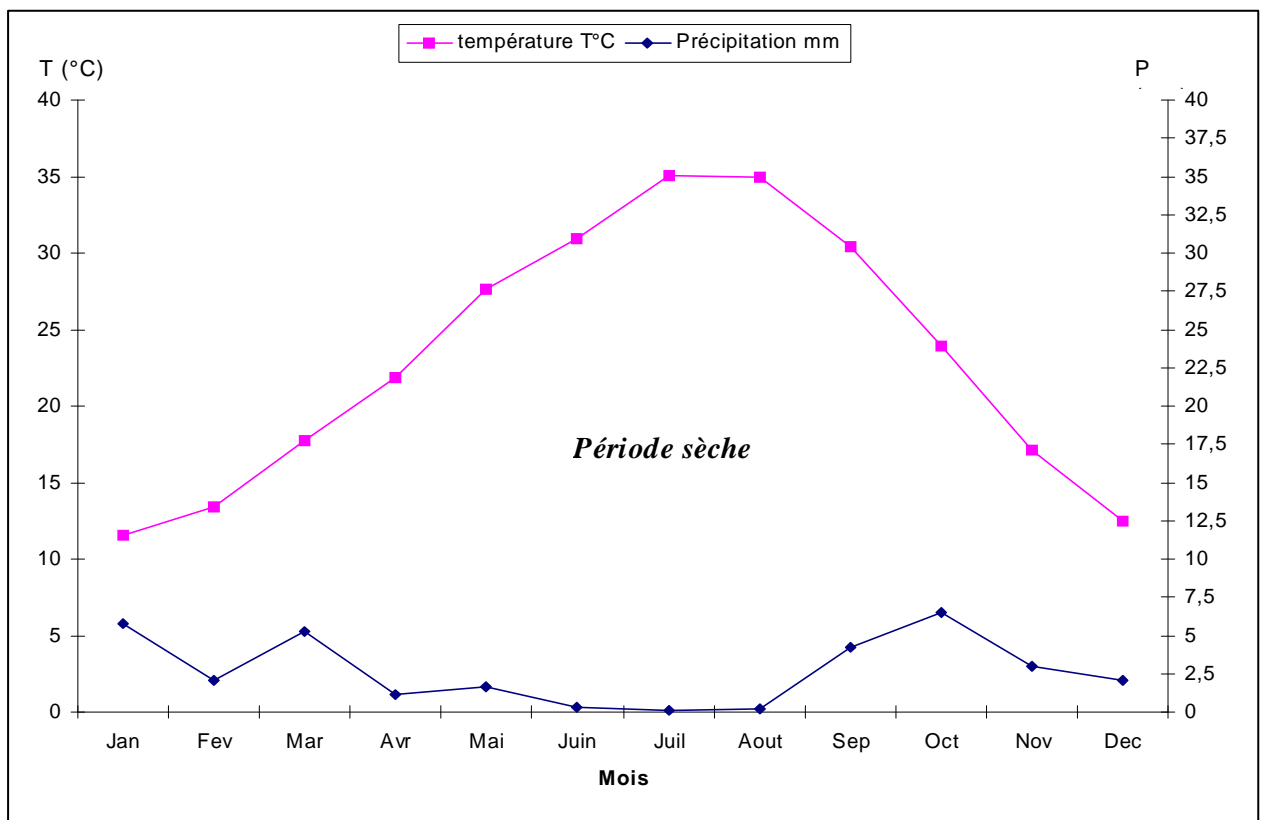


Figure 4 : Diagramme ombrothermique de Ouargla (1993-2003)

1.3. La géologie

Ouargla est située dans une région très peu accidentée, stable tectoniquement, on distingue trois régions :

- Le grand Erg occidental, vaste dépôt de sable éolien à l'Est et au sud.
- Les vallées au centre où prédominent les dépôts d'alluvions.
- Le plateau du M'Zab à l'Ouest (BOUTMEDJET, 2004).

1.4. Hydrogéologie

L'eau souterraine constitue la principale source d'eau dans la région de Ouargla, on distingue :

1.4.1 Continental intercalaire (nappe albienne)

Elle est située entre 1000 et 1500 m. La wilaya de Ouargla recèle d'importantes potentialités en eau souterraines, estimées à 2381.5 Hm³/an (BOUTMEDJET, 2004).

Le réservoir du continental intercalaire est contenu dans les formations continentales du crétacé inférieur (Barrémien et Albien) (CORNET et GOUSCOV, 1952, CORNET, 1964). Il s'étend sur plus de 600000 Km² et une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, avec un volume évalué à 50000 milliard de m³ (PNUD- UNESCO, 1972, MARGAT, 1990, 1992) (HAMDI AISSA, 2001).

L'eau des forages a une température de l'ordre de 60°C et une pression de 25 kg/cm². Son débit moyen est de 50 l/s (DAOUD et HALITIM, 1994) et possède une salinité moyenne de 2,4 dS/m (1,5 g/l) (GUENDOUZE *et al*, 1992) (HAMDI AISSA, 2001).

L'exploitation de la nappe du continental intercalaire à Ouargla remonte à l'année 1960, les forages atteignent la nappe entre 1100 et 1400 m de profondeur, leur eau est faiblement minéralisée (1,9 g/l), avec un débit de 250 à 400 l/s.

1.4.2. Nappe du complexe terminal

Le complexe terminal couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara septentrional sur environ 350000 km². Sa profondeur varie de 100 à 400 m, il alimente l'essentiel des palmeraies du Bas-Sahara (Ziban, Oued Righ, Souf et Ouargla) (HAMDI AISSA, 2001).

Elle est composée de deux nappes :

a. La nappe du miopliocène

Dite nappe des sables, elle fut à l'origine des palmeraies irriguées, elle s'écoule du sud, sud-Ouest vers le nord nord-Est, en direction du chott Melghir. La salinité de cette nappe varie de 1,8 à 4,6 g/l. (BOUTMEDJET, 2004).

b. Nappe du sénonien

Elle est peu exploitée, vu son faible débit, sa profondeur d'exploitation varie entre 140 à 200 m (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

1.4.3. Nappe phréatique

La nappe couvre pratiquement toute la cuvette de Ouargla, nappe dite libre. Cette nappe est contenue dans les sables alluviaux de la vallée, elle se localise principalement dans la vallée de l'Oued Righ et la cuvette de Ouargla.

Cette nappe est selon ROUVILLOIS-BRIGOL (1975), s'écoule du sud vers le Nord, suivant la pente de la vallée, sa profondeur varie de 1 à 8 m en fonction du lieu et de la saison.

Les eaux de la nappe sont hyper-chargées en sels (50 g/l), soit une salinité moyenne de 32,27dS/m, à faciès chimique chloruré sulfaté (HAMDI AISSA et FEDOROFF, 1997; HAMDI AISSA et al, 2000; in HAMDI AISSA, 2001).

1.5. Pédologie

La région de Ouargla est caractérisée par des sols à prédominance sableuse et à structure particulière.

Ils sont caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une activité biologique faible et une forte salinité.

D'après les cartes géologiques de l'Algérie, il est constaté que la région de Ouargla est constituée géologiquement par des formations sédimentaires qui occupent les dépressions de la région:

Dunes récentes : ce sont des dépôts sableux qui ont été déposés dans la vallée de Ouargla où on les rencontre uniquement au Nord-Est et au Sud- Est, près du lit de l'Oued M'ya.

- **Poudingues calcaires** : ce sont des formation importantes, de plus de 250 m, elles reposent sur des schistes, leurs parties supérieures passent à des grès riches en fossiles.
- **Alluvions actuels (lacs et chotts)** : ce sont des formations récentes qui occupent les dépressions de la vallée de Ouargla (partie Nord).

- **Alluvions regs** : ce sont des formations caillouteuses où le pourcentage de cailloux est dominant, ces formations occupent la partie Nord-Ouest et Sud-Ouest. (BOUTMEDJET, 2004).

1.6. Activité agricole

D'après OZENDA (1983), les végétaux sont répartis en fonction de la nature et la structure des sols.

Dans les lits des Oueds, les vallées et les alentours des gueltas, une végétation à Acacia.

Dans le grand Erg oriental, principalement le «Drinn» et «Aristida pungens», accompagnés parfois d'une végétation arbustive «Retama retam» «Ephedra», «Genista Saharae» et «caliganum azel».

Dans les hamadas «Fagonia glutinosa» et «Fredolia arestoides».

Les oasis et la cuvette de Ouargla sont couverts par plus de 6000 ha de palmeraies, sur des sols gypso salins (nouveaux paramètres de mise en valeurs non inclus).

Dans les palmeraies traditionnelles, en plus du palmier dattier, les agriculteurs pratiquent des cultures intercalaires, exploitent les espaces interlignes de palmiers pour la plantation d'arbres fruitiers, tels que : figuier, olivier, raisin de table, abricotier, quelques agrumes, ... etc., des cultures fourragères : luzerne, comme plante adaptée à l'écosystème édaphique, orge et sorgho et aussi de nombreuses cultures maraîchères. Ces cultures intercalaires sont généralement pratiquées dans les planches «Feddane». Les rigoles «séguia» ou dans les «aouds» d'irrigation par inondation, les eaux utilisées proviennent des nappes du complexe terminal.

Les terres sont labourées, soit manuellement, à l'aide d'un outil aratoire, tel que la houe «Mesha», soit grâce à une charrue tracté mécaniquement ou par des animaux à l'extérieur des oasis traditionnelles de Ouargla. En activé, les grands projets de mise en valeur des terres sahariennes à l'Est et au Nord, où les agriculteurs cultivent principalement de la céréaliculture en irrigué sous pivot et de la phœniciculture.

Chez les agriculteurs oasiens, l'élevage est une activité secondaire, les troupeaux traditionnels, formés essentiellement de camlin, caprins et ovins. Durant l'année 1970, introduction des élevages bovins et de volailles, sont couramment pratiqués dans les oasis (HAMDI AISSA, 2001).

2. Stations expérimentales

2.1. Choix des stations

Pour le choix de nos stations d'études, nous avons pris en considération les critères suivants:

- La situation topographique.

Choix de trois stations au fond de la cuvette, se caractérisant par les problèmes de remontée et de salinité et la station de Hassi Ben Abdallah, située en amont, ne présentant pas ces contraintes.

- Type de palmeraies traditionnelles.
- Irrigation assurée par submersion.
- Palmier dattier, de type Déklet Nour, en âge de production.
- Drainage existant (stations présentant une remontée).

2.1.1. Station de Mékhadma

2.1.1.1. Situation de la station

2.1.1.1.1. Présentation de la région Mékhadma

La station de Mékhadma est située à 6 Km de Ouargla et elle occupe la troisième place du point de vue superficie, après celle du Ksar et Beni-Thour, avec une superficie de 580 ha. Son altitude est de 128 m, sa longitude (5° 20' Est), et sa latitude (31°59' Nord) (ABABSSA, 1993).

2.1.1.1. 2. Activité agricole

Les palmeraies de Mékhadma forment un ensemble de palmiers dattiers de l'espèce *phoenix dactylifera* avec un nombre de 116.000 pieds, (D.S.A, 2000) et une strate de mauvaises herbes (ABABSSA, 1993).

2.1.2. Station de Ain El-Beïda et du Chott

2.1.2.1. Situation des stations

2.1.2.1.1. Présentation de la commune de Ain El-Beïda

La commune de Ain El-Beïda est formée par la zone de Ain El-Beïda. Elle est située dans la cuvette de Ouargla. Ces coordonnées géographiques sont : Altitude 130 m, Latitude 32° Nord, Longitude 5° Est.

Elle couvre une superficie de 1973 km², elle est située dans la daïra Sidi Khouiled, à 5 km et du siège de la wilaya (Ouargla) de 7 km (la mairie de Ain El-Beïda, 2004).

Elle est limitée par :

- Ouargla et Sidi Khouiled au Nord- Ouest.
- Hassi Ben Abdallah au Nord- Est.
- Hassi Messaoud à l'Est.
- Rouissat à l'Ouest.

2.1.2.1.2. Activité agricole

La commune couvre une superficie agricole totale 177328,32 ha, pour une superficie totale de palmiers dattiers de 1555 ha, avec un nombre total de Déklet Nour de 104338 pieds (D.S.A. 2004).

2.1.3. Station Hassi Ben Abdallah

2.1.3.1. Situation de la station

2.1.3.1.1. Présentation de la région

La région de Hassi Ben Abdallah est située dans la daïra de Sidi Khouiled, elle est située à 26km au Nord-Est de Ouargla, englobant une superficie de 140 Km². Sa longitude est de (5°26'Est), et une latitude de (31° 59'Nord) (ABABSSA, 1993).

2.1.3.1.2. Activité Agricole

La commune de Hassi Ben Abdallah est considérée commune pilote de la production céréalière dans la Wilaya de Ouargla par rapport à la commune de Hassi Messaoud et El Hadjira. Elle est spécialisée dans la phœniciculture (23797 qx), les cultures fourragères (21453 qx) la céréaliculture (21178 qx), enfin les cultures, maraîchères et industrielles sous serre.

La surface totale agricole de Hassi Ben Abdallah est estimée à de 237995 ha, dont la surface agricole utile est de 3825 ha. Mais la superficie consacrée à la mise en valeur est de 2776 ha, d'après (BADAOU, 2005).

CHAPITRE V: Méthodes d'études

1. Approches méthodologiques

Après avoir choisi les stations d'études, nous avons adopté une approche méthodologique qui a consisté à effectuer une enquête sur le terrain et une approche expérimentale qui visent à étudier sur un échantillonnage de palmiers dattiers, les contraintes qui sont : le sol, la nappe phréatique et l'enracinement du palmier dattier.

1.1. Enquêtes

Elle a pour l'objectif de préciser les contraintes posées, l'itinéraire technique réalisé et les problèmes engendrés (Annexe 01).

1.2. Approche expérimentale

1.2.1. Méthodes d'échantillonnages

Nous avons choisi dans chaque station expérimentale cinq pieds en âge de production sans djebbars en leur base, indemnes de maladies.

Ces palmiers sont répartis longitudinalement dans le long de la parcelle pour couvrir la surface de chaque station.

A la base de chaque palmier, nous avons étudié le sol, la nappe phréatique et l'enracinement du palmier dattier.

1.2.1.1. Etude du sol

1.2.1.1.1. Caractérisation du sol

On a creusé devant chaque pied, à une distance 80cm un profil cultural de 120cm de profondeur, soit 20 profils au total. Pendant le creusement des profils culturaux et les prélèvements des échantillons, dans les trois stations, on trouve un problème de remontée de nappe qui gêne notre travail.

a. Délimitation des horizons

A l'aide d'un couteau, on délimité les horizons qui sont identifiés par leur couleur, leur structure, leur compacité, leur dureté et la présence de caractères spéciaux.

b. Description morphologique

Nous avons identifié les racines par leur diamètre, leur répartition et leur abondance ainsi que la direction de leur pénétration et l'état sanitaire des racines, nous avons rempli des fiches de description (Annexe 4). Les prélèvements des échantillons de sol sont effectués du haut vers le bas tous les 10 cm, alors on a obtenu 12 prélèvements.

Après les prélèvements de sol tous les 10 cm, on a fait les prélèvements de sol de l'horizon pour chaque profil, et le nombre de prélèvements varie selon les profils.

c. Etude propriétés du sol

Nous avons étudié quelques propriétés du sol, physiques, physico chimiques et chimiques.

Les échantillons de sols sont séchés à l'air libre, tamisés à 2mm, puis analysés au laboratoire du département d'agronomie de l'université de Ouargla. Les analyses physiques sont: l'humidité du sol, D_a (la densité apparente). Les analyses physico chimiques sont: la conductivité électrique (CE) $_{1/5}$ à 25°C, le pH $_{1/5}$, les résidus secs (RS). Les analyses chimiques sont: le dosage du calcaire total ($CaCO_3$) et une estimation de la teneur en gypse ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), le dosage des chlorure solubles (Cl^-) et le dosage des principaux cations Na^+ , K^+ .

1.2.1.2. Etude de la nappe phréatique

1.2.1.2.1. Niveau de la nappe

Après les prélèvements des racines et de sol, nous avons creusé des piézomètres, près des profils à l'aide d'une tarière jusqu'à 120 cm pour les stations de Mékhadma, Ain El-Beïda et du Chott, et jusqu'à 3 m pour la station de Hassi Ben Abdallah. Après 24 heures, nous avons mesuré le niveau de la nappe phréatique à l'aide d'une sonde électrique, adoptée au laboratoire.

1.2.1.2.2. Qualité des eaux

Après 24 heures, après le creusement des piézomètres, nous avons prélevé l'eau phréatique à l'aide d'un tuyau fin. Les eaux phréatiques sont analysées au laboratoire pour déterminer leurs qualités. Les analyses effectuées sont: la conductivité électrique (CE) à 25°C, le pH et le résidu sec (RS).

1.2.1.3. Etude du système racinaire

1.2.1.3.1. Etude de la morphologie racinaire

Nous avons mesuré la hauteur des racines respiratoires aériennes, la densité racinaire et la profondeur racinaire.

a. Hauteur des racines respiratoires aériennes

Nous avons mesuré la hauteur des racines respiratoires aériennes sur les trois côtés du tronc du palmier dattier.

b. Densité racinaire

La densité racinaire a été mesurée à l'aide de cylindres dans les profils, nous avons utilisé trois cylindres tous les 10 cm de profondeur, avec un total de trente six cylindres pour chaque profil en acier, de 6 cm de diamètre, et de 4 cm de hauteur. Les cylindres sont enfoncés horizontalement à l'aide d'une percussion au marteau.

Avant l'enfoncement des cylindres, nous avons nivelé la terre, et soulevé l'ensemble des cylindres, (sol, racine), et l'on coupe la terre au ras de celui-ci, avec la lame d'un couteau et un sécateur tranchant. Nous avons nettoyé l'extérieur des cylindres sont nettoyé et fermé avec des couvercles pour le transport au laboratoire.

c. Profondeur d'enracinement

La profondeur est mesurée au niveau du profil. Quand celle-ci ne dépasse pas 120cm de profondeur. En cas où l'enracinement dépasse cette profondeur, nous avons effectué un sondage progressif à l'aide d'une tarière pour déterminer la profondeur maximale, jusqu'à 3 mètres.

1.2.1.3.2. Composition chimique des racines

Nous avons prélevé tous les 10 cm de profondeur dans les profils une masse racinaire pour la description morphologique, on a procédé à une classification racinaire, selon la classification américaine (FURR and ARMSTRONG 1955 in LEMAISSI, 2003), en fonction du diamètre racinaire: fin moyen grossier. Dans notre travail, nous avons analysé les racines de diamètre moyen selon l'échelle (Annexe 3), parce qu'elles sont présentes, dans tous les profils.

La méthode du cylindre nous permet d'estimer la densité racinaire.

Les racines des cylindres ont subi un lavage avec un jet d'eau et un tamisage (MAERTENS, 1964 ; in NICOU et CHARREAU, 1971). On a séché les racines à 105°C, puis, on les a pesées. Les résultats sont exprimés en gramme de racines séchées par décimètre cube de sol (g/ dm^3), puis en Kg/m^3 .

2. Méthodes d'analyses

2.1. Méthodes d'analyses du sol

Les méthodes d'analyses utilisées pour caractériser notre sol sont :

1. Densité apparente

A partir de la méthode des cylindres.

2. Analyse granulométrique

La granulométrie a été effectuée par tamisage de 20g de sol de 2 mm pour déterminer le taux de sable grossier et de sable fin. Les tamis utilisés sont les tamis de: 1mm, 0.5mm, 0.2mm, 0.1mm, 0.05mm).

3. Le gypse ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$)

Estimation de la teneur en gypse par perte de poids U.S.D.A, 1996; in MATHIEN C; PIELTAIN F, 1998.

4. Calcaire total (CaCO_3)

Le dosage du calcaire s'effectue par la méthode volumique (calcimètre de BERNARD).

5. Conductivité électrique

La conductivité électrique de l'extrait aqueux au (1/5) est déterminé par un conductivimètre, elle est exprimée en dS/m.

6. pH

Le pH est mesuré par un pH mètre.

7. Résidu sec

Le résidu sec est mesuré par dessiccation à 110°C.

