

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'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat
En Sciences Agronomiques

Spécialité: **Protection des végétaux**
Option: **Entomologie**

THEME

Les principaux déprédateurs du palmier dattier Inventaire de leurs auxiliaires dans la région de Ouargla

Par: **MEBARKI Mohamed Tahar**

Composition du jury :

Président	: M. CHELOUFI H.	M.C	Univ. Ouargla
Promoteur	: M. IDDER M. A.	M.A.A	Univ. Ouargla
Examineurs :	M. ABABSA E.	M.A.A	Univ. Ouargla
	Melle. BRAHMI K.	M.A.A	Univ. Ouargla
	M. GUZOUL O.	M.A.A	Univ. Ouargla

Année universitaire 2007/2008

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'Obtention Du Diplôme D'Ingénieur D'Etat en Sciences Agronomiques

Spécialité : Agronomie Saharienne

Option : Mis en valeur des Sols Sahariens

THEME

Essai comparatif des différentes méthodes de pilotage de l'irrigation par Tensiométrie. Bilan hydrique et tour d'eau

Soutenu publiquement par :

Mr : MEISSA Brahim

Devant le jury :

Président :	CHELOUFI H.	M.C. (A)	U.K.M. Ouargla
Promoteur :	LADJICI A.	M.A. (A)	U.K.M. Ouargla
Co-Promoteur :	SAKER M.L	M.C. (A)	U.K.M. Ouargla
Examineur :	BELAROUSSI M.	M.A. (A)	U.K.M. Ouargla
Examineur :	KAHELSEN C.	M.A. (A)	U.K.M. Ouargla
Membre invité :	HADDAD D.	Ing.	I.N.R.A.A. Touggourt

Année Universitaire : 2011/2012

PREMIER CHAPITRE : PRÉSENTATION DE LA RÉGION

DEUXIEME CHAPITRE :

BESOINS EN EAU DES CULTURES

TROISIEME CHAPITRE : PILOTAGE DES IRRIGATIONS

QUATRIEME CHAPITRE : MÉTHODES PILOTAGE D'IRRIGATION

CINQUIEME CHAPITRE :

PRÉSENTATION DE LA STATION

SIXIEME CHAPITRE :

MÉTHODOLOGIE D'INTERVENTION

CHAPITRE SEPT : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES MATIERES

ANNEXE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وجعلنا من الماء كلَّ شيءٍ حيًّا

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes vifs remerciements :

***A DIEU** le Tout Puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a données durant toutes ces années d'étude.*

***A Mr. LADJICI A.** Chargé de cours, pour avoir accepté de me guider dans mon travail et de m'avoir accordé son attention, sa confiance, sa patience, ses conseils et surtout pour sa gentillesse.*

Qu'elles acceptent mes sincères remerciements et l'expression de mon profond respect.

***A Mr. CHELOUFI H.**, maître de conférences à l'FSNVSTU, pour l'aide et les conseils qu'il m'a donnés et pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury*

***A Mr. BELAROSSI M.**, chargé de cours à l'Université de Ouargla et **Mr. KAHLESEN C.** chargé de cours à Ouargla, Qui ont accepté de prendre part à notre jury.*

***A Mr. HADDAD M.**, Ingénieur à INRAA et **Mr. SAKER M.L.**, chargé de cours à l'université de Ouargla, pour son aide ; Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance.*

Sans oublier tous les travailleurs qui ont contribué par leur patience, leur présence et leur chaleureux accueil à l'élaboration de ce mémoire ; et toute personne ayant contribué de près ou de loin à la mise au point de ce travail, merci mille fois.



TABLE DES MATIERES

Introduction :	02
----------------------	----

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE***Chapitre I : Présentation de la région***

I.1. Présentation de la région de l’oued Righ :	03
I.1.1. Situation géographique :	03
I.1.2. La topographie de la région :	04
I.1.3. Situation administrative :	04
I.1.4. Aperçu socio-économique :	06
I.1.5. Etude climatique de la région de l’Oued Righ :	06
I.1.5.1. Les précipitations :	07
I.1.5.2. Humidité relative de l’air :	07
I.1.5.3. Les vents :	07
I.1.5.4. Durée d’insolation :	07
I.1.5.5. Les Températures :	07
I.1.5.6. Evapotranspiration :	07
I.1.5.7. Classification du climat :	08
I.1.5.7.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :	08
I.1.6. Cadre géologique :	10
I.1.6.1. Quaternaire :	10
I.1.6.2. Tertiaire :	10
I.1.6.3. Secondaire :	10
I.1.7. Hydrogéologie de la région :	11
I.1.7.1. Présentation des nappes :	11
I.1.7.2. Nappe du Continental Intercalaire (CI) :	11
I.1.7.3. Nappe du Complexe Terminal (CT) :	11
I.2.1- L’irrigation dans la vallée :	13

Chapitre II : Besoins en eau des cultures

II.1-Notions générales :	23
II. 1.1- Evapotranspiration (ET) :	23
II. 1.2- Evapotranspiration potentielle (ETP) :	23
II. 1.3- Evapotranspiration maximale (ETM) :	23
II.1.4- Evapotranspiration réelle (ETR) :	24
II.2 Evaluation des besoins en eau des cultures :	24
II.2.1- Evaluation de l'ETP par les méthodes indirectes (Formules empiriques) :	24
II. 2.2- Evaluation de l'ETP par les méthodes de mesures directes :	24
II. 2.2.1- Bacs évaporométriques :	24
II.3- Besoins en eau du palmier dattier :	25

Chapitre III : Pilotage des irrigations

III.1.- Définition :.....	30
III.2.- objectifs de pilotage des irrigations :.....	30
III.3.- Les indicateurs d'état hydrique :.....	31
III.3.1.- Les indicateurs liés à la plante :.....	31
III.3.1.1.- La teneur en eau du végétal :.....	32
III.3.1.2.- Le potentiel hydrique foliaire :.....	32
III.3.1.3.- La température foliaire :.....	32
III.3.1.4.- Micro variation du diamètre d'un organe :.....	32
III.3.2.- Les indicateurs d'état hydrique liés au sol :.....	33
III.3.2.1.-L'humidité du sol :.....	33
III.3.2.2.-Sonde à neutrons :.....	33
III.3.2.2.-La Tensiométrie :.....	33
III.3.3.- Les indicateurs basés sur le bilan hydrique :.....	34

Chapitre IV : Méthodes pilotage d'irrigation

IV.1.Bilan hydrique :.....	36
IV.1.1- Définition du bilan hydrique :.....	36
IV.1.2- Expression du bilan hydrique et rôle des différents termes :.....	37
IV.1.3.- Les différents processus du bilan hydrique :.....	38
IV.1.4.- Relation avec le bilan d'énergie :.....	39
IV.3-Pilotage par Tensiométrie :.....	42
IV.3.1-Introduction :.....	42
IV.3.2-Définition de la Tensiométrie :.....	43
IV.3.3-Description de la Tensiométrie :.....	43
IV.3.4-Fonctionnement :.....	44
IV.3.5-L'intérêt de la Tensiométrie :.....	45
IV.3.6-les avantages et les inconvénients de la Tensiométrie :.....	47
IV.3.6.1-les avantages :.....	47
IV.3.6.2-les inconvénients :.....	47
IV.3.6.3-Précaution :.....	48
IV.3.7-Problèmes souvent rencontrés avec les Tensiomètres :.....	48
IV.3.8-Préparation et installation du Tensiométrie :.....	49
IV.3.8.1-Préparation du Tensiométrie :.....	49
IV.3.8.2-l'endroit propice à l'installation des tensiomètres :.....	50
IV.3.8.3-L'installation du tensiomètre :.....	50
IV.3.8.4-Les points à surveiller :.....	50
IV.3.8.5-L'installation au champ :.....	51
IV.3.9-Fréquence d'observation des tensiomètres et des apports d'eau :.....	51
IV.3.10-L'interprétation et stratégie de pilotage d'irrigation par Tensiométrie:.....	52
IV.3.10.1-Irrigation par aspersion :.....	52

IV.3.10.2-Micro-irrigation:.....	54
----------------------------------	----

PARTIE PRATIQUE

Chapitre V : Présentation de la station

IV.1-Historique :.....	57
IV.2-Situation Géographique :.....	57
IV.3-Objectifs :.....	57
IV.4-Plan d'occupation des Sols :.....	57
IV.5-Caractéristiques physiques :.....	60
IV.5.1-Climat :.....	60
IV.5.2-Ressources en eau :.....	60
IV.5.3-Caractéristiques des sols :.....	61
IV.5.4-Drainage :.....	62

Chapitre VI : Méthodologie d'intervention

V.1-Presentation du site expérimental :.....	63
V.1.1-Caractéristiques du Site :.....	63
V.1.1.1-Sol :.....	63
V.1.1.2-Matériel végétal :.....	64
V.1.1.3-Irrigation par submersion :.....	64
V.2-Dispositif expérimental :.....	65
V.2.1-Irrigation par planche :.....	66
V.2.2-Tours d'eau (rythme d'irrigation) :.....	66
V.3-Pilotage par Tensiométrie :.....	69
V.3.1-Dispositif de mise en place :.....	69
V.3.2-Répartition spatiale des sites de mesures :.....	69
V.3.3-Analyse des flux hydriques dans le sol :.....	69
V.3.4-Positionnement des Tensiomètres :.....	70
V.3.5-Pratique du pilotage de l'irrigation par Tensiométrie :.....	70
V.3.6-Stratégie de Pilotage :.....	71
V.4-Pilotage par la Méthode bilan hydrique :.....	71
V.5-Méthode de tours d'eau (rythme d'eau) :.....	73
VI.1.5-Pratique du pilotage de l'irrigation par Tensiométrie :.....	70
VI.1.6-Stratégie de Pilotage :.....	71
VI.2-Pilotage par la Méthode de l'ETo Penman Modifiée :.....	71
VI.3-Tours d'eau (rythme d'eau) :.....	73