8. Dosage des chlorures solubles Cl^-

Les chlorures solubles ont été dosés par la méthode argentométrique de MOHR.

9. Dosage du K^+ , Na^+

Le K^+ , Na^+ ont été dosés par la photométrie à flamme.

2.2. Méthode d'analyse de l'eau phréatique

Les méthodes d'analyses utilisées pour caractériser les eaux de la nappe phréatique sont:

1. Conductivité électrique (C.E) à 25°C: mesurée au conductivémètre.
2. pH : mesuré au pH mètre.
3. Résidu sec (R.S): par dessiccation à 110°C (RODIER, 1985).

2.3. Méthode d'analyse des racines

1. Composition chimique des racines

Selon AFNOR, (1990) pour le dosage des éléments chimiques des racines, on a préparé l'extrait par :

-Laver les échantillons de racines à l'eau du robinet, puis rincer à l'eau distillée, ensuite broyer dans un broyeur mécanique.

-Peser 1g de l'échantillon, placer dans une étuve à 105°C, pour régler l'humidité résiduelle.

-Placer les échantillons sur les plaques chauffantes jusqu'à l'incendie.

-Placer les échantillons dans un four à moufle, à une température de 500°C, pendant 2h.

Après ces opérations, on attaque les échantillons avec l'acide nitrique pour les minéraliser, et on obtient un extrait végétal.

Dosages des cations solubles Na^+ et K^+ par spectrophotomètre à flamme.

Dosage des chlorures solubles (Cl^-), ajouter $CaSO_3$ pour neutraliser l'extrait végétal (utiliser la méthode de MOHR).

TROISIEME PARTIE

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE VI: Enquêtes**Discussions**

A partir des enquêtes que nous avons été effectuées sur l'identification des stations d'études, elles nous ont permis de ressortir que les stations de Mékhadma, Ain El-Beïda, Chott et Hassi Ben Abdallah ont:

- un âge de plantation qui varie de 20 ans à 40 ans.
- la superficie totale qui est occupée par les palmiers dattiers.
- la diversité qui varie en fonction des stations enquêtées qui sont polyvariétales.
- la variété Déglet Nour est plus élevée dans les stations de Mékhadma, Ain El-Beïda, Hassi Ben Abdallah et celle du Chott.
- les types de plantations phoenicicoles des stations enquêtées sont organisés dans les stations de Mékhadma, Ain El-Beïda, Hassi Ben Abdallah, et peu organisés dans la station du Chott.
- le rendement est faible ou moyen du palmier dattier dans les stations enquêtées.
- les hauteurs des palmiers supérieures à 6mètres dans les stations de Mékhadma, Chott, Hassi Ben Abdallah et entre 3 à 6 mètres dans la station de Ain El-Beïda.
- des cultures sous jacentes qui couvrent une partie de la surface irriguée dans les stations de Mékhadma, Ain El-Beïda, Chott, et elles couvrent toute la surface irriguée dans la station de Hassi Ben Abdallah.
- le type de source d'irrigation est le forage et leur mode d'exploitation est collective.
- le mauvais réseau d'irrigation, avec une fréquence dans les stations de Hassi Ben Abdallah, Ain El-Beïda, et une fois par semaine dans les stations de Mékhadma, Chott. La submersion est le système appliqué.
- le type d'amendement physique et organique dans les stations de Mékhadma, Hassi Ben Abdallah et du Chott. La fertilisation est réalisée fréquemment dans les stations de Hassi Ben Abdallah, Mékhadma et parfois dans le Chott et Ain El-Beïda.
- la régularité de la pratique de la pollinisation.
- l'irrégularité de la pratique de la toilette du palmier dattier.

- l'absence de la pratique de la taille de fructification et l'opération descente des régimes dans les stations de Mékhadma, Ain El-Beïda, Hassi Ben Abdallah et l'application du ciselage, la descente des régimes dans le Chott.
- la réalisation des traitements phytosanitaires est fréquente à Hassi Ben Abdallah, et parfois dans les stations du Chott, Mékhadma et Ain El-Beïda.
- le lieu de stockage dans les palmeraies des stations de Mékhadma et du Chott, et hors de la palmeraie, dans la station de Ain El-Beïda et absence de stockage dans la station de Hassi Ben Abdallah, avec des conditions de stockage mauvaises.
- la présence de maladies et de déprédateurs.
- l'irrégularité ou l'absence d'entretien des brises vent.
- la présence de drains, avec une mauvaise efficacité dans les trois stations de Ain El-Beïda, Mékhadma et Chott.

Conclusion

Les résultats des enquêtes réalisées dans les stations étudiées montrent que

Les stations sont caractérisées par:

- des palmeraies traditionnelles.
- l'effort physique de l'homme constitue l'élément principal pour la réalisation des différents travaux.
- la nappe phréatique est proche par rapport à la surface du sol de la station de Mékhadma de Ain El-Beïda et Chott. Toutes les stations utilisent le même type d'irrigation, qui est la submersion. L'absence de protection phytosanitaire qui caractérise la majorité des stations.
- également, les mauvaises conditions de stockage des dattes.
- l'absence de certaines techniques culturales
- l'irrégularité de la pratique de nombreuses opérations culturales (fertilisation organique, travaux du sol, taille des palmes).
- l'absence d'entretien des brises vent qui caractérise la majorité des stations d'études.
- la présence de système de drainage dans toutes les stations qui souffrent de remontée de la nappe phréatique.

CHAPITRE VII : Etude du sol

Notre travail est de faire une étude pédologie pour avoir une idée globale sur la nature du sol de nos sites expérimentaux, et la présence des accumulations du gypse et du calcaire, et aussi pour connaître les profondeurs maximales des racines.

1. Caractérisation du sol

1.1. Description morphologique du sol

1.1.1. Etude morphologique du sol de la station de Mékhadma S1

Topographie: Plane, légère pente (<1%).

Situation : Mékhadma

Cultures : Palmier dattier.

1.1.1.1. Etude morphologique des profils de la station S1

1.1.1.1.1 Etude morphologique du profil S1P1

Date de description:10-01-2005

Horizon H1 (0-37cm): La couleur à l'état humide est 7.5YR 4/3 (Brown), très friable, peu compact, peu cimenté, limono-sableux, à structure grenue, sans goût, absence d'éléments grossiers, faible effervescence à l'HCl, MO décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et irrégulière, nombreuses racines de palmier dattier de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H2 (37-81cm):La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), friable, peu compact, faible cimentation, sableux à structure fragmentaire grumeleuse, sans goût, absence des éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, présence de débris organiques, pas d'activité biologique, transition nette et irrégulière, nombreuses racines de palmier dattier à différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H3 (81-102cm):La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), peu friable, cimenté, compact, sablo-limoneux, à structure fragmentaire, grumeleuse, forme encroûtement, non salé, présence d'accumulations gypso-calcaires, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette, régulière, très abondance de racines de palmier dattier, à diamètre fin et moyen, (les racines à couleur jaune, avec présence de zones pourries), la profondeur maximale des racines atteint 101cm .

Horizon H4 (>102cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), très ferme, cimenté, compact, sablo limoneux, à structure massive (croûte), présence accumulation blanchâtre, peu salée, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, absence de racines.

1.1.1.1.2. Etude morphologique du profil S1 P2

Date de description: 14-01-2005.

Horizon H1 (0-74cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 7/2 (Pinkish gray) friable, non cimenté, non compacte, sablo-limoneux, à structure grenue, sans goût, absence d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO très abondante, pas d'activité biologique, transition pas nette et irrégulière, quelques racines de palmier dattier, de diamètre fin à grossier, avec une répartition hétérogène.

Horizon H2 (74-103cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), friable, non compacte, non cimenté, sablo-limoneux, à structure grenue, sans goût, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, transition nette et régulière, les racines de palmier dattier peu abondantes, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H3 (>103cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), ferme, compact, sablo-limoneux, à structure grumeleuse, forme encroûtement, pas d'effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, racines de palmier dattier peu abondantes, à diamètre fin et grossier, concentré dans le haut horizon, la profondeur maximale des racines atteint 131cm.

1.1.1.1.3. Etude morphologique du profil S1 P3

Date de description : 03-02-2005

Horizon H1 (0-29cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/4 (Brown), friable, non cimenté, non compact, sableux, à structure grenue, forme diffuse, sans goût, très faible effervescence à l'HCl, MO très abondante, pas d'activité biologique, transition pas nette et irrégulière, quelques racines de palmier dattier de diamètre fin et moyen, avec une répartition hétérogène.

Horizon H2 (29-58cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/4 (Brown) friable, non compacte, non cimenté, sablo limoneux, à structure grenue fine, forme diffuse, goût indéterminé, très faible effervescence à l'HCl, riche en MO, présence de cristaux de calcaire et de gypse,

transition nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H3 (>58cm) : La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown) ferme, compact, cimenté, sablo limoneux, à structure massive, forme croûte, présence d'amas de gypse et de calcaire qui augmentent avec la profondeur, goût indéterminé, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, racines abondantes de palmier dattier, de diamètre moyen et grossier, les racines jaunes très abondantes, la profondeur maximale des racines atteint 125cm.

1.1.1.1.4. Etude morphologique du profil S1 p4

Date de description: 27-02-2005.

Horizon H1 (0-41cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/6 (Strong Brown), friable, peu compact, faible cimentation, sablo-limoneux, structure grenue, forme diffuse, goût indéterminé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO décelable, présence d'activité biologique, transition pas nette et irrégulière, racines de palmier dattier peu abondantes, de différents diamètres, répartis dans la partie supérieure.

Horizon H2 (41-88cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/6 (Strong Brown), ferme, peu compact, peu cimenté, limono-sableux, à structure grenue, forme encroûtement, présence d'accumulation gypso calcaire sous forme de cristaux, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, transition pas nette et irrégulière, les racines de palmier dattier peu abondantes, de différents diamètres.

Horizon H3 (>88cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown)

Dans cette horizon, il y a deux côtes (le côté gauche et le côté droit)

Côté gauche : très friable, très cimenté, limono-sableux, à structure massive, forme croûte, non salé, pas d'éléments grossiers, MO non décelable, très faible effervescence à l'HCl,

Côté droit: très friable, peu compact, sableux, à structure grumeleuse, forme encroûtement salé, présence de cristaux, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable.

En général, les racines de palmier dattier sont peu abondantes, de diamètre grossier et moyen, répartition hétérogène, la profondeur maximale des racines atteint 137 cm.

1.1.1.1.5. Etude morphologique du profil S1P5

Date de description:13-02-2005.

Horizon H1 (0-24cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/6 (Strong Brown) friable, non compact, non cimenté, sablo-limoneux, à structure grenue, forme diffuse, présence de quelque amas, goût indéterminé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO décelable, pas d'activité biologique, la transition nette et régulière, densité faible de racines de palmier dattier, de diamètres moyen.

Horizon H2 (24-52cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), ferme, compact, cimenté, limono-sableux, à structure grumeleuse, forme d' encroûtement, sans goût, très faible effervescence à l'HCl, transition nette et régulière, densité faible des racines de palmier dattier, de diamètres moyen, avec une répartition hétérogène.

Horizon H3 (>52cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), friable, très compact, très cimenté, sableux, à structure, massive, forme croûte, très faible effervescence à l'HCl, transition nette et régulière, densité faible de racines de palmier dattier, la répartition est hétérogène la profondeur maximale des racines atteint 73cm.

1.1.1.2. Discussion

Les sols de cette station sont peu homogènes, avec une texture sableuse à sablo-limoneuse. Le nombre d'horizons est compris entre 3 et 4 horizons (fig.5). Leurs épaisseurs sont différentes. L'encroûtement et la croûte sont observés dans tous les profils, dont l'épaisseur et la profondeur sont différentes. La répartition des racines est hétérogène, avec des diamètres et des couleurs qui sont différentes. Les racines âgées ont une couleur marron à noirâtre,elles sont plus observées dans l'horizon superficiel, mais les racines jeunes dont la couleur jaune à blanchâtre sont plus représentées dans les horizons proches de la nappe, avec des pourritures de racines.

La densité racinaire est hétérogène, elle est faible dans le premier et le dernier horizon, mais elle est élevée dans l'horizon central.

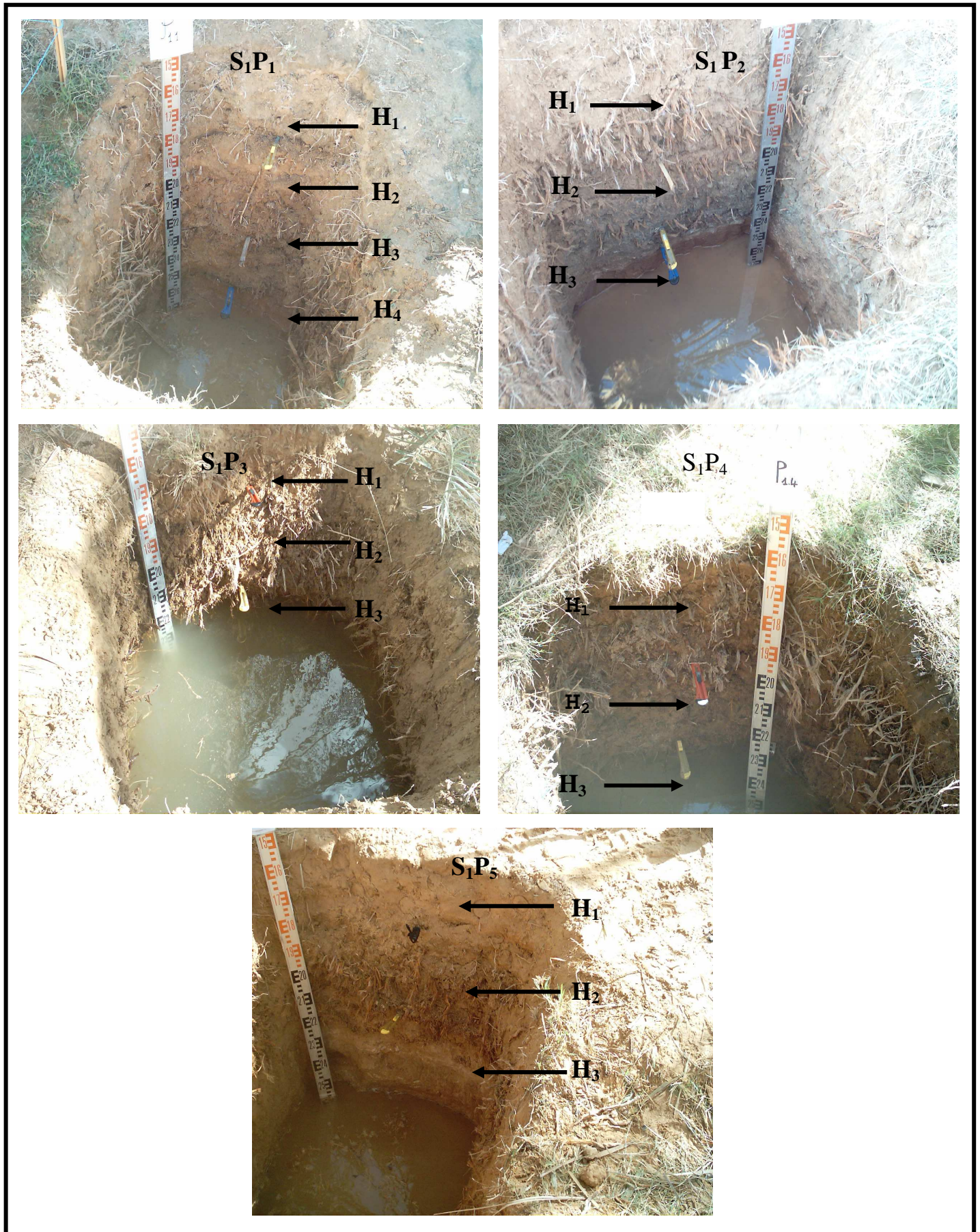


Figure 5 : Représentation des cinq profils de la station de Mékhadma

1.1.2. Etude morphologique du sol de la station de Ain El-Beida S2

Topographie: Pente <1%.

Situation : Ain El-Beida.

Culture : Palmier dattier

1.1.2.1. Etude morphologique des profils de la station S2

1.1.2.1.1. Etude morphologique du profil S2P1.

Date de description : 14-04-2005

Horizon H1 (0-46cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/3 (Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, à structure grenue forme diffuse, sans goût, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO décelable, pas d'activité biologique, transition nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier, de diamètres différents, à différentes couleur (Jaune, marron, noir).

Horizon H2 (46-77cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), friable, compact, cimenté, sableux, à structure, grumeleuse, forme diffuse, salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, la plupart sont de jeunes racines, répartition hétérogène.

Horizon H3 (>77cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/8 (Reddish yellow), ferme, très compact, très cimenté, sableux, à structure massive, très salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l' HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, quelque racines de palmier dattier de diamètre moyen, présence de racines pourries, répartition hétérogène, la profondeur maximale des racines atteint 143 cm.

1.1.2.1.2. Etude morphologique du profil S2 P2

Date de description: 14-04-2005.

Horizon H1 (0-67cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/2 (Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, à structure granulaire, forme diffuse, salé, éléments grossiers peu abondants, très faible effervescence à l'HCl, MO très abondante, pas d'activité biologique, transition nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier de différents diamètres.

Horizon H2 (67-89cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 7/4 (Pink), peu friable, compact, cimenté, sableux, à structure granulaire, forme diffuse, pas d'éléments grossiers, très

faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, absence d'activité biologique, densité moyenne des racines de palmier dattier, de diamètres moyen et grossier (la plupart sont de jeunes racines).

Horizon H3(>89cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), peu friable, compact, cimenté, sableux, à structure polyédrique, salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, pas d'activité biologique, les racines de palmier dattier peu abondantes la profondeur maximale des racines atteint 151cm.

1.1.2.1.3. Etude morphologique du S2 P3

Date de description: 14-04-2005.

Horizon H1 (0-36cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/6 (Strong Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux à structure granulaire, forme diffuse, présence des éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier, de diamètres différents, répartition hétérogène.

Horizon H2 (36-97cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/6 (Strong Brown), friable, compact, cimenté, sableux, à structure granuleuse, forme diffuse, salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier de différents diamètres (racines jeunes), répartition hétérogène.

Horizon H3 (> 97cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/8 (Reddish Yellow), peu friable, non compact, non cimenté, sableux, à structure polyédrique, très salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, nombreuses racines de palmier dattier de différents diamètres, la répartition est hétérogène, la profondeur maximale des racines atteint 127 cm.

1.1.2.1.4. Etude morphologique du profil S2P4

Date de description: 12-03-2005.

Horizon H1 (0-46cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 3/4 (Dark Brown), très friable, non compact, non cimenté, sableux, à structure granulaire, forme diffuse, peu salé, pas d'élément grossier, très faible effervescence à l'HCl, MO décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et irrégulière, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H2 (46-76cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/3 (Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, à structure granulaire, forme diffuse, salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO décelable, pas d'activité biologique, transition nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H3 (76-101cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/6 (Reddish Yellow), peu friable, compact, sableux, à structure grenue, très salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, densité moyenne de racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène, présence des racines jeunes de couleur blanchâtre.

Horizon H4 (>101cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/6 (Reddish Yellow) peu friable, très compact, très cimenté, sableux, à structure granulaire, très salé, pas d'éléments grossiers, pas d'effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène, la profondeur maximale des racines atteint 128 cm.

1.1.2.1.5. Etude morphologique du profil S2P5

Date de description: 12-03-2005.

Horizon H1 (0-42cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, à structure grenue, forme diffuse, sans goût, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO décelable, pas d'activité biologique, transition nette et régulière, densité moyenne des racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition homogène.

Horizon H2 (42-81cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/6 (Strong Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, à structure grenue, forme diffuse, salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, présence de racines pourries, répartition hétérogène.

Horizon H3 (>81cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/6 (Reddish Yellow), peu friable, très compact, très cimenté, sableux, à structure grumeleuse, très salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, les racines jeunes sont les plus présentes, répartition hétérogène, la profondeur maximale des racines atteint 91 cm.

1.1.2.2. Discussion

La texture de cette station est homogène, elle est sableuse. Le nombre d'horizons et leurs épaisseurs sont presque les mêmes, dans les trois horizons, excepté, dans le 4^{ème} profil qui a le nombre d'horizons qui est de quatre (Fig. 6).

La répartition des racines est hétérogène dans tous les horizons, avec des diamètres et des couleurs différents. La densité racinaire est élevée à la surface et est moyenne à faible dans les horizons profonds.

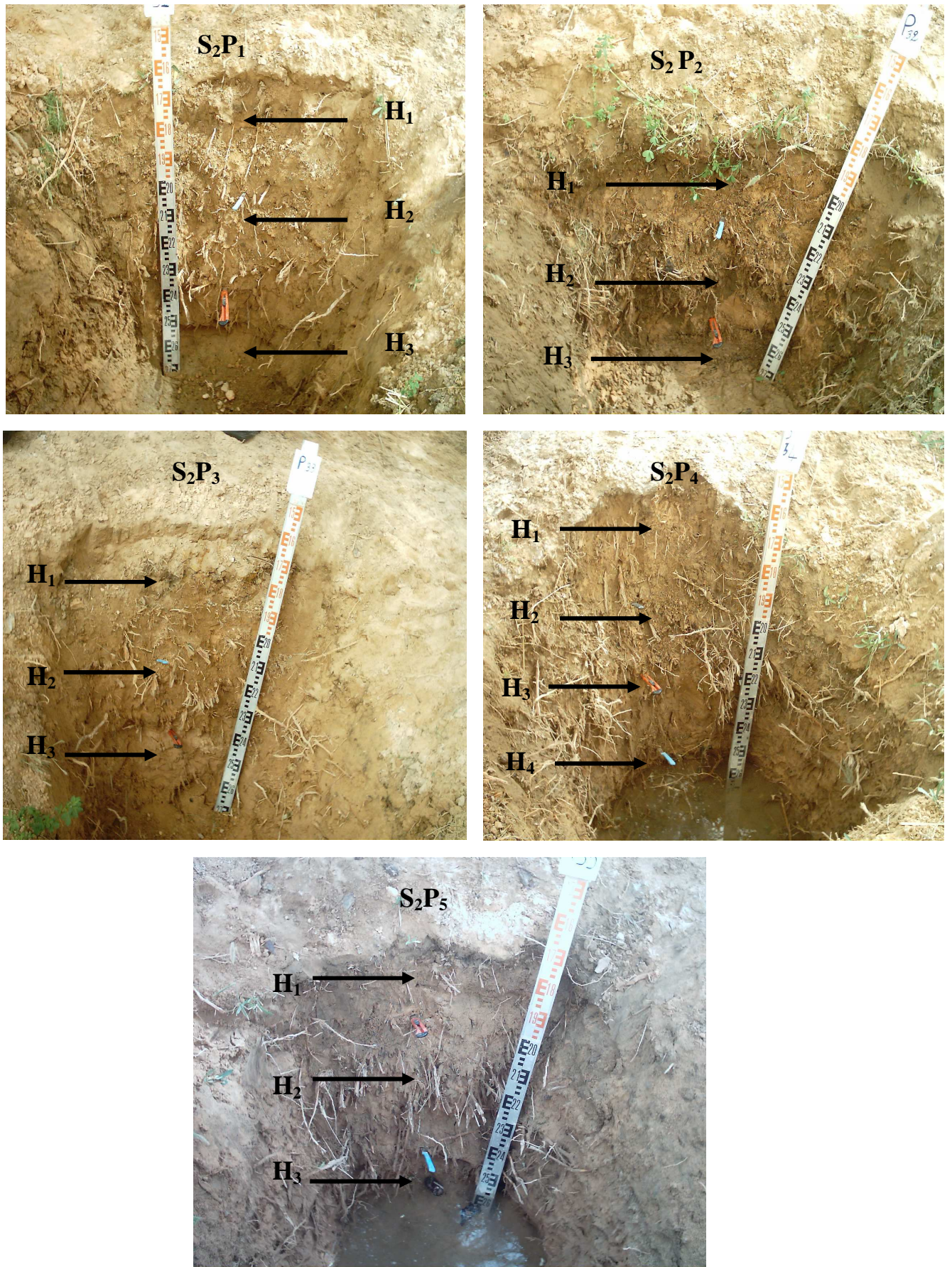


Figure 6. Représentation des cinq profils de la station de Ain El-Beïda

1.1.3. Etude morphologique du sol de la station du Chott S3

Topographie: Pente < 1%

Situation : Chott

Culture : Palmier dattier

1.1.3.1. Etude morphologique des profils de la station S3

1.1.3.1.1. Etude morphologique du profil S3P1

Date de description: 01-05-2005.

Horizon H1 (0-11cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/6 (Strong Brown), ferme, compact, cimenté, sablo-limoneux, à structure grenue, forme diffuse, sans goût, présence de quelques d'éléments grossiers (cailloux), très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, activité biologique décelable, transition pas nette et régulière, les racines de palmier dattier peu abondantes, de diamètre moyen et fin, répartition hétérogène.

Horizon H2 (11-55cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/4 (Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sablo-limoneux, à structure grenue, forme diffuse, peu salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, activité biologique non décelable, transition pas nette et régulière, densité moyenne de racines de palmier dattier, de diamètre fin et moyen.

Horizon H3 (55-100cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, à structure polyédrique, forme encroûtement, présence accumulations gypseuses, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, transition pas nette et régulière, les racines de palmier dattier très abondantes, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H4 (> 100cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), ferme, compact, cimenté, sableux, à structure polyédrique, forme croûte, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, densité faible des racines de palmier dattier, de diamètre fin et moyen, répartition hétérogène, la profondeur maximale des racines atteint 130cm.

1.1.3.1.2. Etude morphologique du profil S3P2

Date de description: 01-05-2005.

Horizon H1 (0-13cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/8 (Strong Brown), ferme compact, cimenté, sablo-limoneux, à structure grenue forme diffuse, goût indéterminé, pas d'éléments grossiers, pas d'effervescence à l'HCl, MO non décelable, présence d'activité biologique, transition pas nette et régulière, les racines de palmier dattier abondantes, de diamètres fins et moyens, répartition hétérogène.

Horizon H2 (13-67cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/6 (Strong Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, à structure grenue, forme diffuse, peu salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres.

Horizon H3 (67-96cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/6 (Strong Brown), friable, non compact, non cimenté, sableux, à structure granulaire, forme diffuse, salé, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H4 (>96cm) : La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), ferme, compact, cimenté, sableux, à structure polyédrique, forme encroûtement, peu salé, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, quelques racines de palmier dattier, de diamètres fins et moyens, répartition hétérogène, la profondeur maximale des racines atteint 135cm.

1.1.3.1.3. Etude morphologique du profil S3P3

Date de description: 01-05-2005

Horizon H1 (0-38cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sablo-limoneux, à structure grenue, forme diffuse, sans goût, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et irrégulière, densité moyenne des racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H2 (38-71cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/6 (Strong Brown), friable, peu compact, sableux, structure grumeleuse, forme diffuse, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier, de diamètres moyens et grossiers, répartition hétérogène.

Horizon H3 (> 71cm) : La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), ferme, peu compact, sableux, à structure polyédrique, forme encroûtement, goût indéterminé, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, densité moyenne des racines de palmier dattier, de diamètre moyen et grossier, répartition hétérogène la profondeur maximale des racines atteint 189 cm.

1.1.3.1.4. Etude morphologique du profil S3P4

Date de description: 01-05-2005

Horizon H1 (0-38cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), peu friable, peu compact, sablo-limoneux, à structure grenue, forme diffuse, très salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, présence de tâches noires, de la MO, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, quelque racines de palmier dattier de différents diamètres.

Horizon H2 (38-67cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), friable, peu compact, limono-sableux, à structure grumeleuse, forme encroûtement, présence de tâches blanchâtres sous forme de cristaux, peu salé, pas d'éléments grossiers, faible effervescence à l'HCl, pas de MO, transition nette, densité moyenne des racines de palmier dattier, la plupart des racines pourries, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H3 (>67cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/2 (Brown), friable, compact, sableux, à structure polyédrique, forme croûte, présence de tâches blanches, très salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, pas de MO, densité moyenne des racines de palmier dattier, diamètres moyens et fins, la profondeur maximale des racines atteint 146 cm.

1.1.3.1.5. Etude morphologique du profil S3P5

Date de description: 01-05-2005.

Horizon H1 (0-32cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 4/4 (Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sablo-limoneux, à structure grenue, forme diffuse, salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à moyenne à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette, irrégulière, les racines de palmier dattier très abondantes, de diamètres différents, répartition hétérogène.

Horizon H2 (32-68cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/8 (Strong Brown), très friable, pas compact, sableux, à structure grumeleuse, forme diffuse, présence de tâches grises,

salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition pas nette et régulière, nombreuses racines de palmier dattier de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H3 (>68cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/6 (Strong Brown), friable, compact, cimenté, sableux, à structure polyédrique, forme écroûtement, peu salé, pas d'éléments grossiers, très faible effervescence à l'HCl, pas de MO, densité moyenne des racines de palmier dattier, de diamètres moyens et fins, répartition hétérogène, la profondeur maximale des racines atteint 134 cm.

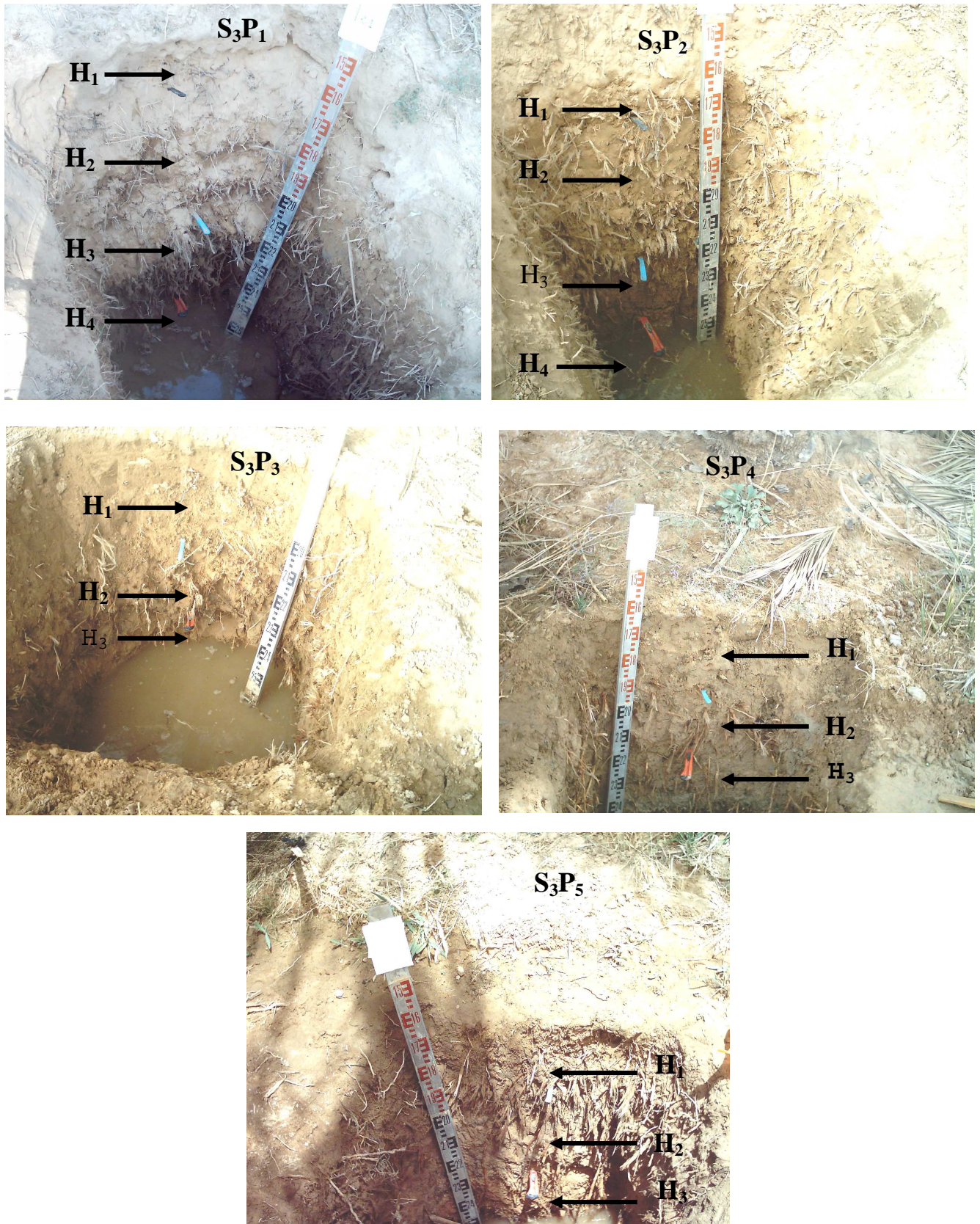


Figure 7. Représentation des cinq profils de la station du Chott.

1.1.3.2. Discussion

Les sols de cette station, d'une manière générale, se caractérisent par le peu d'homogénéité. Les textures sableuses à sablo-limoneuses qui sont dominantes, le nombre d'horizons est compris entre 03 et 04, avec des épaisseurs différentes (Fig. 7).

L'encroûtement et la croûte sont presque remarquables dans toute la station. Les racines âgées, de couleur marron et noirâtre sont plus dominantes dans les horizons superficiels. Par contre, pour les horizons profonds, en présence de nappe, les racines jeunes ont la couleur jaune à blanchâtre, sont plus dominantes, avec la présence de racines pourries.

1.1.4. Etude morphologique du sol de la station de Hassi Ben Abdallah S₄

Topographie :Pente ≤ 1 .

Situation :Hassi Ben Abdallah.

Culture :Palmier dattier.

1.1.4.1. Etude morphologique des profils de la station S₄

1.1.4.1.1. Etude morphologique du profil S₄P₁

Date de description:19-03-2005

Horizon H1 (0-35cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/8 (Reddish Yellow), La couleur à l'état humide est 7.5 YR friable, peu compact, sableux, à structure grenue, forme diffuse, présence d'éléments grossiers, faible effervescence à l'HCl, MO décelable, présence d'activité biologique, transition pas nette et irrégulière, quelques racines de palmier dattier, de diamètres fins et moyens, répartition hétérogène.

Horizon H2 (35-63cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/8 (Strong Brown), friable, peu compact, limono-sableux, structure grenue, peu salé, présence d'éléments grossiers, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, transition nette et irrégulière, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H3 (> 63cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/6 (Reddish Yellow), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, structure grumeleuse, les éléments grossiers très abondants, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène.

1.1.4.1.2. Etude morphologique du profil S4P2

Date de description:19-03-2005

Horizon H1 (0-42cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/4 (Brown), très friable, compact, cimenté, sableux, à structure grenue, forme diffuse, peu salé, peu d'éléments grossiers, faible effervescence à l'HCl, MO décelable, présence d'activité biologique, transition nette et régulière, quelques racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H2 (42-83cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/6 (Strong Brown), friable, compact, cimenté, sablo- limoneux, à structure grumeleuse, forme diffuse, présence des graviers, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, transition pas nette et irrégulière, densité moyenne des racines de palmier dattier, de différents diamètres, elles sont âgées.

Horizon H3 (>83cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/6 (Reddish Yellow), friable, compacte, sablo- limoneux, structure grumeleuse, les graviers très abondants, sans goût, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, nombreuses racines de palmier dattier, de diamètres fins et moyens (racines âgées), répartition hétérogène.

1.1.4.1.3. Etude morphologique du profil S4 P3

Date de description:19-03-2005

Horizon H1 (0-66cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/6 (Reddish yellow), friable, peu compact, limono- sableux, à structure grenue, forme diffuse, peu salé, présence de graviers, très faible effervescence à l'HCl, MO décelable, pas d'activité biologique, transition nette et irrégulière, densité moyenne des racines de palmier dattier, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H2 (>66cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/2 (Pinkish gray), friable, non compact, limono- sableux, à structure grenue, forme diffuse, les éléments grossiers très abondants, peu salé, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, densité moyenne de racines de palmier dattier, de diamètres différents, répartition hétérogène.

1.1.4.1.4. Etude morphologique du profil S4 P4

Date de description: 19-03-2005

Horizon H1 (0- 23cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/8 (Reddish Yellow), très friable, peu compact, faible cimentation, sablo- limoneux, structure grenue, présence de cailloux, faible effervescence à l'HCl, goût non salé, MO décelable, activité biologique décelable,

transition pas nette et irrégulière, quelque racines de palmier dattier de diamètres moyens, répartition hétérogène.

Horizon H2 (23-63cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/6 (Strong Brown friable, compact, sablo-limoneux, structure grenue, les éléments grossiers peu abondants, sans goût, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, activité biologique décelable, transition nette et irrégulière, les racines de palmier dattier, peu abondantes, de différents diamètres, répartition hétérogène.

Horizon H3 (> 63cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/6 (Reddish Yellow), friable, peu compact, sableux, les éléments grossiers très abondants, sans goût, très faible effervescence à l'HCl, nombreuses racines de palmier dattier, de différents diamètres.

1.1.4.1.5. Etude morphologique du profil S4P5

Date de description:19-03-2005

Horizon H1 (0-20cm), La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/6 (Strong Brown), friable, non compact, faible cimentation, limono-sableux, à structure, grenue, peu salé, présence de graviers, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition nette et régulière, quelque racines de palmier dattier; de diamètres fins et grossiers, répartition hétérogène.

Horizon H2 (20-54cm) : La couleur à l'état humide est 7.5 YR 5/8 (Strong Brown), friable, compact, limono-sableux, à structure grumeleuse, forme diffuse, peu salé, présence de graviers, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, transition nette et irrégulière, les racines de palmier dattier peu abondantes, répartition hétérogène.

Horizon H3 (54-80cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/4 (Light Brown), friable, peu compact, peu cimenté, sableux, à structure grumeleuse, présence de graviers, peu salé, faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, la transition pas nette et irrégulière, densité faible des racines de palmier dattier, la distribution hétérogène.

Horizon H4 (>80cm): La couleur à l'état humide est 7.5 YR 6/6 (Reddish Yellow), friable, compact, cimenté, sableux, à structure grumeleuse, forme diffuse, les éléments grossiers très abondants, très faible effervescence à l'HCl, MO non décelable, pas d'activité biologique, les racines de palmier dattier, peu abondantes, de différents diamètres, répartition hétérogène.

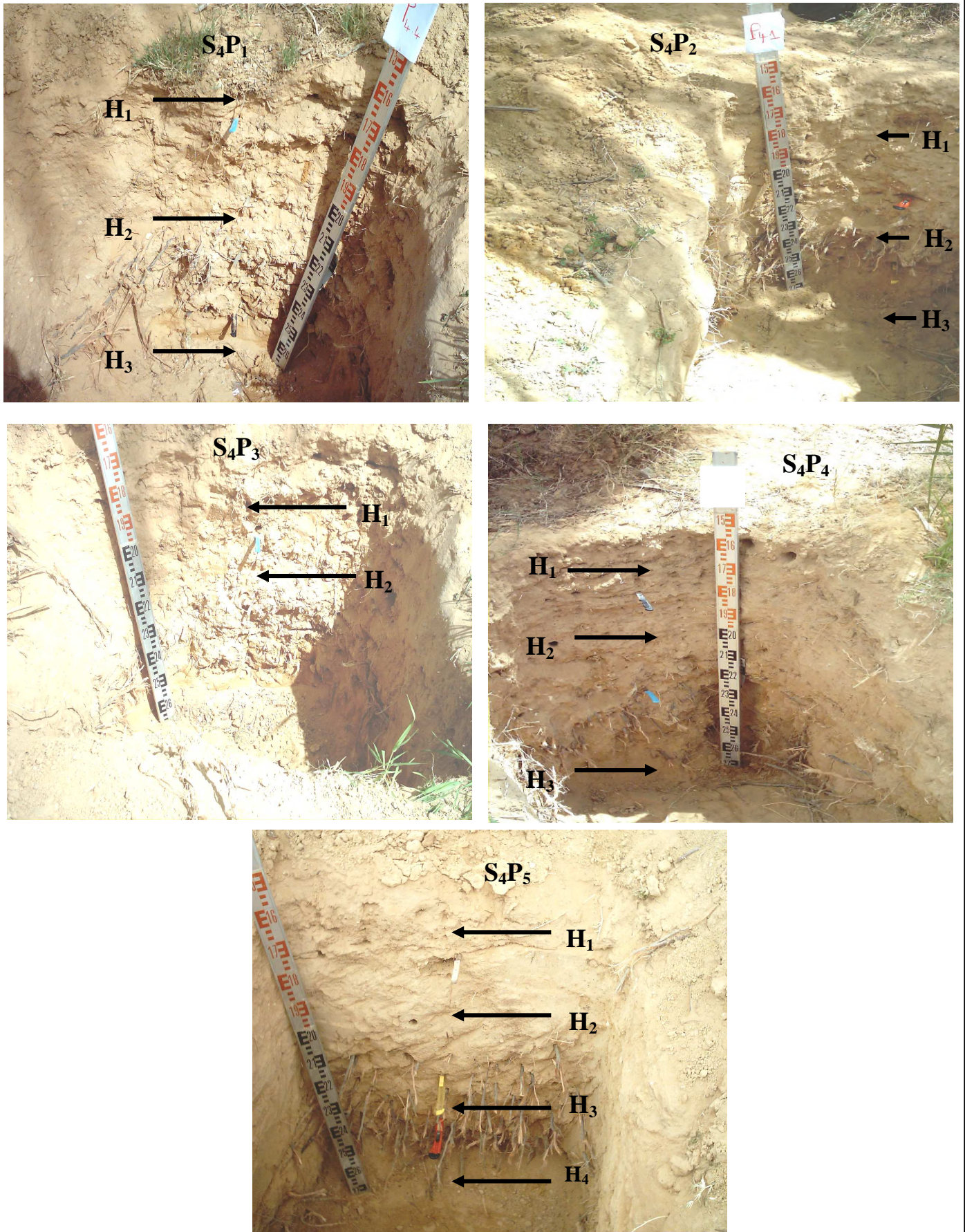


Figure 8: Représentation des cinq profils de la station de Hassi Ben Abdallah.