Chapitre VII : Résultats et discussions

VI.1- les résultats obtenus :.....	75
VI.1.1-détermination des besoins en eau :.....	75
VI.1.1.1-Méthode bilan hydrique :.....	75
VI.1.1.2-Méthode tensiométrique :.....	75
VI.1.1.3-Méthode tours d'eau (rythme d'eau) :.....	76
VI.2-analyse et interprétation des résultats :.....	76
VI.2.1-Seuil de déclenchement et doses d'irrigation :.....	76
VI.2.1.1-Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 16 /03 au 05/04/2012.....	77
VI.2.1.2-Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 05 /04 au 12/04/2012.....	79
VI.2.1.3-Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 12 au 24/04/2012.....	81
VI.2.1.4-Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 24 au 30/04/2012 et 30 au 15/05/2012.....	82
VI.2-Conclusion de pilotage par Tensiométrie:.....	84
VI.3-Comparaison entre le pilotage par Tensiométrie, le Bilan Hydrique et tours d'eau :	85
Conclusion générale :.....	89
Références bibliographiques:	
Annexes :	

<i>Liste des tableaux</i>	<i>Page</i>
<i>Tableau 01 : Valeurs du coefficient (Kc) pour le palmier dattier</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 02 : Les besoins en eau du palmier dattier dans les conditions d'évapotranspiration moyennes.</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 03 : L'ETP de station de l'I.N.R.A.A de Touggourt données climatiques (période 1983-2003)</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 04 : Interprétation des lectures du tensiomètre en irrigation par aspersion</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 05: Adaptation respective de la méthode du bilan hydrique et de la méthode tensiométrique au contexte de la Vallée du Jourdain.</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 06 : description du profil pédologique</i>	<i>53</i>
<i>Tableau 07 : stratégie de pilotage par tensiométrie.</i>	<i>59</i>
<i>Tableau 08 Calcul de l'ETr Source : station agro météorologique de l'I.N.R.A.A de Touggourt : 1983/2003</i>	<i>60</i>
<i>Tableau N° 09 Calcul volume d'eau par bilan hydrique à la station (INRAA) de 16/03 à 15/05/2012</i>	<i>62</i>
<i>Tableau N° 10 Calcul volume d'eau par données tensiométrique à la station (INRAA) de 16/03 à 15/05/2012</i>	<i>62</i>
<i>Tableau N° 11 : Calcul volume d'eau des tours d'eau à la station (INRAA) de 16/03 à 15/05/2012</i>	<i>63</i>

<i>Liste des figures</i>	page
<i>Fig.1: Situation géographique de la vallée d'Oued Righ.</i>	06
<i>Fig.2: Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Touggourt</i>	09
<i>Fig.3: coupe hydrogéologique du complexe terminal de la région d'Oued Righ sud.</i>	13
<i>Fig.4: photos d'une Seguia en Béton à Sidi Slimane.</i>	14
<i>Fig.5: Schéma des flux et stocks d'eau associés aux pluies sur une parcelle cultivée</i>	32
<i>Fig.6: Schéma d'un Tensiomètrie.</i>	34
<i>Fig.7:Schéma de station expérimental INRAA Sidi Mahdi – Touggourt</i>	50
<i>Fig.8: photos d'une profile sous palmier exprime la zone racinaire.</i>	54
<i>Fig.9: Schéma du positionnement des tensiomètres et parcelle de Bilan hydrique.</i>	55
<i>Fig.10: Schéma du positionnement des tensiomètres au-dessous le palmier</i>	55
<i>Fig.11: Principe de fonctionnement du pilotage de l'irrigation par tensiométrie</i>	58
<i>Fig.12: Principe de fonctionnement du pilotage de l'irrigation par bilan hydrique</i>	59
<i>Fig.13: Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 16 /03 au 05/04/2012.</i>	64
<i>Fig.14: Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 05 /04 au 12/04/2012.</i>	66
<i>Fig.15: Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 12 au 24/04/2012.</i>	68
<i>Fig.16: Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 24 au 30/04/2012.</i>	69
<i>Fig.17: Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 1 au 15/05/2012.</i>	70
<i>Fig.18: Représentation graphique des besoins en eau du Palmier Dattier selon l'Etr, le Pilotage tensiométrique et tours d'eau en irrigation par planche.</i>	72

INTRODUCTION

La Région de Oued Righ est une région à vocation phoenicicole par excellence. Elle est caractérisée par :

Un patrimoine phoenicicole évalué à plus 2.5 millions de palmiers reparti au sein d'une vallée de 150 Km de longueur et de 20 à 30 Km de largeur.

Le sous-sol recèle d'importantes ressources hydriques provenant de deux grands systèmes aquifères fossiles le continental intercalaire et le complexe terminal évalué respectivement à 50.000 milliards et 20.000 milliards de m³.

La présence d'une couche d'argile en profondeur fait que toute agriculture est impossible sans l'installation d'un système de drainage.

La mauvaise gestion de l'irrigation avec une eau de mauvaise qualité (Continental Intercalaire : 2.5 g/l Résidu sec et de 6 g/l de résidu sec pour le Complexe Terminal) conjuguée à un système de drainage défectueux a trouvé un environnement propice au phénomène de salinisation qui est l'une des principales contraintes de la chute conséquente des rendements.

Cette situation s'est traduite par une évacuation très insuffisante des eaux en excès d'où une nappe phréatique omniprésente (0.5 m et 1.0 m) créant ainsi un milieu d'hydromorphie et une salinisation des horizons supérieurs (pour une eau de 6g/l les sels déposés à l'hectare) pour les mois de juin, juillet, août et septembre est de 06 tonnes selon la Mission Soviétique 1964) sous l'effet de l'évaporation et la destruction de la microflore du sol.

Cet écosystème fragile se trouve menacé en raison à la réduction de la SAU du a une salinité excessive et un gaspillage important de la ressource hydrique.

Du coup toute amélioration doit passer par un contrôle rigoureux de l'irrigation et du drainage.

Nous allons étudier un essai comparatif des différentes méthodes de pilotage d'irrigation par la tensiométrie, tours d'eau et bilan hydrique du palmier dattier durant le mois Mars jusqu'à le mois de Mai, conduit sous système d'irrigation par submersion en planche au niveau de la station de Sidi Mahdi (INRAA) dans la région de l'Oued Righ.

Aussi le pilotage des irrigations par tensiométrie (fréquence des arrosages, consommation en eau et dose d'arrosage),

Chapitre I : Présentation de la région

I.1. Présentation de la région de l’oued Righ :

La région dite ‘‘Oued-Righ’’ dans le Sahara Algérien septentrional, est connue par le développement considérable de ses oasis qui produisent des dattes d’excellente qualité.

Ces oasis sont alignées du Nord au Sud en partant de l’importante Oasis d’Ourir. Jusqu’à celle de Témacine, sur une longueur de 150 Km environ. La largeur de la zone varie entre 20 et 30 km (figure 1).

La culture du palmier dattier dans cette région était pratiquée par les algériens bien avant l’arrivée des Français en Algérie, et grâce aux efforts de la population l’Oued-Righ est devenu la principale région productrice et exportatrice des dattes d’Algérie.

L’essor de la culture de la datte dans cette région est dû non seulement aux efforts de la population, mais surtout aux conditions climatiques particulières, aux caractéristiques favorables du sol et à l’existence des nappes souterraines importantes.

Géographiquement parlant, l’Oued Righ n’est pas un court d’eau, mais en le survolant-on se rend compte que cette dénomination correspond à une réalité. Le tracé de l’Oued est marqué par l’échelonnement de petits << Chotts>> exécutoires des eaux.

Le grand canal Oued Righ relie ces petits chotts et sert à l’évacuation vers le grand chott Merrouane des eaux de drainage et des eaux usées des oasis le long de la vallée.

I.1.1. Situation géographique :

La vallée de l’Oued Righ est située au Nord –Est du Sahara septentrional, en bordure du Grand Erg Oriental et au sud du massif des Aurès.

Elle s’étend sur un axe Sud – Nord sur environ 150 Km, de la latitude 32°54' à 39°9' Nord, longitude de 05°50' à 05°75' Est ;

La vallée de l’Oued Righ débute en amont (au Sud) à Elgoug. Elle se termine 150 Km plus au Nord à Oum El Thiour ; 500 Km au sud –Est d’Alger, 330 Km au sud de Constantine. (ROUVILOIS, 1975).