La profondeur maximale des racines dans cette station dépasse 3 m.

1.1.4.2. Discussion

La texture varie entre sableuse à sablo-limoneuse, dont le nombre d'horizons est compris entre 2 et 4 horizons, et des épaisseurs différentes (Fig. 8). Les racines âgées, de couleur marron à noirâtre, sont les plus représentées. La densité racinaire, d'une manière générale, reste faible.

Conclusion

Les sols de nos stations expérimentales sont peu homogènes du point de vue texture. Celle-ci est sableuse à sablo-limoneuse. Le nombre d'horizons est compris entre 2 et 4 horizons, d'épaisseurs et de profondeurs différentes.

L'encroûtement et la croûte existent dans la station de Mékhadma, du Chott, avec une dureté qui augmente dans la station de Mékhadma, dont les épaisseurs et les profondeurs ne sont pas homogènes. Ils sont absents dans les stations de Hassi Ben Abdallah et la station de Ain EL-Beïda.

L'encroûtement est en général au dessus de la croûte, la nature gypseuse est la plus dominante.

Tableaux III: Résultats des analyses du sol des profils de Mékhadma

Palmiers	Horizons	CE à 25°C (dS/m)	Rs (g / l)	pH	H%	CaSO ₄ %	CaCO ₃ %	Sg %	Sf %
1	H1	3,18	2,40	7,6	18,54	44,18	6,19	71,45	19,65
	H2	3,04	1,60	7,51	21,58	22,59	0,91	43,55	43,45
	H3	3,02	1,20	7,45	33,75	36,66	0,45	43,30	38,65
	H4	4,06	3,20	7,47	26,68	31,07	0,30	42,75	46,05
2	H1	2,83	3,20	7,6	13,85	25,18	1,24	74,85	7,00
	H2	3,03	3,60	7,45	34,04	15,36	0,59	35,00	43,55
	H3	3,16	5,60	7,5	30,47	26,49	0	46,55	40,40
3	H1	3,36	2,80	7,6	8,10	20,31	1,27	69,30	22,65
	H2	3,96	3,20	7,65	27,81	17,95	1,59	31,85	55,00
	H3	3,35	2,80	7,54	68,33	22,87	1,17	41,20	43,90
4	H1	1,62	2,00	7,52	25,20	20,92	1,36	79,50	11,25
	H2	3,21	2,40	7,6	20,77	20,11	1,41	43,45	47,40
	H3	3,69	2,00	7,5	51,81	17,38	1,74	49,70	37,30
5	H1	2,99	2,80	7,6	26,50	31,48	0,76	61,10	9,85
	H2	3,11	2,40	7,5	36,22	20,35	1,20	54,95	34,60
	H3	3,80	4,40	7,45	34,97	25,62	1,35	47,35	37,15

1.2. Description analytique du sol

1.2.1. Résultats des analyses du sol des profils de Mékhadma

A partir des résultats enregistrés dans le (Tableau III)

La conductivité électrique (AUBERT, 1978; in NETTARI ; ROUAS, 2000) (Annexe 05) et le résidu sec montrent que le sol est peu salé à très salé ($1,62 \text{ dS/m} \leq \text{CE} \leq 4,06 \text{ dS/m}$), d'après SOLTNER (1988), le pH_{1/5} est alcalin ($7,45 \leq \text{pH}_{1/5} \leq 7,6$) (Annexe 06). L'humidité est élevée, selon BARZANYI 1973 in ABDESSELAMS.S.1999 (Annexe 07). Le sol est extrêmement gypseux. La teneur de calcaire totale diminue avec la profondeur. Pour les deux premières profils, ($0\% \leq \text{CaCO}_3 \leq 6,19\%$), contrairement aux profils 4 et 5, où la teneur en calcaire augmente avec la profondeur ($0,76\% \leq \text{CaCO}_3 \leq 1,74\%$). Donc, le sol est non calcaire à modérément calcaire (BAIZE, 1988 in LEMAISSI, 2003) (Annexe 08).

*Etude du sol***Tableaux IV : Résultats des analyses du sol des profils de Ain El-Beïda**

Palmiers	Horizons	CE à 25°C (dS/m)	Rs (g / l)	pH	H%	CaSO₄ %	CaCO₃%	Sg %	Sf %
1	H1	2,97	3,50	7,95	20,10	1,96	1,15	41,75	38,7
	H2	3,37	3,50	7,65	51,50	2,11	0,30	35,4	50,1
	H3	3,35	3,50	7,77	31,62	6,29	0,01	27,2	62,45
2	H1	2,71	3,00	7,50	23,75	1,63	0,49	31,55	38,8
	H2	3,21	3,00	7,75	31,26	8,93	0,33	29,35	47,4
	H3	3,02	3,50	7,55	24,12	6,30	0,07	48,65	41,9
3	H1	3,21	3,00	7,65	14,87	0,97	0,36	41,05	38,65
	H2	3,42	3,50	7,70	54,89	7,15	0,15	32,9	60,85
	H3	2,96	3,00	7,57	57,00	9,15	0,13	34,9	55,3
4	H1	3,21	2,50	7,60	25,33	1,89	0,60	40,55	48,8
	H2	3,23	3,00	7,42	24,83	6,40	0,30	41,1	37,8
	H3	3,22	3,50	7,50	35,71	12,25	0,34	39,3	35,65
	H4	3,12	3,00	7,45	32,90	5,95	0	37,35	74
5	H1	3,15	3,50	7,80	23,87	5,44	0,83	28,3	52,4
	H2	3,03	3,50	7,70	34,14	19,88	0,11	45,85	46,85
	H3	2,90	2,50	7,68	37,91	5,56	0,01	33,25	46,25

1.2.2. Résultats des analyses du sol des profils de Ain El-Beïda

D'après les résultats obtenus (Tableau IV), la conductivité électrique et le résidu sec montrent que le sol est très salé. Le pH de cette station est alcalin ($7,42 \leq \text{pH}_{1/5} \leq 7,95$ %), l'humidité du sol augmente avec la profondeur pour les trois derniers profils, à cause de la remontée de la nappe phréatique. l'humidité du sol évolue avec l'augmentation du pourcentage de sable fin.

La teneur en gypse dans le sol de cette station est variable. Nous avons trouvé que le sol du profil cinq est légèrement gypseux à extrêmement gypseux. Par contre, dans les autres profils, le sol est légèrement gypseux à modérément gypseux. La teneur en calcaire dans le sol est très faible et diminue avec la profondeur ($0 \leq \text{Ca CO}_3 \leq 1,15\%$).

Tableaux V: Résultats des analyses du sol des profils du Chott

Palmiers	Horizons	CE à 25°C (dS/m)	Rs (g / l)	pH	H%	CaSO ₄ %	CaCO ₃ %	Sg %	Sf %
1	H1	2,76	3,20	7,30	2,41	2,01	0,50	34,25	51,70
	H2	2,12	2,40	7,32	18,90	9,11	0,83	55,90	39,95
	H3	3,64	2,00	7,37	22,21	30,01	1,07	36,30	39,95
	H4	3,66	2,40	7,41	25,80	9,76	2,02	40,50	29,75
2	H1	2,59	2,50	7,34	2,61	7,53	0	59,00	38,95
	H2	1,27	3,00	7,56	11,89	4,34	0,39	56,05	36,95
	H3	3,54	2,50	7,74	25,49	13,69	2,42	38,15	50,60
	H4	3,78	4,00	7,47	28,57	6,01	2,50	35,50	37,75
3	H1	2,78	3,00	7,86	16,92	6,39	0,59	28,60	37,00
	H2	2,90	2,50	7,81	23,84	7,77	0,64	36,95	42,50
	H3	3,34	3,00	7,70	36,45	21,87	0,35	38,20	24,75
4	H1	5,62	4,50	7,50	22,12	1,63	1,34	45,75	40,15
	H2	4,32	3,50	7,30	28,67	19,87	1,06	54,20	28,80
	H3	3,40	3,50	7,48	25,52	30,11	0,21	29,35	54,75
5	H1	2,85	3,50	7,50	18,22	10,19	1,83	46,90	47,45
	H2	3,69	2,50	7,30	26,14	4,77	0,90	38,50	43,40
	H3	3,48	3,00	7,39	19,01	17,94	0,90	47,85	45,65

1.2.3. Résultats des analyses du sol des profils du Chott

D'après les résultats obtenus (Tableau V), nous avons remarqué que la conductivité électrique et le résidu sec montrent que le sol est salé. Le $pH_{1/5}$ est alcalin. L'humidité du sol augmente avec la profondeur dans les profils (1), (2) et (3), avec une augmentation du pourcentage de sable fin. Mais, dans le quatrième et le cinquième profil, l'humidité du sol diminue dans le dernier horizon, où elle est proche de la nappe. Cette diminution est fonction de la texture.

La teneur en gypse dans cette station augmente avec la profondeur pour le troisième et le quatrième profil ($1,63\% \leq Ca SO_4 \leq 30,11\%$) qui ont une homogénéité morphologique et analytique, donc ils présentent un encroûtement à H₂ et une croûte à H₃, mais avec des profondeurs et des épaisseurs différentes.

Dans les autres profils, la teneur en gypse est hétérogène.

Le sol de cette station est non calcaire à peu calcaire ($0\% \leq CaCO_3\% \leq 2,5\%$).

Tableaux VI : Résultats des analyses du sol des profils de Hassi Ben Abdallah

Palmiers	Horizon	CE à 25°C(dS/m)	Rs (g / l)	pH	H%	CaSO ₄ %	CaCO ₃ %	Sg %	Sf %
1	H1	1,17	0,80	7,48	3,70	3,01	6,16	47,65	25,8
	H2	1,39	0,40	7,45	2,70	3,40	5,63	66,7	20,65
	H3	1,26	1,20	7,35	4,39	7,13	5,80	51,6	42,6
2	H1	0,78	1,20	7,50	7,20	1,00	4,15	41,55	24,95
	H2	0,96	1,20	7,66	9,01	1,38	5,34	63,8	34,45
	H3	0,50	0,40	7,41	9,04	1,51	4,72	34,6	26,05
3	H1	0,61	0,80	7,70	8,31	1,36	5,38	63,15	27,1
	H2	0,95	1,20	7,63	6,12	1,10	2,92	57,7	24,75
4	H1	0,91	1,20	7,39	4,00	2,00	2,41	49,3	44,05
	H2	1,71	1,60	7,58	7,02	2,00	3,57	59,25	22,05
	H3	0,60	2,00	7,45	8,03	5,41	1,38	52,45	34,65
5	H1	0,95	0,80	7,47	5,84	2,00	4,32	51,3	13,9
	H2	0,86	0,40	7,50	3,47	2,68	3,71	37,8	31,75
	H3	0,47	0,40	7,42	5,44	0,67	2,97	35,6	44,95
	H4	0,60	0,40	7,38	4,03	1,00	1,47	9,6	15,9

1.2.4. Résultats des analyses du sol des profils de Hassi Ben Abdallah

A la lumière des résultats obtenus, (Tableau VI), nous avons remarqué que la conductivité électrique et le résidu sec montrent que le sol est peu salé. Le $pH_{1/5}$ du sol est alcalin ($7,35 \leq Ph_{1/5} \leq 7,70$). L'humidité du sol est faible. Le sol est légèrement gypseux ($0,67\% \leq CaSO_4 \leq 7,13\%$). Le sol de cette station est peu calcaire à modérément calcaire, le sable grossier est le plus représenté.

Conclusion

La conductivité et le résidu sec montrent que les sols des stations de Mékhadma, du Chott et de Ain El-Beïda sont très salés par rapport à la station de Hassi Ben Abdallah, car le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface du sol, ce qui favorise l'accumulation des sels par remontée capillaire. Il est peu salé à Hassi Ben Abdallah, car la nappe phréatique est profonde.

Le $pH_{1/5}$ est dans l'ensemble des stations alcalin ($7,30 \leq pH_{1/5} \leq 7,95$).

L'humidité est élevée dans les stations de Mékhadma, Ain El-Beïda et du Chott. Elle est faible dans la station de Hassi Abdallah, car, il y'a absence d'apport d'eau par la nappe.

L'humidité est liée à la texture du sol.

La teneur en gypse est très importante à Mékhadma, elle est importante au Chott et à Ain El-Beïda. Elle est très faible dans la station de Hassi Abdallah. Cette variation est peut être due au niveau de la nappe phréatique dans les station de Mékhadma, du Chott et Ain El-Beïda par rapport à la station de Hassi Ben Abdallah.

La teneur en calcaire est hétérogène dans les quatre stations, la teneur la plus importante est enregistrée à Hassi Abdallah, et la teneur la plus faible est enregistrée dans la station de Ain El-Beïda.

2. Etude des propriétés des sols

2.1 Etude des propriétés physiques

2.1.1. Densité apparente

Tableaux VII: Densité apparente dans les profils des sols irrigués

Profondeurs	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah
0-10	1,22	1,19	1,23	1,27
10-20	1,15	1,16	1,22	1,35
20-30	1,10	1,12	1,20	1,37
30-40	1,03	1,13	1,25	1,41
40-50	1,12	1,10	1,20	1,39
50-60	1,00	1,15	1,22	1,43
60-70	1,06	1,19	1,13	1,38
70-80	1,13	1,28	1,22	1,45
80-90	1,12	1,22	1,25	1,40
90-100	1,20	1,24	1,30	1,42
100-110	1,22	1,25	1,30	1,46
110-120	1,19	1,20	1,22	1,45

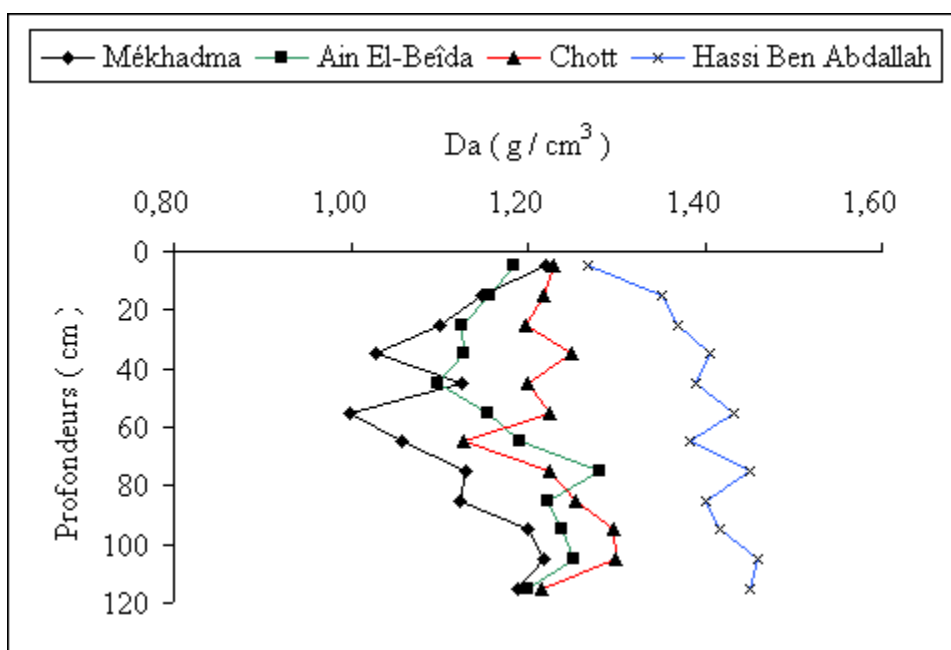


Figure 9 : Densité apparente dans les profils des sols irrigués

Dans les stations de Mékhadma, Ain El-Beïda et du Chott, la densité apparente diminue dans les couches, au-dessus de la nappe, à cause de la densité racinaire qui est plus élevée dans cette zone. Elle est élevée dans les dernières couches où la présence de l'encroûtement et la croûte qui inhibent le développement des racines.

Globalement, la densité apparente est très élevée dans la station de Hassi Ben Abdallah que dans les autres stations, puisque la densité racinaire est faible. Elle est présente dans la profondeur qui dépasse 3 mètres (Fig. 9).

2.1.2 Humidité du sol

Tableau VIII: Profils hydriques des sols irrigués

Profondeurs	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah
0-10	15,14	20,16	13,69	3,96
10-20	17,90	21,13	16,54	4,41
20-30	18,95	24,44	18,82	4,66
30-40	30,10	26,10	21,57	4,58
40-50	26,49	27,82	22,51	5,18
50-60	31,07	30,51	22,69	4,89
60-70	37,75	30,78	24,46	7,14
70-80	35,25	26,57	24,95	4,96
80-90	35,08	27,00	21,15	5,20
90-100	32,68	30,32	24,32	4,33
100-110	33,47	27,09	25,22	4,62
110-120	30,88	26,35	28,41	5,05

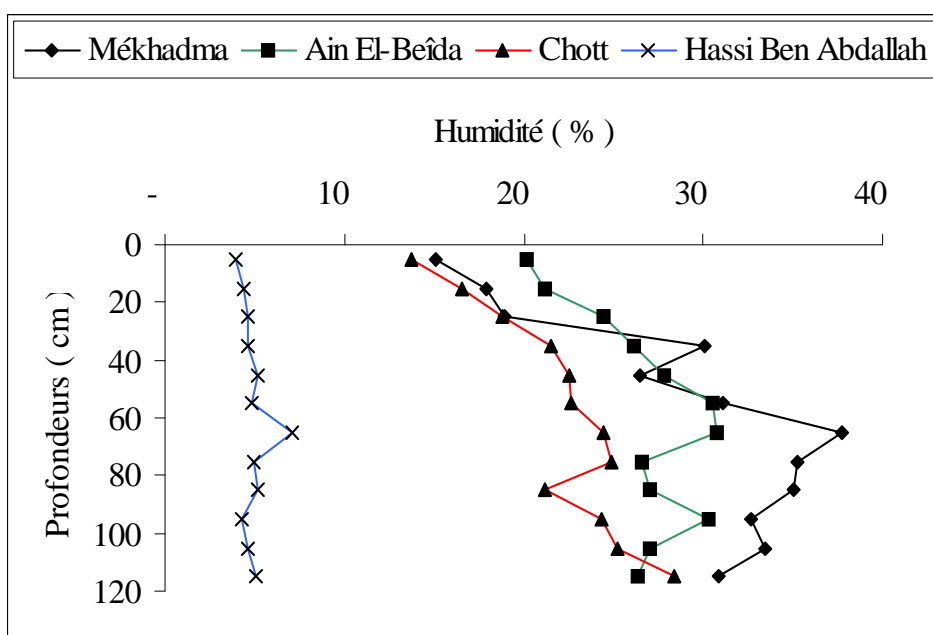


Figure 10. Humidité des sols

D'après les résultats obtenus (Fig.10), l'humidité du sol dans la station de Mékhadma oscille entre 15,14 à 37,75%, elle est faible en surface et augmente en profondeur.