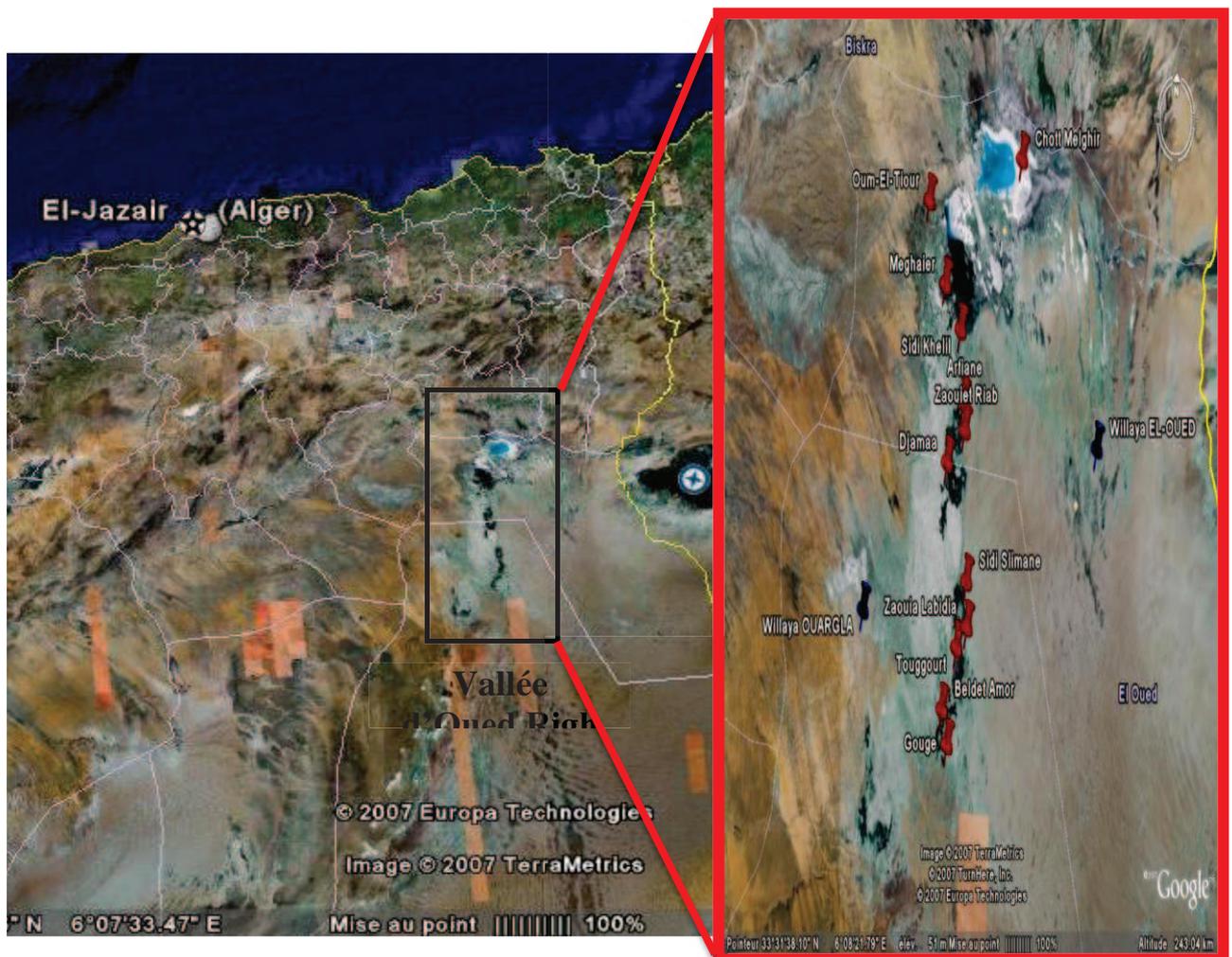


Figure N° 01 : Situation géographique de la vallée d'Oued Righ [Google Earth., 2011].

I.1.2. La topographie de la région :

La région de l'Oued Righ est topographiquement plus ou moins aplatie (plaine). Le point le plus élevé 105m est situé à Touggourt et -39m à El Méghaier pour le point le plus bas, l'altitude moyenne est de 46 m, sa pente est régulièrement faible qui est d'environ 1%.

I.1.3. Situation administrative :

La zone d'étude est à cheval sur 2 wilayat, celle d'El-Oued au Nord dont les daïrates d'EL Méghaier et de Djamâa dont totalement comprises dans la zone d'étude; la wilaya d'Ouargla; les daïrates : de Touggourt, Témacine et de EL Mégharine.

I.1.4. Aperçu socio-économique :

L'vallée de l'Oued Righ regroupait jusqu'à 1998. Cinquante (50) Oasis couvrant 15000 ha, répartis le long des frontières de la vallée; drainées par le canal collecteur.

D'après les enquêtes de la **FAO 1988**, la vallée de l'Oued Righ comprend près de deux millions de palmiers sur un total de 7,5 millions que compte le pays.

Les statistiques de l'année 1977 ont démontré que le travail dans l'agriculture des Oasis occupe 23% de la main d'œuvre de la région de Touggourt.

Le palmier dattier est la principale culture dans la région, la variété "Déglet Nour" domine suivie par le "Ghars" et "Dégla Beidha".

Les cultures hors palmiers sont peu développées et occupent 10 à 15 % de la superficie dont l'Orge et la luzerne sont les cultures fourragères les plus importantes.

Les cultures maraîchères, surtout l'Ail, l'Oignon, Carottes et Navets sont également produites pour une consommation locale.

Les variétés des cultures maraîchères en Eté sont (Piment et Pastique) dont la superficie est limitée.

Les animaux élevés (généralement Ovin et Caprins) sont gardés en stabulation dans les maisons, ils sont alimentés par fourrage et dattes sèches de qualité non marchande.

Les chèvres sont élevées pour leur lait et les brebis pour la chaire de leurs agneaux.

I.1.5. Etude climatique de la région de l'Oued Righ :

L'établissement d'un bilan hydrique nécessite une étude précise des différents paramètres du climat, tels que les précipitations, les températures et l'évapotranspiration...etc. pour cela, on va étudier les paramètres climatiques de la station de Touggourt.

Dans notre région d'étude, on dispose d'une seule station, celle de Touggourt dont les coordonnées sont les suivantes :

Latitude : 33,11'N

Longitude : 06°13'E

Altitude : 85m

Le climat de la vallée de Oued Righ est typiquement saharien qui caractérise par des précipitations très faibles, capricieuses, une température élevée et une humidité relativement faible. (**Dubief, 1953**).

I.1.5.1. Les précipitations :

La vallée subit l'influence d'un gradient pluviométrique décroissant du Nord vers le Sud ; dans les régions sahariennes les pluies sont rares et aléatoires.

Leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue du mois de Mai jusqu'au mois d'Août, et un maximum au mois de Janvier avec 17.68 mm. **(O.N.M, 2011).**

I.1.5.2. Humidité relative de l'air :

Les valeurs de l'humidité relative de la station de Touggourt sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 33% et 65%, sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 48%. Juillet est le mois le plus sec et janvier est le mois le plus humide,

I.1.5.3. Les vents :

Le maximum de vitesse du vent est enregistré au mois de Mai avec une valeur de 4,18 m/s et le minimum en décembre de est 2,54 m/s. ces vents soufflent suivant des directions différentes. **(I.N.R.A.A, 2011).**

I.1.5.4. Durée d'insolation :

La vallée de l'Oued Righ reçoit une quantité d'ensoleiller relativement très forte, le maximum est atteint au mois de juillet avec une durée de 358 heures et le minimum au mois de janvier avec une durée de 228 heures. **(BEN HAMIDA, et al., 2004).**

I.1.5.5. Les Températures :

Le maximum des moyennes mensuelles est atteint en mois d'Août avec 33,15°C, et le minimum au janvier 9,82°C. D'après les moyennes annuelles, l'année 1983 est la plus sèche durant la période (1975-2005), et la plus froide c'est celle de 1980. **(I.N.R.A.A, 2011).**

I.1.5.6. Evapotranspiration :

Dans la région de l'Oued Rhir l'évapotranspiration maximum connaît une importante variation saisonnière. L'ETP mensuelle en hiver est trois fois moins importante que l'ETP mensuelle en été. **(O.N.M, 2011).**

I.1.5.7. Classification du climat :

I.1.5.7.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN,1953 in DADDI BOUHOUN, 1997. Permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique, il est représenté à travers une échelle où $P=2T$:

- En abscisse par les mois de l'année ;
- En ordonnées à gauche par précipitations en mm ;
- En ordonnées à droite par les températures moyennes en °C ;

L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche .Dans la région de Touggourt nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année

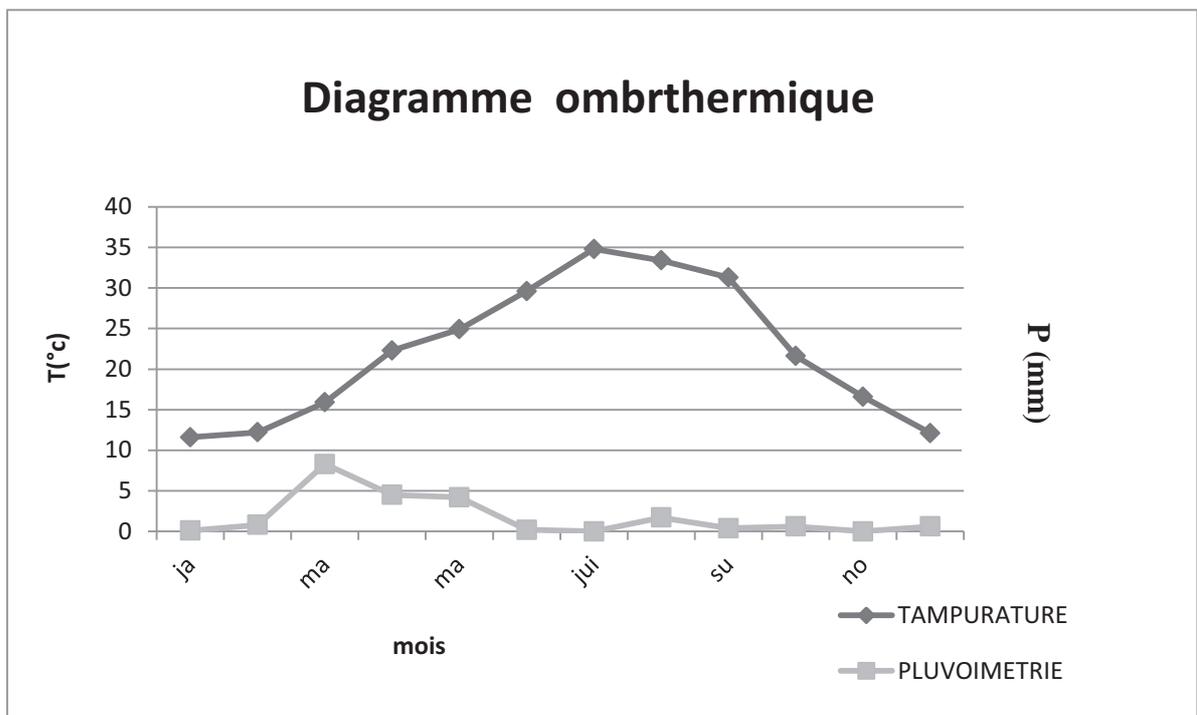


Figure N° 02 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Touggourt (2011).

I.1.6. Cadre géologique :

Les formations géologiques de la zone d'étude seront décrites du plus récent au plus ancien.

I.1.6.1. Quaternaire :

Essentiellement sableux, à la base des couches d'argile et d'évaporites semi-perméables le séparent de la pliocène supérieure.