Pour la station de Ain El-Beïda, l'humidité du sol est variable, faible en surface, puis augmente en profondeur.

Pour la station du chott, l'humidité du sol est faible par rapport aux deux autres stations de Mékhadma et de Ain El-Beïda, qui atteignent une valeur maximale de 28,41%. L'humidité augmente régulièrement entre la surface et la profondeur.

Pour la station de Hassi Ben Abdallah, l'humidité du sol est très faible ($3,96\% \leq H\% \leq 7,14\%$).

L'humidité du sol dans les trois stations de Mékhadma, Ain El-Beïda et du Chott est élevée ($15,14\% \leq H\% \leq 37,75\%$). A Hassi Ben Abdallah, elle est très faible ($3,96\% \leq H\% \leq 7,14\%$), car le niveau de la nappe est loin de la surface du sol.

2.2. Etude des propriétés physico-chimiques

2.2.1. Conductivité électrique des sols

Tableaux IX: Profils salins des sols irrigués

Profondeurs	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah
0-10	3,44	3,80	3,25	2,96
10-20	3,60	3,12	3,05	1,34
20-30	2,90	2,95	2,53	0,59
30-40	3,31	3,02	3,01	0,81
40-50	3,29	3,03	3,11	0,55
50-60	3,17	3,03	3,01	0,63
60-70	4,00	3,00	3,23	0,65
70-80	3,51	3,15	3,97	1,27
80-90	3,38	3,17	3,77	1,74
90-100	3,99	3,02	3,91	1,24
100-110	4,08	3,05	4,21	0,61
110-120	3,34	3,16	3,52	1,07

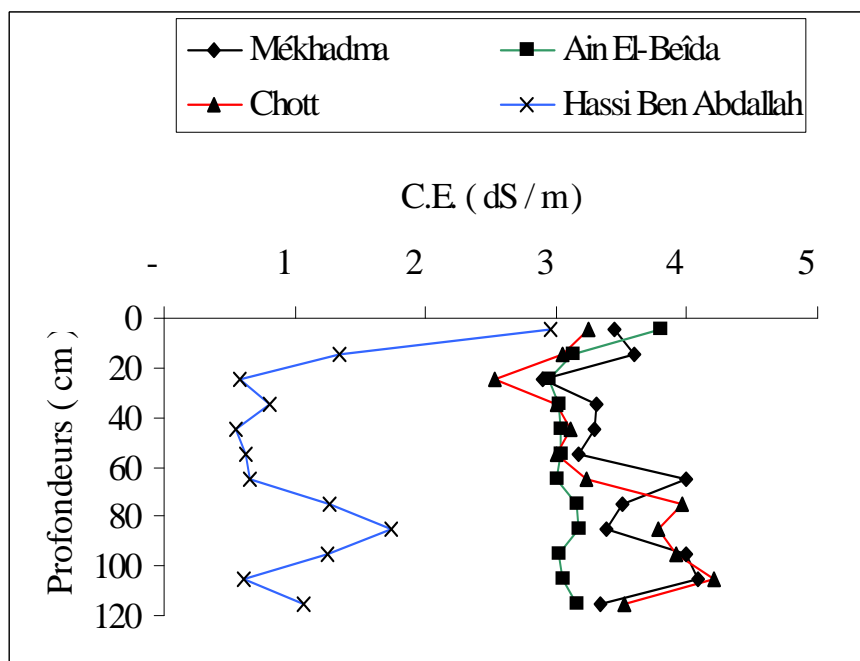


Figure 11. Profils salins des sols

D'après (Fig. 11), la conductivité électrique du sol dans les stations de Mékhadma est élevée ($2,90 \text{ dS/m} \leq \text{CE} \leq 4,08 \text{ dS/m}$), ce qui fait que le sol est très salé, et aussi pour les deux stations de Ain El-Beïda et du Chott. Mais les valeurs sont différentes pour la station de Hassi Ben Abdallah, la conductivité électrique est élevée en surface et faible en profondeur ($0,55 \text{ dS/m} \leq \text{CE} \leq 2,96 \text{ dS/m}$). Donc, le sol est peu salé à très salé. La conductivité électrique a montré que les sols des trois stations de Mékhadma, Ain El-Beïda et du Chott sont très salés par rapport à la station de Hassi Ben Abdallah, car le niveau de la nappe est proche de la surface du sol, ce qui favorise l'accumulation des sels par la remontée capillaire. Elle est moins élevée dans la station de Hassi Ben Abdallah, à cause du lessivage des sels par les irrigations.

2.2.2. Résidu Sec des sols

Tableau X: Résidu sec dans les profils des sols irrigués

profondeurs	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben abdallah
0-10	2,88	2,40	3,04	1,30
10-20	2,56	2,80	2,76	0,48
20-30	2,00	2,30	1,82	0,88
30-40	2,00	2,50	1,76	0,64
40-50	3,20	2,80	2,54	0,80
50-60	2,64	2,80	2,14	0,64
60-70	2,88	2,90	2,58	0,56
70-80	2,88	2,40	3,02	0,64
80-90	2,40	2,20	2,90	0,80
90-100	3,76	2,90	2,72	1,00
100-110	3,28	2,80	3,60	0,48
110-120	2,56	2,80	2,88	0,88

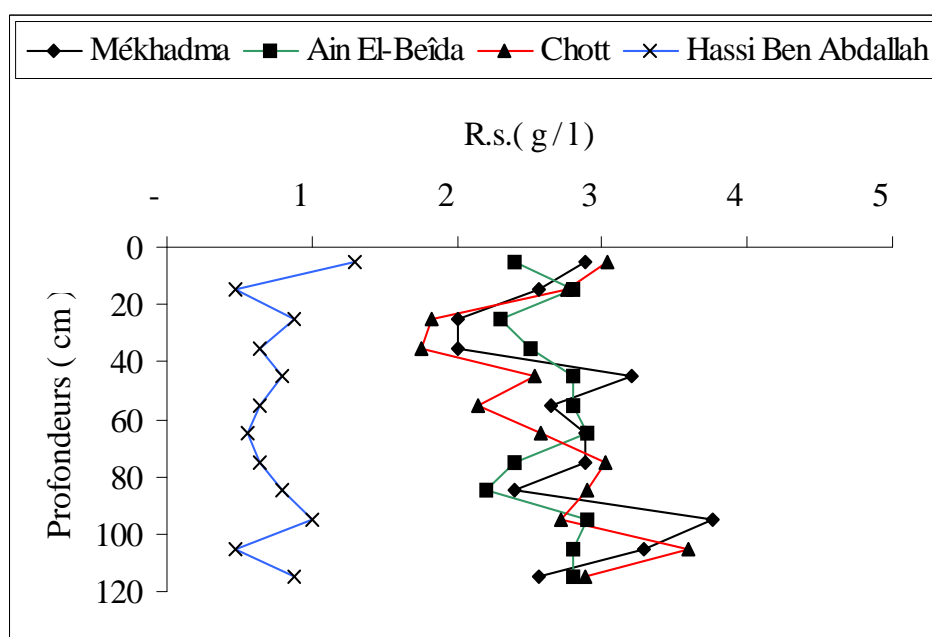


Figure 12: Résidu Sec dans les profils

D'après la figure 12, la teneur du résidu sec dans la station de Mékhadma est variable ($2\text{g/l} \leq \text{RS} \leq 3,76\text{g/l}$), et aussi pour les deux autres stations de Ain El-Beïda et du Chott, avec des différences ($1,76\text{g/l} \leq \text{RS} \leq 3,60\text{g/l}$).

Pour la station de Hassi Ben Abdallah, la teneur du résidu sec est très faible. Elle est peu élevée dans le premier horizon, puis elle diminue avec la profondeur ($0,48\text{g/l} \leq \text{RS} \leq 1,30\text{g/l}$).

2.2.3. pH des sols

Tableau XI : Le p H dans les Profils des sols irrigués

Profondeurs	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah
0-10	7,62	7,64	7,51	7,50
10-20	7,61	7,65	7,47	7,64
20-30	7,47	7,63	7,44	7,47
30-40	7,51	7,52	7,58	7,62
40-50	7,58	7,80	7,57	7,55
50-60	7,58	7,61	7,48	7,55
60-70	7,51	7,58	7,45	7,52
70-80	7,48	7,59	7,67	7,54
80-90	7,48	7,49	7,39	7,54
90-100	7,40	7,67	7,53	7,53
100-110	7,46	7,50	7,47	7,39
110-120	7,51	7,48	7,40	7,46

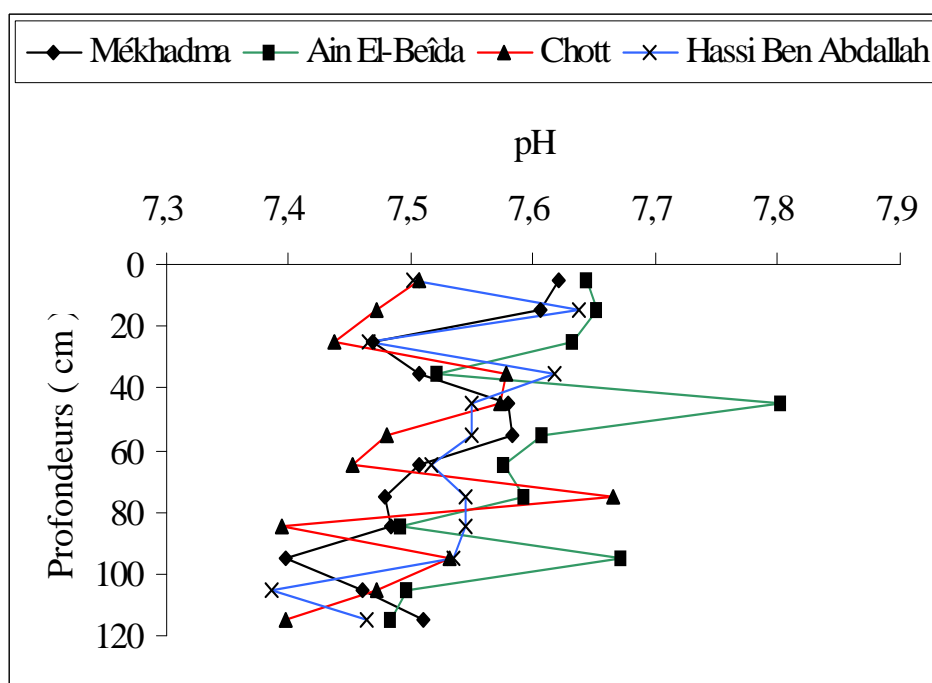


Figure 13: pH des sols dans les profils

D'après la figure (13), pour la station de Mékhadma, le pH du sol est alcalin ($7,40 \leq \text{pH} \leq 7,62$). Il est élevé en surface et diminue en profondeur.

Le pH du sol dans la station de Ain El-Beïda est alcalin ($7,48 \leq \text{pH} \leq 7,80$) et est irrégulier en profondeur.

Le pH du sol dans la station du Chott est alcalin ($7,40 \leq \text{pH} \leq 7,67$), il est variable, selon les profondeurs.

Le pH du sol dans la station de Hassi Ben Abdallah est aussi alcalin ($7,39 \leq \text{pH} \leq 7,64$).

D'une manière générale, le pH du sol, dans les quatre stations de Mékhadma, Ain El-Beïda, Chott et Hassi Ben Abdallah, il est alcalin ($7,39 \leq \text{pH}_{1/5} \leq 7,80$).

2.3. Etude des propriétés chimiques

2.3.1. Taux de gypse

Tableau XII Taux de gypse dans les sols irrigués de Ouargla

Profondeurs	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah
0-10	24,94	4,81	0,59	2,50
10-20	28,49	5,11	2,76	2,10
20-30	26,69	6,31	1,19	1,91
30-40	29,78	4,52	4,46	0,80
40-50	23,52	10,32	3,90	3,64
50-60	24,43	13,08	9,37	0,60
60-70	16,58	9,12	14,50	1,10
70-80	20,65	8,81	2,55	3,86
80-90	32,33	33,94	12,61	1,81
90-100	18,59	20,79	2,88	2,48
100-110	23,23	16,44	7,67	3,31
110-120	24,69	24,37	6,15	6,90

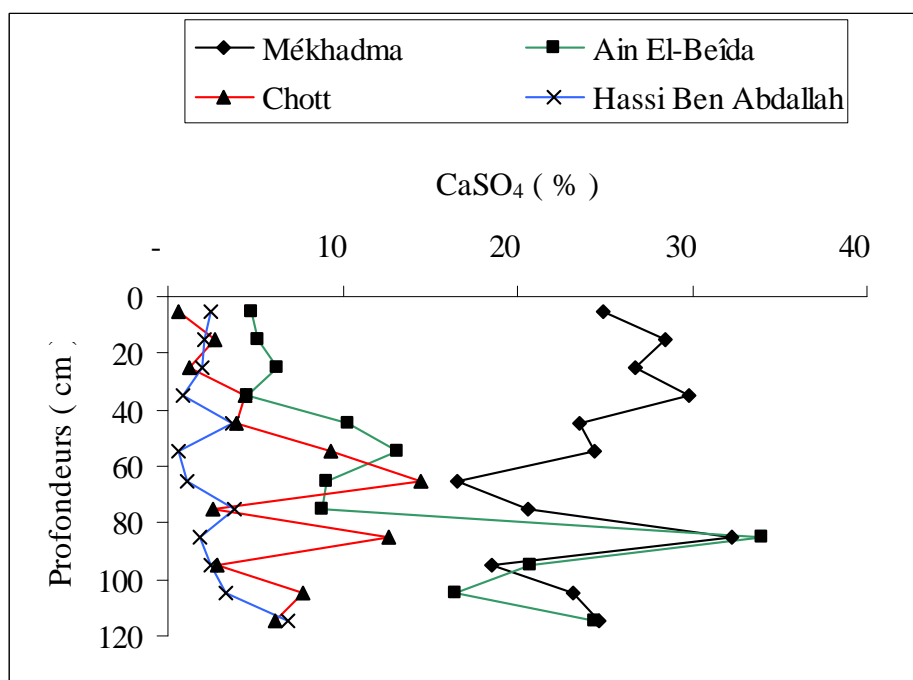


Figure 14 : Taux de gypse dans les sols irrigués

D'après la figure (14), on remarque que:

Dans la station de Mékhadma, la teneur en gypse est élevée en surface et en profondeur, qui atteint une valeur maximale de 32,33%. On trouve ce taux au niveau de la localisation de la croûte gypseuse. Cette station est extrêmement gypseuse ($16,58\% \leq \text{Ca SO}_4 \leq 32,33\%$), où la croissance des racines est inhibée.

La teneur en gypse dans la station de Ain El-Beida est faible en surface et augmente en profondeur jusqu'à 60cm, à cause de la présence de l'encroûtement gypseux, dont la teneur en gypse varie de ($4,52 \% \leq \text{Ca SO}_4 \leq 33,94\%$). Donc, le sol de cette station est légèrement gypseux à extrêmement gypseux, à cause de l'inhibition des racines.

Dans la station du Chott, la teneur en gypse augmente en surface et en profondeur, elle atteint un taux maximal de 12,61%, où la présence de l'encroûtement et de la croûte gypseuse, puis diminue. On peut dire que le sol de cette station est modérément gypseux.

Dans la station de Hassi Ben Abdallah, la teneur en gypse est très faible, elle varie ($0,60\% \leq \text{Ca SO}_4 \leq 6,90\%$), le sol de Hassi Ben Abdallah est légèrement gypseux.

2.3.2. Taux de calcaire

Tableaux XIII: Taux de calcaire dans les sols irrigués de Ouargla

Profondeurs	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah
0-10	2,05	1,03	0,84	4,10
10-20	1,60	0,83	0,92	3,31
20-30	2,73	0,73	0,89	4,95
30-40	2,49	0,43	0,84	5,41
40-50	1,23	0,28	0,65	4,68
50-60	1,34	0,21	0,97	4,76
60-70	1,45	0,22	0,71	4,61
70-80	1,15	0,27	0,93	4,39
80-90	1,40	0,10	1,24	3,47
90-100	1,12	0,23	1,00	3,09
100-110	0,50	0,02	1,26	3,03
110-120	0,60	0,05	1,09	2,53

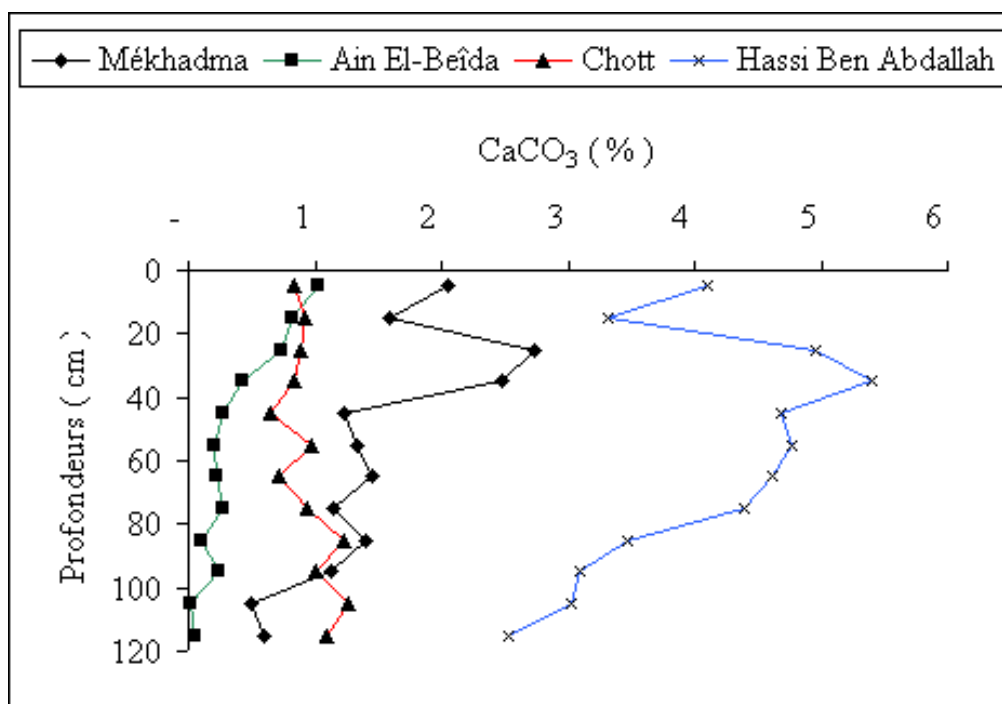


Figure 15 : Taux de calcaire dans les sols irrigués

D'après la figure (15), nous avons remarqué que la teneur en calcaire dans la station de Mékhadma est élevée dans la première couche, elle diminue en profondeur. La valeur minimale est enregistrée à 0,5 % dans le dernier horizon. Donc, la teneur en calcaire varie ($0,5 \% \leq \text{CaCO}_3 \leq 2,73 \%$), le sol de cette station est non calcaire à peu calcaire.

La teneur du calcaire total dans la station de Ain El-Beïda diminue en profondeur ($0,05\% \leq \text{CaCO}_3 \leq 1,03\%$), le sol de cette station est non calcaire.

Pour la station du Chott, la teneur en calcaire diminue en surface, puis augmente en profondeur, car la présence d'encroûtement gypso-calcaire est formée par la remontée et le rabattement de la nappe.

Le sol de cette station est non calcaire à peu calcaire ($0,65\% \leq \text{CaCO}_3 \leq 1,26\%$).

Dans la station de Hassi Ben Abdallah, la teneur de calcaire total est élevée par rapport aux trois autres stations. Elle varie ($2,53\% \leq \text{CaCO}_3 \leq 5,41\%$), le sol reste modérément calcaire.

Conclusion

La conductivité électrique et la résidu sec montrent que le sol des trois stations (Mékhadma, Ain El-Beïda et Chott) est très salée par rapport à la station de Hassi Ben Abdallah, car le niveau de la nappe est proche de la surface du sol, ce qui favorise l'accumulation des sels par remontée capillaire. Elle est peu salée dans la station de Hassi Ben Abdallah à cause du lessivage des sels par les eaux d'irrigation.

Le pH du sol dans les quatre stations est alcalin.

L'humidité du sol dans les trois stations de Mékhadma, Ain El-Beïda et du Chott est élevée ($15,14\% \leq H \% \leq 37,75\%$), que dans la station de Hassi Ben Abdallah. Elle est très faible ($3,96\% \leq H \% \leq 7,14\%$), car le niveau de la nappe est proche de la surface du sol, mais à Hassi Ben Abdallah, il est situé en profondeur.

Le sol de la station de Mékhadma est extrêmement gypseux à cause de l'accumulation gypseuse, due à la fluctuation de la nappe, par contre, dans la station de Hassi Ben Abdallah, le sol est légèrement gypseux.

Dans la station du Chott et de Ain El-Beïda, le sol est légèrement à modérément gypseux.

Les sols des stations de Mékhadma et du Chott sont non calcaire à peu calcaire, par contre, le sol de Hassi Ben Abdallah est modérément calcaire, et le sol de la station de Ain El-Beïda est non calcaire.

CHAPITRE IX: Etude de La nappe phréatique

1. Etude du niveau de la nappe phréatique

Les mesures du niveau de la nappe phréatique ont été effectuées en parallèle avec les échantillons du sol en hiver.

A l'aide d'une sonde électrique, on a mesuré la profondeur de la nappe dans chaque station, puis on a calculé la moyenne des mesures pour déterminer le niveau de la nappe pour chacune des stations.

Les résultats des mesures sont présentés dans le tableau (XIV).

Tableau XIV: Profondeur de la nappe dans les zones irriguées

Stations	Profondeurs de la nappe (cm)
Mékhadma	63.5
Ain El-Beïda	65.6
Chott	31.56

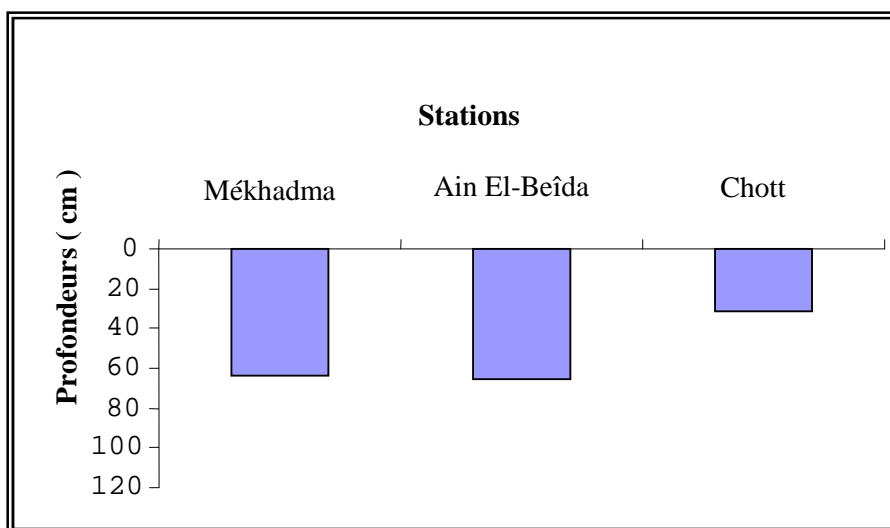


Figure 16 : Niveau de la nappe dans les zones irriguées

D'après la figure (16), nous remarquons que:

Le niveau de la nappe dans la station du Chott est plus proche de la surface du sol que dans les autres stations, celles de Ain El- Beïda et de Mékhadma, Elle atteint dans la station du

Chott 31,56 cm et dans la station de Ain El-Beïda et de Mékhadma, respectivement 65.6 cm, et 63,5 cm. La remontée de la nappe a eu un impact sur le développement du système racinaire en profondeur (LEMAISSI, 2003).

2. Etude la qualité des eaux de la nappe phréatique

2.1. Etude de la salinité des eaux

Les résultats des analyses de suivi de la salinité des eaux de la nappe phréatique durant la période de l’expérimentation, sont présentés dans le tableau (XV), par la moyenne des stations

Tableau XV. Etude de la salinité des eaux de la nappe phréatique.

Stations	Résidu sec (g/l)	CE à 25°C (dS/m)
Mékhadma	7,40	10,27
Ain El-Beïda	7,28	10,04
Chott	12,56	17,03

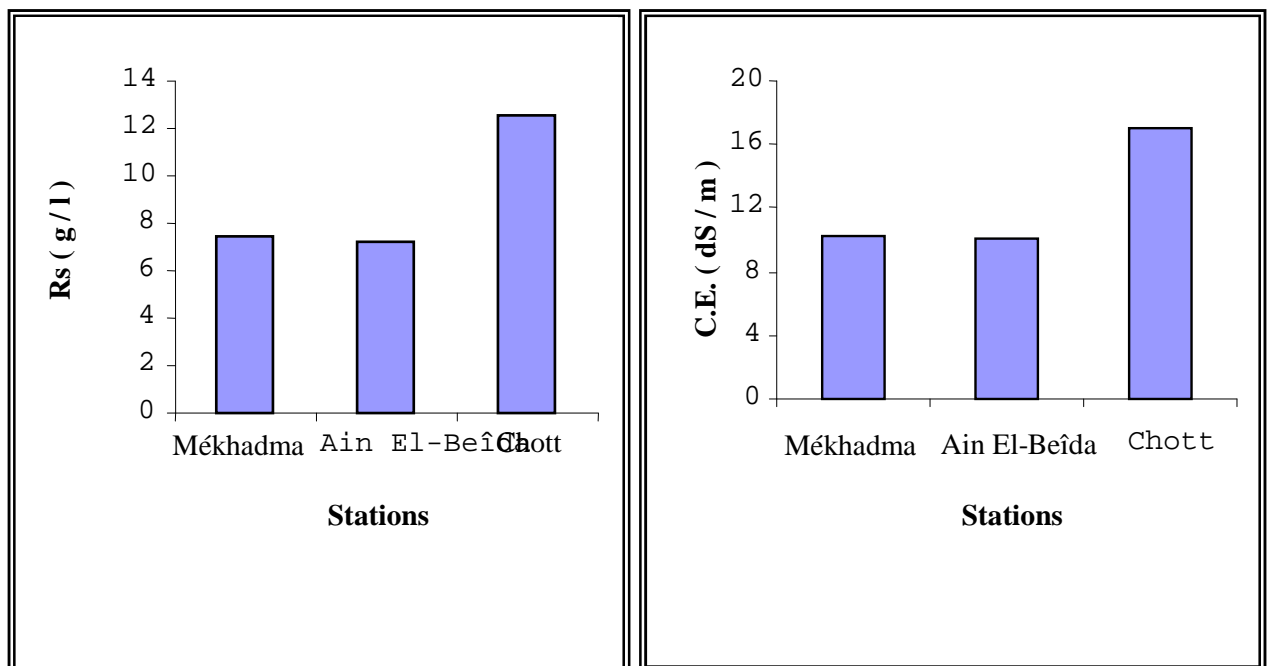


Figure 17: Salinité des eaux de la nappe phréatique

D’après la figure (17) nous remarquons que:

La salinité des eaux de la nappe phréatique dans la station du Chott est très élevée (CE = 17,03dS/m, R.s = 12,56g/l), que dans les stations de Ain El-Beïda (CE = 10,04 dS/m, R.s=7,28g/l) et de Mékhadma (CE=10,27dS/m, R.s=7,40g/l)

2.2 Etude du pH des eaux phréatiques

Le pH moyen des eaux phréatique des stations est présenté dans le tableau (XVI).

Tableau XVI : Etude du pH des eaux de la nappe phréatique.

Stations	pH
Mékhadma	7,69
Ain El- Beïda	7,03
Chott	7,19

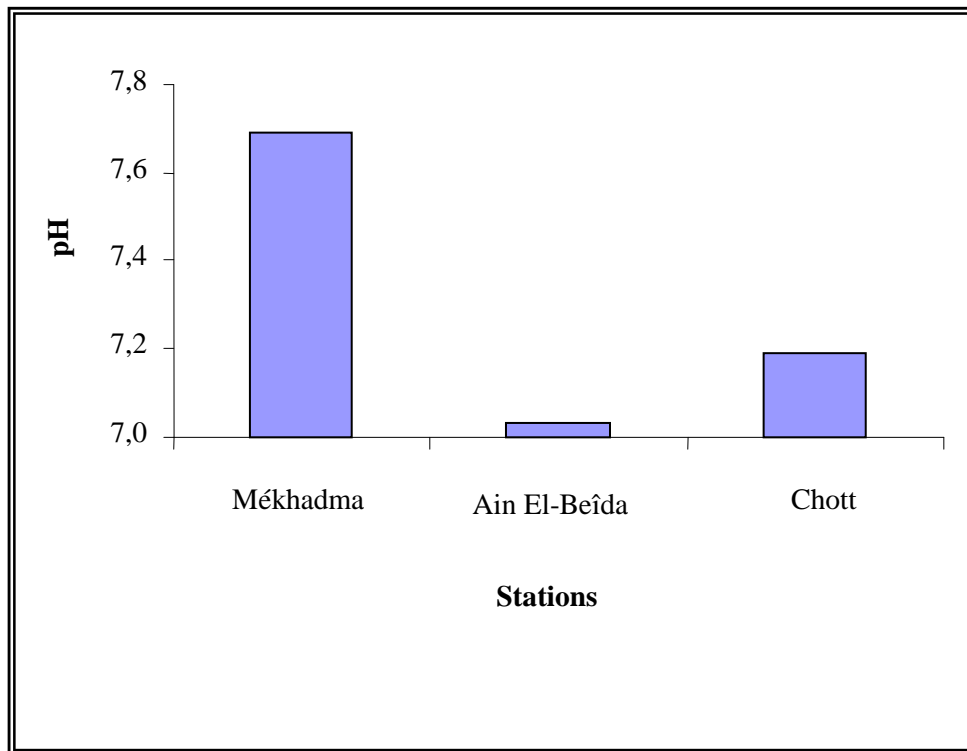


Figure 18. pH des eaux de la nappe phréatique dans les sols

D'après la figure (18), nous remarquons que:

Le pH des eaux de la nappe phréatique dans la station de Mékhadma est alcalin (7,69), et neutre dans la station de Ain El-Beida (7,03) et du Chott (7,19).

Conclusion

Le niveau le plus proche est enregistré dans la station du Chott où la nappe phréatique a subi une remontée importante par rapport au niveau du sol qui a causé une pourriture des racines.

La salinité de l'eau de la nappe phréatique dans les stations de Mékhadma et de Ain El-Beïda est faiblement salée que la station du Chott qui est moyennement salée.

Le pH de l'eau de la nappe phréatique est alcalin dans la station de Mékhadma et neutre dans les stations de Ain El- Beïda et du Chott.

CHAPITRE X: Etude du système racinaire

Dans ce chapitre, les résultats de l'étude de la morphologie racinaire et la composition chimique des racines du palmier dans les stations d'études.

1. Etude de la morphologie racinaire

1.1. Description morphologique des racines

D'après les observations sur le terrain, nous avons classé les racines du palmier dattier, selon l'âge, la couleur et le diamètre

En fonction de l'âge et la couleur, nous avons classé les racines en deux groupes:

-les racines âgées, dont la couleur marron à noirâtre, elles sont représentées dans les horizons qui sont loin du niveau de la nappe (Fig. 19)

-les racines jeunes, dont la couleur jaune à blanchâtre qui sont situées en profondeur et proches du niveau de la nappe (Fig. 20).

Selon leurs diamètres, nous avons classé ces racines en trois groupes (fines, moyennes, grossières) (Fig. 21).

Impact des obstacles mécaniques et hydriques sur l'enracinement

a. Obstacles mécaniques

L'encroûtement et la croûte gypseuse ont influé sur la densité racinaire et la morphologie racinaire ainsi que sur le développement vertical du système racinaire. L'impact de l'encroûtement et surtout sur l'aspect morphologique. Nous avons remarqué, que lorsque l'encroûtement n'est pas compact, les racines sont déviées vers les endroits non compacts; elles sont déformées et noirâtres.

L'impact de la croûte est remarqué sur la régression du diamètre racinaire entre deux horizons successifs, de structures différentes (Fig. 24)

b. Impact des eaux phréatiques

Les eaux phréatiques présentent un impact sur l'enracinement. (Fig. 22).

D'après nos observations de terrain, nous avons observé des racines pourries dont la couleur est noirâtre, et d'autres racines sont mortes à cause de l'asphyxie racinaire (Fig. 23).



Figure 19. Racines âgées



Figure 20. Racines jeunes



Figure 21. Racines de différents diamètres



Figure 22. Racines en état d'hydromorphie



Figure 23. Racines pourries



Figure 24. Impact de la croûte sur le système racinaire

1.2. Hauteur des racines respiratoires aériennes

Tableau XVII. Hauteur des racines respiratoires aériennes des palmiers dattiers dans la région de Ouargla

Stations	Hauteurs des racines (cm)
Mékhadma	16,44
Ain El-Beïda	24,33
Chott	40,56
Hassi Ben Abdallah	53,66

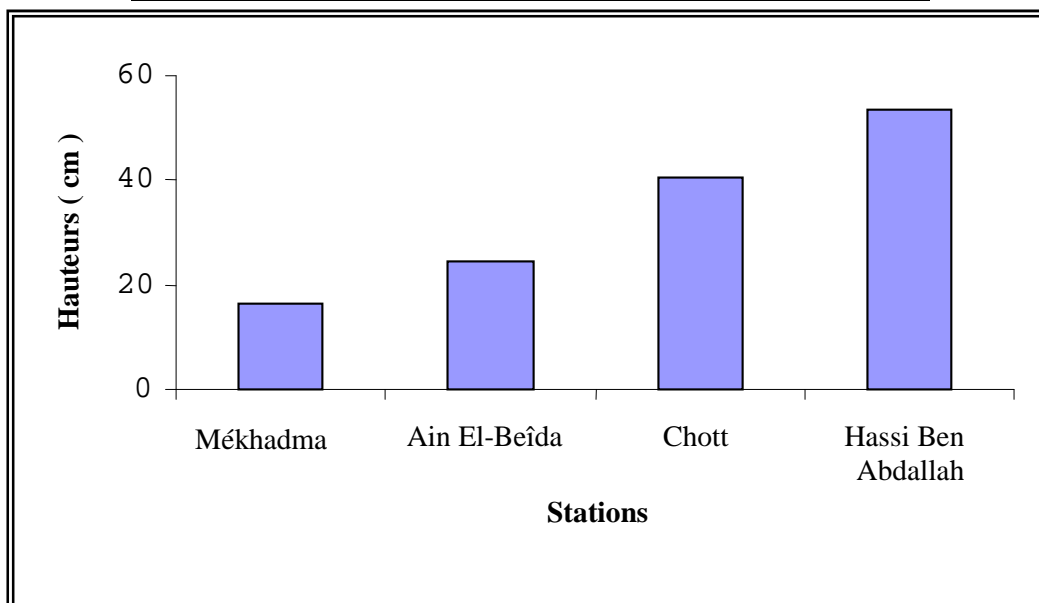


Figure 25 : Hauteur des racines respiratoires aériennes

D’après la figure (25), elle nous montre que la hauteur des racines respiratoires aériennes est variable d’une station à une autre.

Généralement, nous remarquons que l’élargissement des racines augmente dans la station de Mékhadema vers la station de Hassi Ben Abdallah.

L’étude des corrélations entre la hauteur des racines respiratoires aériennes, avec la nature des sols (tableau XVII) montre qu’il y a des corrélations très hautement significatives positives entre l’âge du palmier dattier et la hauteur des racines respiratoires. Une corrélation positive, très hautement significative entre la hauteur des racines respiratoires aériennes et la densité apparente, parce que l’augmentation de la densité apparente, provoque la diminution de l’air du sol, ce qui induit une apparition de nouvelles racines aériennes et une corrélation très hautement significative négative avec la salinité du sol.

Tableaux XVIII : Etude de la corrélation totale entre la hauteur des racines respiratoires aériennes avec la nature des sols des stations

(n=20, k=19)

	Age	Dr	Hrr	Da	C.E.s	Rss	pHs	Hs	CaCO ₃	CaSO ₄
Age	1,0000									
Dr	-0,1171	1,0000								
Hrr	0,6579***	-0,1945	1,0000							
Da	0,5867***	-0,6354***	0,5733	1,0000						
C.E.s	-0,3805	0,4682**	-0,5674	-0,8074	1,0000					
Rss	-0,5041	0,2990	-0,5870	-0,8087	0,9484	1,0000				
pHs	-0,3890	-0,2590	-0,0725	0,0946	-0,0806	0,0732	1,0000			
Hs	-0,6828	0,4965**	-0,6614	-0,8905	0,8959	0,9124	0,0288	1,0000		
CaCO ₃	0,5293**	-0,2099	0,3655	0,7445	-0,6969	-0,7790	-0,1454	-0,7221	1,0000	
CaSO ₄	-0,1814	0,4560**	-0,5455	-0,6567	0,7413	0,6459	-0,3231	0,6752	-0,4262	1,0000

* Significative ** Hautement significative *** Très hautement significative

1.3. Profondeurs racinaires

Tableaux XIX: Profondeurs d'enracinement des palmiers dans la régions de Ouargla

Stations	Profondeur d'enracinement (cm)
Mékhadma	115,4
Ain El-Beïda	128,2
Chott	146,8

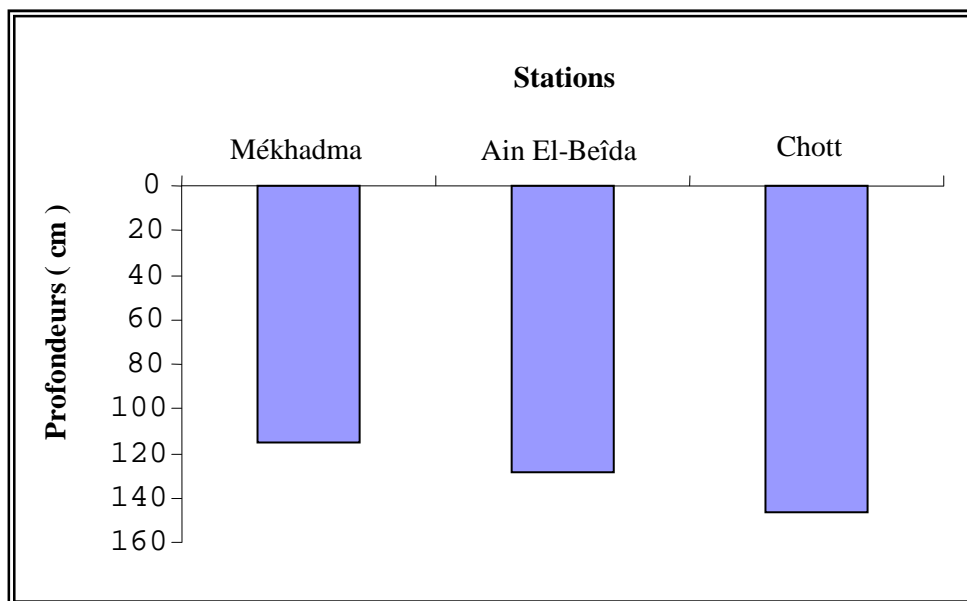


Figure 26 : Profondeurs racinaires des palmiers dattiers

D'après la figure (26), elle nous montre que les racines du palmier dattier dans la station du Chott est plus profonde (146cm) que les stations de Ain El- Beïda et de Mékhadema.

L'étude des corrélations entre l'enracinement et la nature des sols des stations (tableau XIX) montre que:

-La nappe influe sur l'enracinement, mais il n'y a pas de corrélation, parce que la nappe fluctue et l'enracinement se développe d'une manière constante. La fluctuation de la nappe est causée par sa variation saisonnière dans la station de Ain El-Beïda et la présence de problèmes de drainage dans la station de Mékhadema et du Chott.

-Il n'y a pas de corrélation entre l'âge du palmier et la profondeur d'enracinement.