Cette formation quaternaire renferme une nappe phréatique alimentée principalement par percolation des eaux en excès lors des périodes d'irrigation et en faible quantité par la précipitation. (SAYAH, 2008).

I.1.6.2. Tertiaire :

a)- Moi-pliocène

- Miopliocène supérieur : de formation sablo gréseuses ; renferme la première nappe (CT1).
- Miopliocène inférieure : sable de la deuxième nappe (CT2).

b)- Eocène inférieur

Calcaire de la troisième nappe (CT3) ces différents aquifères sont séparés par des niveaux imperméables à dominance argileuse. (HELAL, 2004).

I.1.6.3. Secondaire :

a)- Sénonien

Constitué de calcaires blanc et une alternance de calcaire, de marne et des couches de gypse.

b)- Turonien

Représenté par un dépôt marin, calcaire-marneux, l'épaisseur du turonien reste à peu près constante.

c)- Céomanien

Il est composé essentiellement de dépôts lagunaires marneux où prédominance des couches d'anhydrite et parfois même du sel.

d)- L'albien

Se présente comme une série très épaisse formée d'une alternance de couches gréseuses avec des passées d'argiles schisteuses. (HELAL, 2004).

I.1.7. Hydrogéologie de la région :

I.1.7.1. Présentation des nappes :

Les ressources en eaux souterraines du Sahara septentrional sont contenues dans deux grands aquifères, qui s'étendent au-delà des frontières Algériennes qui sont ceux du (CI) et (CT). Dans la région d'étude, on rencontre les trois nappes suivantes (du bas en haut):

- La nappe du Continental Intercalaire (CI).
- La nappe du Complexe Terminal (CT).
- La nappe phréatique.

I.1.7.2. Nappe du Continental Intercalaire (CI) :

Le terme continental intercalaire « désigne un épisode continental intercalé entre deux cycles sédimentaires ».

Le réservoir du continental intercalaire est constitué par les formations continentales du crétacé inférieur (Barrémien, Albien).

Le Continental Intercalaire occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base du trias et du sommet de l'Albien. C'est un réservoir considérable dû à l'extension (60000 Km²) et son épaisseur qui peut atteindre les 1000 m au Nord-Ouest du Sahara (**CORNET et GOUSCOV, 1952**).

Le Continental Intercalaire est un réservoir à eau plus au moins douce rempli dans sa majorité pendant les périodes pluvieuses du quaternaire. Ces eaux sont caractérisées par :

- une température qui dépasse les 50°C sauf les hauts endroits où l'aquifère est proche de la surface du sol.
- La minéralisation de l'eau oscille entre 1 et 2 g/l de résidu sec.
- L'alimentation se fait par ruissellement à la périphérie du réservoir tout en long et à l'extrémité des oueds qui descendent des montagnes de l'Atlas saharien, de Dahra tunisien, du plateau de Tadmaït et Tinhert, et les pluies exceptionnelles.
- L'écoulement des eaux de cette nappe, se fait dans la partie occidentale du Nord vers les Sud et dans la partie orientale de l'Ouest vers l'Est et du sud vers le Nord.

I.1.7.3. Nappe du Complexe Terminal (CT) :

La nappe du Complexe Terminal (CT) se localise dans le Sahara occidental et s'étend sur une superficie de 350000 Km² avec une profondeur varie entre 100 et 500 m; leurs eaux se caractérisent par :

- Une température peut élever.
- Moins chargées en sel sur les bordures et relativement élevées au centre (plus de 3g/l).
- L'écoulement généralement se fait vers les Chotts.
- Cette nappe regroupe deux systèmes aquifères appelés nappe des sables et nappe de calcaire.

Cette nappe, qui était à l'origine artésienne dans toute la région de l'Oued Rhir, est actuellement marquée par une forte baisse de l'artésianisme résultant de l'intensification des pompages. (SOUID, 2000).

Trois nappes ont été décrites, elles sont plus ou moins indépendantes :

- La première nappe est en réalité un réseau de petites nappes communicantes ; elle se situe dans les sables argileux du pliocène.
- La deuxième nappe : est constituée dans les sables du miocène supérieur.
- La troisième nappe est située dans les calcaires fissurés de l'éocène inférieur.

A l'origine, ces trois nappes étaient artésiennes sur l'ensemble de la vallée de l'Oued-Righ (figures 03).

La nappe de sable (moi-pliocène) :

Représenté par un ensemble important de sable et d'argile présente dans tout le bassin oriental. Cette nappe regroupe 2 nappes.

La première nappe de sable :

Elle est contenue dans des sables à grains fins et moyens rouges, plus ou moins argileux avec rare passage de calcaire. La profondeur de son toit varie entre 40 et 80 m; et son épaisseur varie entre 10 et 50 m. (BOUDOIR et MAHDJOUR, 2002).

La deuxième nappe de sable :

Elle circule dans les terrains constitués de sable jaune et de gravier siliceux faiblement marneux. Son épaisseur est de 15 à 50 m et sa profondeur varie entre de 100 à 300 m. Elle est la plus exploitée dans la région de Oued Righ. (NESSON, 1978).