Chapitre X ===== *Etude de système racinaires*

-La profondeur d'enracinement n'est pas liée avec l'âge, mais elle est en relation avec les difficultés d'environnement (obstacles encroûtement et de croûte gypseux, du niveau de la nappe).

Tableaux XX : Etude de la corrélation totale entre l'enracinement des palmiers et la nature des sols des stations (n=15, k=14)

	Age	Pr	Hrr	Dr	Da	C.E.s	Rss	pHs	Hs	CaCO ₃	CaSO ₄	pHn	C.E.n	Rsn	Nn
Age	1,0000														
Pr	0,3041	1,0000													
Hrr	0,5717	0,2267	1,0000												
Dr	0,1235	-0,0617	0,1086	1,0000											
Da	0,4031	0,3983	0,3699	-0,7039	1,0000										
C.E.s	0,3297	-0,4153	-0,2033	0,2541	-0,3970	1,0000									
Rss	-0,0988	-0,4367	-0,3673	-0,2576	-0,1373	0,6915	1,0000								
pHs	-0,4790	0,1042	-0,0751	-0,5422**	0,3554	-0,4259	0,1021	1,0000							
Hs	-0,6371	-0,4435	-0,5112**	0,3265	-0,7757	0,2468	0,4425	-0,0488	1,0000						
CaCO ₃	0,4134	-0,2427	-0,0038	0,4344	-0,3784	0,7119***	0,3554	-0,6518	0,2793	1,0000					
CaSO ₄	0,2340	-0,3621	-0,3019	0,3090	-0,3188	0,5101**	0,1294	-0,4910*	0,2475	0,6053	1,0000				
pHn	0,1599	-0,2546	-0,0099	0,0732	-0,2695	0,1972	-0,0970	-0,4213	0,1141	0,4328	0,6079	1,0000			
C.E.n	0,8565	0,1355	0,6290**	-0,1306	0,5204	0,1955	-0,0056	-0,3762	-0,6307	0,2954	0,0105	0,1896	1,0000		
Rsn	0,1017	-0,1242	0,1326	0,0978	-0,1283	0,1555	-0,0369	-0,1861	0,1035	0,2908	0,3511	0,4364	-0,0906	1,0000	
Nn	-0,6499***	-0,6203**	-0,4495	-0,2060	-0,1979	-0,0381	0,2222	0,1023	0,3707	-0,1745	0,0156	-0,0594	-0,3527	-0,1607	1,0000

* Significative ** Hautement significative *** Très hautement significative

1.4. Densité racinaire

Tableaux XXI : Densité racinaires dans les profils des stations

Profondeurs	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah
0-10	1,70	0,95	1,07	0,73
10-20	2,73	2,75	2,26	1,20
20-30	3,80	2,49	5,78	1,08
30-40	14,22	8,32	4,17	1,05
40-50	12,05	6,77	5,15	2,27
50-60	8,48	6,54	6,86	5,05
60-70	8,83	7,98	7,80	5,62
70-80	5,05	1,96	5,92	2,22
80-90	1,80	2,18	3,24	5,89
90-100	1,97	2,03	2,12	4,98
100-110	0,81	2,61	2,47	1,55
110-120	0,33	1,33	2,79	1,01

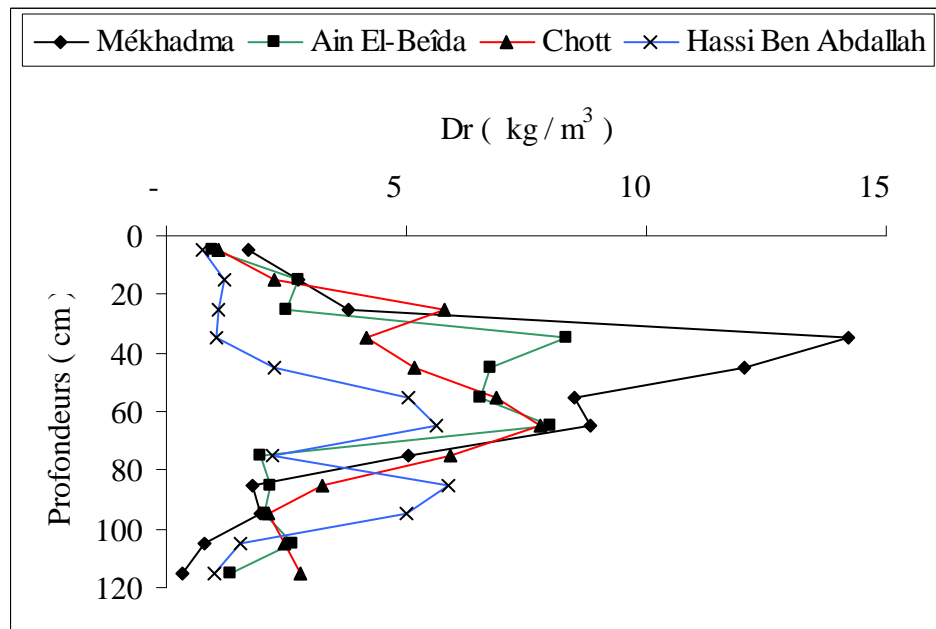


Figure 27: Densité racinaires dans les profils

D'après la figure (27), elle nous montre que :

-Dans la station de Mékhadema, la densité racinaire est variable du haut vers le bas, elle est élevée dans les 30-40 cm et les 40-50cm, et est très faible dans les dernières couches.

-La densité racinaire, est faible dans les couches superficielles et dans les dernières couches, et peu élevée dans les couches centrales.

-La matrice des corrélations entre la densité racinaire et la nature du sol des stations à montré que (tableau XXII)

-La corrélation est presque significative entre la densité racinaire et le gypse dans le sol, parce que la croûte gypseuse constitue un obstacle mécanique qui défavorise le développement racinaire.

-Il y a une relation entre la densité racinaire et la densité apparente, parce que la densité apparente inhibe le développement des racines.

-La densité racinaire reste liée au niveau de la nappe.

Tableau XXII et la : Etude de la corrélation totale entre la densité racinaire dans les profils nature des sols des stations (n=48, k=47)

	Dr	Hs	Da	C.E.s	Rs	pH	CaCO ₃	CaSO ₄
Dr	1,0000							
Hs	0,3223**	1,0000						
Da	-0,4796	-0,8010	1,0000					
C.E.s	0,1384	0,8177	-0,7464	1,0000				
Rs	0,1421	0,8394	-0,7096	0,9170	1,0000			
pH	0,1101	0,0074	-0,1455	0,0074	0,0200	1,0000		
CaCO ₃	-0,1276	-0,8072	0,6403	-0,7922	-0,8281	-0,0756	1,0000	
CaSO ₄	0,2133	0,5481	-0,5220	0,5694	0,5080	-0,3192**	-0,2772	1,0000

* Significative ** Hautement significative *** Très hautement significative

2. Composition chimique des racines

D'après l'étude des corrélations entre la composition chimique des racines moyennes dans les profils et la nature des sols des stations (Annexe 2), (Tableau XXIII), on note que :

-il y a une relation entre le chlore soluble du sol et le chlore soluble des racines (corrélation positive).

-une corrélation positive, hautement significative entre le potassium et le gypse et une corrélation très hautement significative avec l'accumulation du calcaire.

- une corrélation négative, très hautement significative entre le chlore de racine et le sodium du sol, qui est due à la présence du sodium dans le sol, qui inhibe l'absorption du chlore dans les racines.

Tableau XXIII : Etude de la corrélation totale entre la composition chimique des racines moyennes dans les profils et la nature des sols des stations (n=20, k=19)

	Kr	Nar	Clr	Cls	Nas	Ks	Hs	Da	C.E.s	Rs	pH	CaCO ₃	CaSO ₄
Kr	1,0000												
Nar	1,0000	1,0000											
Clr	0,3868***	0,3868***	1,0000										
Cls	-0,0148	-0,0148	0,5558	1,0000									
Nas	-0,5546	-0,5546	-0,4466***	0,1333	1,0000								
Ks	0,4867***	0,4867	0,4354***	0,5480	0,0063	1,0000							
Hs	-0,0709	-0,0709	0,4104	0,4602	0,0841	0,0446	1,0000						
Da	0,0577	0,0577	-0,4223**	-0,5187	0,0040	-0,1459	-0,8010	1,0000					
C.E.s	-0,2036	-0,2036	0,4376**	0,7132	0,2764	0,2212	0,8177	-0,7464	1,0000				
Rs	-0,1872	-0,1872	0,3664*	0,5618	0,2628	0,1298	0,8394	-0,7096	0,9170	1,0000			
pH	-0,0033	-0,0033	-0,1063	-0,0368	-0,1835	-0,2921	0,0074	-0,1455	0,0074	0,0200	1,0000		
CaCO ₃	0,4106***	0,4106***	-0,1897	-0,3720	-0,3255	0,2222	-0,8072	0,6403	-0,7922	-0,8281	-0,0756	1,0000	
CaSO ₄	0,2997**	0,2997**	0,5507	0,4887	0,0860	0,5311	0,5481	-0,5220	0,5694	0,5080	-0,3192	-0,2772	1,0000

* Significative ** Hautement significative *** Très hautement significative

Conclusion

A la lumière des résultats obtenus, nous avons montré que la hauteur des racines respiratoires aériennes augmente avec l'âge du palmier dattier.

La remontée de la nappe phréatique forme un obstacle hydrique contre le développement racinaire en profondeur. La densité racinaire maximale des racines se trouve au dessus du niveau de la nappe. Les racines submergées par l'eau de la nappe ont une coloration noirâtre à cause de l'asphyxie. La profondeur des jeunes racines varie en fonction de la profondeur de la nappe phréatique.

L'obstacle mécanique limite le développement racinaire et diminue la densité racinaire.

La composition chimique des racines est liée à la salinité du sol.

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre étude expérimentale a nous permis d'étudier l'impact de quelques contraintes physico-chimiques des sols sur la morphologie et la composition chimique des racines du palmier dattier, de type « Déglet Nour » dans quatre stations à Ouargla.

Nous avons traité quatre axes principaux qui sont: l'enquête, l'étude des sols des stations expérimentales, l'étude de la nappe phréatique et l'étude du système racinaire.

Les résultats de l'enquête montrent que l'ensemble des stations des palmeraies traditionnelles. Les résultats sur la caractérisation morphologique et analytique des profils et des propriétés des sols, montrent que les trois stations, de Mékhadma, Ain El-Beïda et du Chott, qui sont situées au fond de la cuvette de Ouargla, présentent des contraintes difficiles de sol; de salinité très élevée, de pH alcalin, une présence de gypse dans les trois stations et la croûte gypseuse dans les stations de Mékhadma et du Chott. Par contre, la station de Hassi Ben Abdallah, située en amont du versant de la cuvette de Ouargla, présente moins de difficultés, une sol peu salé, la teneur faible en gypse et une teneur élevée en calcaire.

Dans les trois stations, le niveau le plus proche est enregistré dans la station du Chott à cause du mauvais réseau de drainage.

Les eaux de la nappe sont peu salées à moyennement salées.

Le pH des eaux de la nappe phréatique est alcalin dans la station de Mékhadma, il est neutre dans les stations de Ain El-Beïda et du Chott. Cependant, la station de Hassi Ben Abdallah présente une nappe plus profonde.

La hauteur maximale respiratoire aérienne est enregistrée dans la station de Hassi Ben Abdallah, parce que l'âge du palmier dattier, et la densité apparente ont influé sur la hauteur des racines respiratoires.

La profondeur maximale des racines est enregistrée dans la station de Hassi Ben Abdallah, elle dépasse les 3 m. Dans la station du Chott, elle est profonde par rapport au niveau superficielle des eaux phréatiques, cela montre la remontée des eaux phréatiques dans cette région.

Les résultats de la densité racinaire du palmier dattier montrent qu'il y'a une relation avec les accumulations gypseuses et la nappe phréatique. La densité racinaire minimale est enregistrée dans la station de Mékhadma et du Chott elle est due à ces deux obstacles.

Une densité racinaire maximale est enregistrée dans la station de Hassi Ben Abdallah, parce que la densité apparente est très élevée, et il n'y a pas d'obstacles observés.

L'étude de la composition chimique des racines montre que:

- Il y'a une relation entre le potassium des racines et la potassium du sol, la teneur élevée de sodium dans le sol inhibe l'absorption du chlore dans les racines. Donc, il y a une relation entre la composition chimique des sols et la composition chimique des racines.

A partir de l'ensemble des résultats de l'enquête et de l'approche expérimentale, nous constatons que les stations situées au fond de la cuvette présentent des problèmes de remontée des eaux phréatiques, des accumulations gypseuses et une salinité élevée. Cela a eu des conséquences néfastes sur l'enracinement et l'absorption des éléments minéraux. Cependant, la station de Hassi Ben Abdallah située en amont du versant, présente des propriétés édaphiques et une nappe profonde qui favorisent la croissance racinaire et la nutrition minérale des palmiers dattiers de type "Déglet Nour".

Il est conseillé aux agricultures d'adopter un bon réseau de drainage dans les zones situées au fond de la cuvette, pour évacuer les eaux de la zone d'enracinement du palmier dattier pour éviter les problèmes d'asphyxie, de croissance et de nutrition racinaire. Dans les nouveaux périmètres de mise en valeur, il faut détruire les croûtes gypseuses ou même calcaires qui constituent des obstacles physiques pour l'enracinement et la nutrition du palmier dattier.

Enfin, ce travail reste préliminaire et important, car encore il s'insère dans un axe de recherche qui vise à étudier l'impact des autres propriétés édaphiques non étudiées et de confirmer les résultats obtenus par d'autres études expérimentales sur le cultivar "Déglet Nour" et sur les autres cultivars qui présentent un intérêt économique pour la région.

Référence bibliographiques

Références bibliographiques

- ABABSSA S., 1993.** Introduction au cours de socio- économique de développement des régions Sahariennes INFS /AS, Ouargla, 113p.
- ABDESSLAM S., 1999.** Contribution à l'étude des sols gypseux Au Nord- Est du Sahara. algérien, caractérisation et genèse cas de l'OASIS de TOLGA. Région des Ziban. Mémoire Magister. I.N.A. 147p.
- ARAGNO M, GOBAT. JM. MATTHEY W., 2003.** Le sol vivant, base pédologie /Biologie des sols. Imprimé en France, 568 p.
- AUBERT G., 1983.** Observation sur les caractéristiques, les dénominations et les classifications des sols salés ou solsodiques Cah. O.R.S.T.M. Ser Péd, Vol xx, n°1, pp73-78.
- BABAHANI S., 1998.** Contribution à l'amélioration de quelques aspects de la conduite du palmier dattier (phoenix dactylifera) Mémoire Mag. I.N.A. El-Harrach, Alger, 173 P.
- BADAOUI S., 2005.** La détermination d'une fertilisation azoto – potassique pour le Blé dur (*Triticum durum* L. Var. Semeto) mené sous centre pivot dans la région du Ouargla. Mémoire Ing. Agro. Ouargla,103p.
- BAKOUR., 2003.** Etude des dysfonctionnements de certains perimetres phoenicicoles dans la cuvette de Ouarla (cas : des palmeraies traditionnelles de la Commune de (Ouargla), Mémoire Ing. Agr, Ouargla 188P.
- BELGHEMMAZ S., 1991.** Contribution des sols à accumulations gypseuses de la région de Ain Bénoui (BISKRA). Essai sur la minéralogie des sols. Mémoire Ing. Agro, Batna, 84p.
- BLANCANEUX., 1989.** Les sols à accumulations calcaires de Tunisie centrale et Septentrionale. Ed. O.R.S.T.O.M., pp.90-92.
- BOIFFIN J et MARIN – LAFLECHE A., 1990.** La structure du sol et son évolution, Conséquences agronomiques, maîtrise par l'agriculteur. Ed INRA, Paris, 215 p.
- BOUTEMDJET A., 2001.** Etude technico-économique d'une nouvelle exploitation Agricole SONATRACH (Gassi Touil). Mémoire d'ing d'état. I.A.S. Ouargla, 134p.
- CALLOT G et al ., 1981.** Les interactions sol – racine, incidences sur la nutrition minérale. Ed. INRA, Paris, 305 p.
- CALVET R., 2003.** Le sol, propriétés et fonctions, tome 2. Ed. France, Agricol, 511p.

- CHARREAU C, NICOR., 1971.** L'alimentation du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest africaine et ses incidences agronomiques. Bulletin agronomique N° 23. Ed I.R.A.T. Sénégal, 323p.
- CORNET.,1964.** Introduction à l'hydrogéologie saharienne Géophys et dyn.Vol .VI.Fax pp6-72.
- DADDI BOUHOUN M., 1997.** Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région saharienne, cas du M'Zab, Mémoire Magistère, I.N.A., Alger, 178 p.
- DAGNELIE P., 1975.** Théorie et méthodes statistiques. Vol 2. Les presses agronomiques de Gembloux A.S.B.L, 463p.
- DAOUD Y et HALITIM A., 1994.** Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse, pp151-160.
- DEMOLON A., 1968.** Croissance des végétaux cultivés, Ed DUNOD, 6eme édition, Tome II, paris, 520 p.
- DJERBI M., 1994.** Précis de phoeniculture pub, FAO Rome, 191p.
- DRDN., 1995.** Etude analytique : les systèmes agricoles et évaluation de l'impact économique des contraintes techniques du secteurs phoenicole dans la république algérienne démocratique et populaire. Etab, date palm researcg and developpement Network, Eypte, 79P.
- DUCHAUFOR P., 1977.** Pédologie. Pédogenèse et classification. Ed masson. Paris, New york, Barcelone Milan, 477p.
- DURAND J., 1983.** Les sols irrigables. Etude pédologique. Ed Imprimerie Boudin, Paris,339 p.
- GAUCHER G, BURDINS S., 1974.** Géologie géomorphologie et hydrologie des terrains salés. press universitaire de France, 230p.
- HALITIM A., 1988.** sols des régions arides d'Algérie. Ed. O.P.U. Alger, 384P.
- HAMDI AISSA B., 2001.** Le fonctionnement actuel et passé des sols du nord Sahara (cuvette de Ouargla).Thèse Doc. Paris, I. N. A, 283p.
- HENIN S, GRAS R, MONNIER G., 1969.** Le profil cultural, l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Ed. Masson et Cie, Paris, 332p.

- HULLIN M., 1983.** Cours de drainage, partie consacrée aux sols salés cours polycopier Vol 3.I.N.A, Alger, 139 p.
- HUSSEIN F, SAID M et AMINE Y., 1979.** Culture du dattier et production dattière dans Le monde arabe et islamique. Ed. Imprimerie de l'Université d'Ain Chems Egypte, 576p.
- I.T.A.M., 1974.** Rapport sur l'étude agronomique du sol, généralités et dynamique de l'eau, tome I. Mostaganem, 36p.
- JAILLARD., 1985.** Activité racinaire et Rhizostructure en milieu carbonaté, (pédologie xxxv 3, pp297, 313.
- LAMBERET J., 1975.** Analyse des sols et des végétaux, laboratoire d'agriculture, manuel d'information et de travaux pratiques, I.N.A, El Harache, 114p.
- LEMAISSI K., 2003.** L'étude de l'impact des accumulations gypseuses et des eaux phréatiques sur l'enracinement du palmier dattier (Déglet-Nour).mémoire Ing, ITAS Ouargla, 122p.
- APC de Ain El Beïda., 2004.** Présentation de la commune de Ain El Beïda.
- MATHIEN C; PIELTAIN F., 1998.** Analyse physique des sols. Méthodes choisies. Ed Lavoisier, Paris 275p.
- MAZALIAK A., 1981.** physiologie végétale, nutrition et métabolisme. Ed. HERMANN, Paris, 349p.
- MERIAUX., 2003.** Sols hydromorphes, Encyclopedia Universels, Paris.
- MESSAITFA Z., 2002.** Impact de la salinisation du sol sur la nutrition azotée du palmier dattier dans la région de Ouargla (cas de l'exploitation de l'I.T.A.S.) Mémoire Ing. Ag/ro, 69p.
- MOREL R., 1988.** Les sols cultivés. Ed. Lavoisier, Paris, 373p.
- MOUSLI., 1979.** Les sols sodiques en Afrique du Nord. Ann- El Harrach, VI, 1, pp185-196.
- MOUTARI ABDOU MN., 2001.** Contribution à l'étude de la fluctuation de la nappe phréatique dans la cuvette de Ouargla: cas de l'exploitions de l'I.T.A.S, Mémoire Ing, agro. Ouargla, 65 p.
- MUNIER P., 1973.** Le palmier dattier. Ed MAISONNEUVE et LAROSE paris, 221p.
- NETTARI A ROUAS S.,**Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique sur les plants halophiles cas d'El Mkhadma Thèse ing I.T.A.S UNV Ouargla, 100p

- OFFICE NATIONAL DE MÉTÉOROLOGIE, 2003.** Rapport sur les données climatiques de Ouargla.
- OMEIRI. , 1994.** Contribution à l'étude de la dynamique saisonnière des sels solubles dans la cuvette de Ouargla. Mémoire Ing. INFSAS, Ouargla, 72 P.
- OZENDA P., 1983.** Flore du Sahara. 2eme édition, Paris, 622p.
- PEYRON G., 2000.** Cultiver le palmier dattier, GRIDAO, Montpellier, 109 p.
- POUGET., 1980.** Relations sol-végétation dans les steppes sud Agéroides. Trav. et Doc ORSTOM, 555p.
- ROUVILOIS B. , 1975 .** Le pays de Ouargla (Sahara Algérien) variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Ed, département de géographie de l'université de Paris, Sorbonne, 389 p.
- RULLAN A., 1970.** Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes. Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc Oriental. Thèse univ. Strasbourg. Mém ORSTOM.54, 302p.
- SOLTNER d., 1989.** Les bases de la production végétale. Tome I: le sol, 17^{eme} Ed. C.S.T.A.,Angers, 468p.
- SOUTY N et FAURE A., 1985.** Aspect mécanique de la croissance des racines, Journée de la société belge de pédologie, interaction sol – racine, Montfavet, pp18-32.
- SOUTY N., 1987.** Aspect mécanique de la croissance des racines, mesure de la force de pénétration, agronomie 7 (8) Montfavet, pp623-630.
- TOUTAIN G., 1979.** Eléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement INRA, Paris, 276 p.
- WATSON A., 1985.** Structure chemistry and origins of gypsum crustin, sauthen Tunisia And central Nassib Desert sedimentologie, pp885 – 875.

المراجع بالعربية:

- ! " .1989 – *
- ,38 \$ # % & &' () * "+ \$Hordeum Vulgare#
- ,76 0)&') 2 3 01/ 01)- . & .1990 - *
- ,261 0) &') 2 3 02/ 01) - . & .1991 - *

Annexes

ANNEXE 01**PLAN D'ENQUETE N°: 04****I) – IDENTIFICATION DE L'EXPLOITATION**a. *COMMUNE*: de Hassi Ben Abdallahb. *PALMERAIES*: de Hassi Ben Abdallahc. *LOCALISATION DE L'EXPLOITATION*

- Nord de La Palmeraie
 - Sud de La Palmeraie
 - Ouest de La Palmeraie
 - Centre de La Palmeraie

d. *ANNEE DE CREATION*: 1972e. *AGE DE LA PLANTATION*: 33 ansf. *SUPERFICIE TOTALE* :1 hag. *SUPERFICE OCCUPEE PAR LES PALMIERS DATTIERS*:1 ha**II) – IDENTIFICATION DE L'EXPLOITANT**a. *NOM ET PRENOM* : Khouildib. *AGE DE L'EXPLOITANT*:

- . Entre 18 ans et 40 ans.
 . Entre 41 ans et 60 ans.
 . Au de la de 60 ans.

c. *NOMBRE DE PROPRIETAIRES*:

- . Un.
 . Deux.
 . Au delà de deux.

d. *NIVEAU D'INSTRUCTION* :

- . Analphabète.
 . Primaire.
 . Secondaire ou universitaire.

e. *AUTRES ACTIVITES DE L'EPLOITANT* :

- . Fonctionnaire.
 . Entrepreneur.
 . Retraité.
 . Pas d'autres activités.

f. *LIEU DE RESIDENCE DE L'EXPLOITANT* :

- . Dans la Zone.
 . Hors de la Zone.

III) - STRUCTURE DE L'EXPLOITATION PHOENICICOLE

a. STRUCTURE VARIETE :

- . Monovariétale.
 . Polyvariétale..

b. LES VARIETES EXISTANTES :

- .Déglet Nour avec un Nombre.
 .Ghars avec un nombre.
 .Autres variétés

c. NOMBRE DE PALMIERS DATTIERS :

- . <âge de la production
 . En rapport...
 . Vieux.

d. TYPE DE PLANTATION :

- . Organisée.
 . Anarchique.
 . Peu organisée.

e. ECARTEMENTS DE PLANTATION :

- . Moins de 8 mètres..
 . Entre 8 mètres et 10 mètres.
 . Plus de 10 mètres.

f. TAUX DE RECOUVREMENT :

- . Important
 . Moyen.
 . Faible.

g. HAUTEUR MOYENNE DES PALMIERS :

- . <3 mètres
 . Entre 3 et 6 mètres.
 . >6 mètres.

h. NOMBRE DE DOKKARS:

- . 1
 . >1
 .> Aucun.

i. SUPERFICIES DES CULTURES SOUS JACENTES :

- . Couvrent toute la surface irriguée.
 . Couvrent une partie de la surface irriguée.
 . Absentes.

k. NATURE DES CULTURES SOUS JACENTES :

- . Céréales.
 . Maraîchage.
 . Fourrages.
 . Arboricultures fruitière.
 . Autres.

IV) - CONDUITE DE LA PLANTATION PHOENICICOLE

a. TYPE DE SOURCE D'IRRIGATION :

- . Forage.
- . Puits.

b. MODE D'EXPLOITATION DE SOURCE D'EAU :

- . Collective.
- . Individuelle..

c. ETAT DU RESEAU D'IRRIGATION :

- . Bon.
- . Moyen.
- . Mauvais.

d. FREQUENCE DES IRRIGATIONS (EN HIVER) :

- . Une fois/ semaine.
- . < Une fois/ semaine.
- . > Une fois/ semaine..

g. SYSTEME D'IRRIGATION :

- . Submersion
- . Autre.

f. PROBLEMES LIES A L'IRRIGATION :

.....

g. TYPE D' AMENDEMENTS :

- . Physique
- . Organique.

h. REALISATION DE FERTILISATION :

- . Fréquemment
- . Par fois.
- . Absente.

i. REALISATION DE POLLINISATION:

- . Fréquemment.
- . Parfois.
- . Absente.

g. REALISATION DE TOILETTE DU PALMIER:

- . Fréquemment.
- . Par fois.
- . Absente.

h. TYPE DE TECHNIQUES DE PRODUCTION:

- . Limitation
- . Ciselage.
- . Ensachage.
- . Descente des régimes + attache.
- . Aucun.

i. REALISATION DE LA RECOLTE:

- . Totale.
- . Partielle.

m. REALISATION DE TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE:

- . Fréquemment .
- . Par fois..
- . Absente.

n. PROBLEMES RENCONTRES:

.....

V) – PRODUCTION ET STOCKAGE

a. LOCALISATION DU LIEU DE STOCKAGE :

- . Dans la palmeraie
 . Hors palmeraie.
 . Pas de lieu de stockage.

a. QUANTITE DE DATTES PRODUITES :

.....Kg

b. CONDITIONS DE STOCKAGE :

- . Bonnes.
 . Moyennes.
 . Mauvaises.

c. PROBLEMES RENCONTRES :

1-
 2-
 3-

VI) – LES MALADIES ET LES DEPREDATEURS

a. TYPE DE DEPREDATEURS :

- . Boufaroua.
 . Cochenille Blanche.
 . Ver de Datte.
 . A pathe monachus.
 . Oiseaux.
 . Autres.

b. TYPE DE

-
 -
 -

c. DEGRE DE DEGATS DE DEPREDATEURS ET DE MALADIES :

- . Grand.
 . Moyen.
 . Faible.

VII) – LES LUTTES

a. TYPE DE LUTTE :

- . Chimique.
 . Préventive.
 . Autre.

b. REALISATION DE LA LUTTE :

- . Fréquemment
 . Parfois
 . Absente

VIII)- APPROVISIONNEMENTS

a. NATURE D'APPROVISIONNEMENTS :

- . Engrais.
- . Amendements.
- . Produits phytosanitaires.
- . Autres.

b. QUANTITE D'APPROVISIONNEMENTS :

- * Engrais :.....
- * Amendements :.....
- * Produits phytosanitaires :.....
- * Autres :.....

c. PROBLEMES RENCONTRES :

- *
- *
- *
- *
- *
- *

IX)- BRISE VENT

a. TYPE DE BRISE

- . Tabia.
- . Djerid.
- . Autres.

b. ETAT DE BRISE VENT:

- .Bon
- .Moyen.
- .Mauvais.

X)- DRAINAGE

a. EXISTENCE DE

- . Ils existent.
- . Ils n' existent pas.

b. EFFICACITE DE DRAINS :

- .Bonne
- .Moyenne.
- .Mauvaise.

c. PROBLEMES LIES AU DRAINAGE

XI)- MAIN D'ŒUVRE ET MATERIELS

a. TYPE ET NOMBRE DE MATERIELS :

- *
- *
- *
- *
- *

b. TYPE ET NOMBRE DE MAINS D'ŒUVRE

- .Familiale – saisonnière.....
- . Familiale- permanente.....
- . Salariée – saisonnière.....
- . Salariée- permanente.....
- . Mixte.

XII)- COMMERCIALISATION

a. DESTINATION DE PRODUIT DATIER :

- . Autoconsommation
 . Au marché.
 . Autoconsommation et le marché dont :.....% autoconsommation

b. PROBLEMES RENCONTRES :

* * *
 * * *

XIII)- INVESTISSEMENTS

a. NATURE DES CREDITS :

- . Auto investissment.
 . crédits bancaires.
 . Autres prêts (tièrs personne).

b. PROBLEMES RENCONTRES :

- - -

XIII)- DATTES ET REVENU AGRICOLE DE L'EXPLOITATION

	Années				
	1997	1998	1999	2000	2001
Dattes					
Revenus					

XIII)- RELATIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT

- . Visites des structures d'encadrement ? . Oui. . Non
 . Déplacement chez ces structures ? . Oui . Non
 . Etes- vous adhérent à une association ? . Oui . Non
 . Défend – elle vos intérêts ? . Oui. . Non

XIII)- C.E DU SOL, DE L'EAU D'IRRIGATION ET DE L'EAU DE DRAINAGE

<p style="text-align: center; border: 1px solid black; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">a. C.E. DU SOL :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Profondeur (cm)</th> <th style="width: 25%;">Texture</th> <th style="width: 50%;">C.E à 25°C mmhos/cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 – 40</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40 – 80</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80 – 120</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Profondeur (cm)	Texture	C.E à 25°C mmhos/cm	0 – 40			40 – 80			80 – 120			<p style="text-align: center; border: 1px solid black; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">b. C.E. 'EAU'IRRIGATION :</p> <p style="margin-left: 20px;">-mmhos/cm</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; display: inline-block; margin-top: 10px;">c. C.E. L'EAU DRAINAGE :</p> <p style="margin-left: 20px;">-mmhos/cm</p>
Profondeur (cm)	Texture	C.E à 25°C mmhos/cm											
0 – 40													
40 – 80													
80 – 120													

XIII)- AUTRES MESURES :

<p style="text-align: center; border: 1px solid black; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">a. PROFONDEUR DES RACINES</p> <p style="margin-left: 20px;">-cm.</p>	<p style="text-align: center; border: 1px solid black; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">b. PRESENCE DE L'EAU A :</p> <p style="margin-left: 20px;">-cm de profondeur</p>
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">c. PRESENCE D'UN OBSTACLE A :</p> <p style="margin-left: 20px;">-cm de profondeur</p>	<p style="text-align: center; border: 1px solid black; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">c. PRESENCE D'UN OBSTACLE A :</p> <p style="margin-left: 20px;">-</p>

XIII)- QUESTIONS OUVERTES :

* Quelles sont les contraintes de la production , ?-.....

* Quelles sont les améliorations que vous préconisez ? -

* Comment voyez – vous l'avenir de votre périmètre phoenicicole ?-

XIII)- OBSERVATIONS ET REMARQUES COMPLEMENTAIRES :

- 1)-
- 2)-
- 3)-
- 4)-
- 5)-
- 6)-

ANNEXE 02**Teneurs de sodium, potassium et le chlore dans le sol**
Teneur du sodium dans le sol

Profondeurs (cm)	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah (méq/l)
0-10	1,93	1,94	2,70	1,84
10-20	2,03	1,76	2,79	1,76
20-30	1,80	1,53	2,57	1,75
30-40	1,70	1,48	2,63	1,82
40-50	1,87	2,28	2,58	1,95
50-60	1,67	2,11	2,84	2,01
60-70	1,78	2,09	2,91	1,90
70-80	1,75	2,13	2,66	1,89
80-90	2,07	1,76	2,70	1,90
90-100	1,54	1,77	2,44	1,81
100-110	2,08	2,16	2,47	1,92
110-120	2,11	2,06	2,69	1,96

Teneurs de potassium dans le sol

Profondeurs (cm)	Mékhadma	Ain El-Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah (méq/l)
0-10	1,54	0,28	1,02	1,55
10-20	1,33	0,31	1,01	0,87
20-30	1,10	0,29	0,76	0,62
30-40	1,19	0,22	0,67	0,86
40-50	1,32	0,42	0,92	0,62
50-60	0,94	0,39	0,86	0,96
60-70	1,59	0,41	0,85	0,81
70-80	1,45	0,39	0,81	0,66
80-90	1,14	0,31	0,84	0,92
90-100	1,50	0,27	0,82	1,42
100-110	1,34	0,35	1,03	0,48
110-120	1,27	0,38	1,00	0,48

SUITE ANNEXE 02**Teneurs du chlore dans le sol**

Profondeurs(cm)	Mékhadma	Ain El- Beïda	Chott	Hassi Ben Abdallah (méq/l)
0-10	11,30	5,80	7,40	16,00
10-20	8,20	6,40	6,90	5,90
20-30	9,10	5,10	5,60	3,60
30-40	8,20	6,90	9,40	3,90
40-50	8,20	7,20	8,60	1,80
50-60	8,90	6,30	8,00	3,50
60-70	7,90	5,70	6,40	2,40
70-80	12,30	6,40	10,70	3,00
80-90	7,50	5,80	6,60	7,10
90-100	10,20	5,90	8,40	3,50
100-110	9,50	6,90	9,00	1,90
110-120	11,40	7,00	9,00	4,90

ANNEXE 03

Diamètres racinaires FURR and ARMSTRONG 1955 in LEMAISSI, 2003.

Diamètres	Types
≤ 1 mm	Fine
1 à 6	Moyenne
> 6	Grossier

ANNEXE 04**Description du profil**

N° du profil:.....

Nom et prénom de l'étudiant (e) :.....

Date :	Carte N° :
Localisation :	Echelle :
Temps :	Altitude:

Etude de l'environnement :

Géomorphologie :

Végétation :

Occupation du sol :

Erosion :.....

Pente :

Drainage :.....

Horizon n°		H1	H2	H3	H4	H5
Profondeur	Gauche					
	Centre					
	Droite					
Couleur	Qualificatif					
	Munsell Chart					
Tâches	Abondance					
	Couleur					
	Forme					
Matière organique						
Etat d'humidité						
Calcaire	Réaction HCl					
	Goût					
	Forme					
Oxydes et hydroxydes						
Eléments grossiers	Gravi - caill - bloc					
	Abondance					
	Nature					

Suite annexe 04

	Dureté					
	Forme					
Texture						
Structure						
Porosité	Abondance					
	Diamètre					
	Distribution					
	Morphologie					
Cavité et fentes						
Cimentation						
Compacité						
Racine	Abondance					
	Grosueur					
	Répartition					
Activité biologique						
	Netteté de la transition					
	Régularité de la limite intérieur					

Observations

ANNEXE 05

Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 (AUBERT, 1978 in NETTARI ; ROUAS, 2004).

C.E (dS/m à 25°c)	Degré de salinité
C.E ≤ 0.6	Sol non salé
0.6 < C.E ≤ 2	Sol peu salé
2 < C.E ≤ 2.4	Sol salé
2.4 < C.E ≤ 6	Sol très salé
C.E > 6	Sol extrêmement salé

ANNEXE 06**Echelle d'interprétation des résultats du pH de l'extrait 1/5 (SOLTNER, 1989)**

pH_{1/5}	Classes
5 à 5,5	Très acide
5,4 à 5,9	Acide
5,9 à 6	Légèrement acide
6 à 6,5	Neutre
7,3 à 8	Alcalin
> 8	Très alcalin

ANNEXE 07**Les classes des sols gypseux (BARZANYI, 1973) in ABDESSELAMS.S.1999.**

Gypse (%)	Nom de la classe
<0,3	Non gypseux
0,3-10	Légèrement gypseux
10-15	Modérément gypseux : la croissance des racines est limitée
25-50	Extrêmement gypseux : est inhibée, n'est pas convenable pour l'agriculture irriguée

Annexe 08**Calcaire total (BAIZE, 1988 in LEMAISSI, 2003)**

CaCO₃ (%)	Horizons
≤ 1	Non calcaire
$1 < \text{CaCO}_3 \leq 5$	Peu calcaire
$5 < \text{CaCO}_3 \leq 25$	Modérément calcaire
$25 < \text{CaCO}_3 \leq 50$	Fortement calcaire
$50 < \text{CaCO}_3 \leq 80$	Très calcaire
> 80	Excessivement calcaire

Calcaire (LAMBERT, 1975)

CaCO₃ (%)	Teneurs	Réactions
< 2	Trace	Décelable
2 – 10	Faible	Faible
10 – 25	Moyen	Moyenne
25 – 55	Forte	Vive
> 55	Très forte	Très vive

Résumé

Notre travail met en évidence l'impact de quelques contraintes physiques et chimiques du sol sur la morphologie et la composition chimique des racines du palmier dattier, de type Déglet- Nour dans la région de Ouargla (Mékhadma, Ain El-Biêda, Chott, Hassi Ben Abdallah).

Après avoir choisi les stations d'études, nous avons adopté une approche méthodologique qui a consisté à effectuer une enquête sur le terrain et une approche expérimentale qui vise à étudier sur un échantillonnage de palmiers dattiers, les contraintes; sol, nappe phréatique sur l'enracinement du palmier dattier

Les résultats obtenus montrent que les accumulations gypseuses et la nappe phréatique ont un effet négatif sur l'enracinement du palmier dattier. Il y'a des effets négatifs sur l'aspect morphologique des racines, la densité racinaire et la profondeur racinaire., les accumulations gypseuses et la nappe phréatique sont des obstacles physiques et hydriques. Ils ont un impact négatif sur l'enracinement.

L'étude de la composition chimique des racines montre que les propriétés physiques et chimiques du sol influent sur la composition chimique des racines.

Mots clés: contraintes physiques et chimiques, composition chimique, l'enracinement, nappe phréatique.

984 3 5 3 13 3 6 ! " 7 "+ ! "
\$ عين البيضاء، الشط، حاسي بن عبد الله
* 2 0 6 0 1 : 5 = ") 1 : " 6 *& ; < 9 ! " 5 2& 7"
, 1 6 &2! >
+? ! 5 " 6 ! @ &2! > ! 5 3 :A: + 1B& C
,6) ! + - 6 : '3 &2! > ! 5 3 0 6 - 3 0) 3
, 3 @ 3 :A5 A 3 ! "
, &2! > 06 0 3 0 3 6

Summary

Our work highlights the impact of some physical and chemical constraints of the ground on the morphology and the chemical composition of the roots of the date palm, of type Déglet-Nour.

After having chosen the stations of study, we adopted a methodological approach that consisted in doing an investigation on the land and a tentative approach that aims to study on a sampling of the date palm, the constraints; soil, ground water on the rooting of the date palm.

The results obtained show that gypsum accumulations and the ground water have a negative effect on the rooting of the date palm there are effects on the morphological aspect of the roots, the root density and the root depth; the gypsum accumulations and the ground water are physical and hydrous obstacles they have a negative impact on the rooting.

The study of the chemical composition of the roots show that the physical and chemical properties influence the chemical composition of roots.

Key words: physical and chemical constraints, chemical composition, the rooting, ground water.