La nappe de calcaire (sénonien carbonaté) :

Elle est constituée par des calcaires blancs siliceux de l'éocène. La profondeur du toit de cette nappe varie entre 160 et 200 m. or les calcaires du sénonien devient moins exploités.

Nappe phréatique :

Cet aquifère est constitué par des sables plus ou moins fins et Argile gypseuse. Son substratum est formé d'argile formant en même temps le toit de la première nappe du (CT).

Son épaisseur moyenne est de 7 à 60 m. Cette nappe n'est plus exploitée en raison de la forte salinité des eaux. (SAYAH, 2008).

Dans la partie supérieure des formations continentales, les nappes non captives profondes de 02 à 10 m viennent augmenter les réserves hydrauliques du bas Sahara. La nappe phréatique est omniprésente dans tous les oasis de la vallée de l'Oued-Righ.

Les analyses des eaux de la nappe phréatique montrent qu'elles sont très salées, la conductivité électrique est de l'ordre de:10 mmhos/cm à 36 mmhos/cm dans la majorité des cas (MESSAHEL et MEZA, 2003, cité par HELAL, 2004).

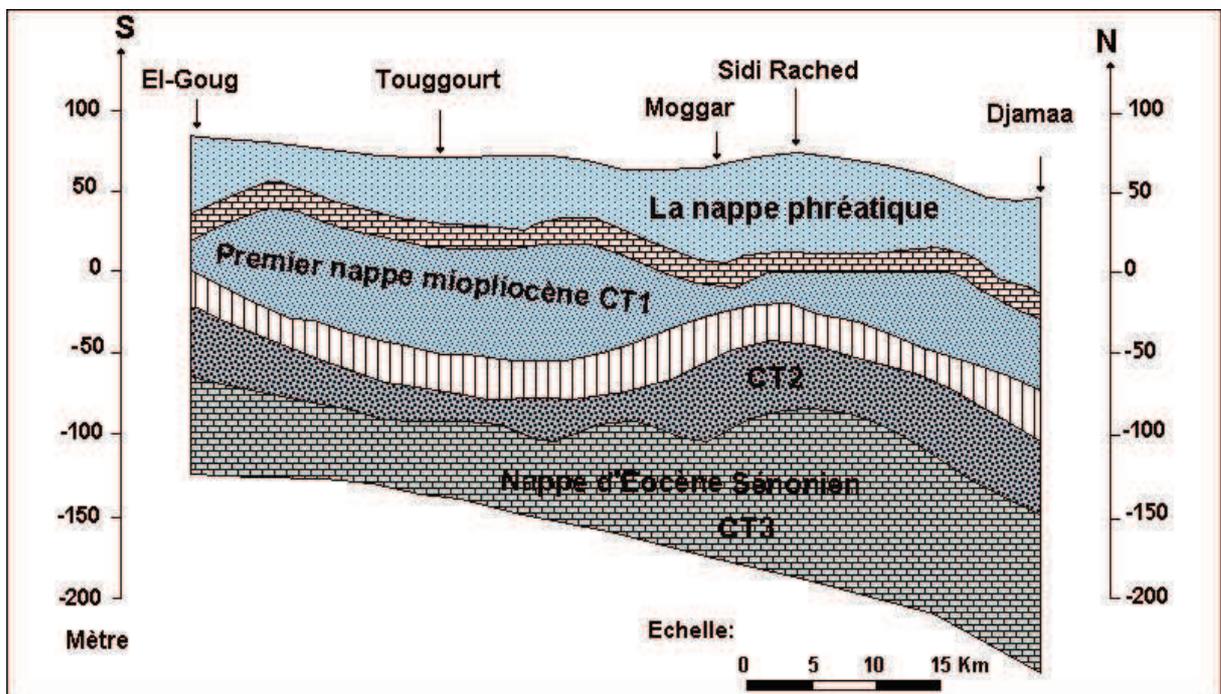


Figure N° 03 : coupe hydrogéologique du complexe terminal de la région d'Oued Righ sud.

I.2.1- L'irrigation dans la vallée :

L'agriculture saharienne d'aujourd'hui, entre tradition et modernité, est forte de ses ressources en eau et de son potentiel humain. Cette paysannerie, très attachée à sa terre, et qui a au cours du temps capitalisé des savoir-faire, des techniques spécifiques adaptées au milieu constitue le pilier majeur de ce renouveau de l'agriculture saharienne.

La quasi-totalité du système des palmeraies est irrigué par submersion à partir des seguias (*Figure N°4*) leur permettant ainsi l'irrigation des cultures pratiquées en planches sous palmiers (**HELAL, 2004**).

L'eau du forage est amenée à la parcelle par un réseau d'adduction pouvant être constitué par des seguias en terre ; des conduites enterrés avec des bornes californiennes, des petits canaux en ciment ou en amiante-ciment et souvent par les trois systèmes. Le très mauvais état des réseaux d'adduction entraîne des pertes pouvant aller jusqu'à 50% de l'eau fournie par les forages (**HELAL, 2004**).

L'irrigation à la parcelle est gravitaire par planches de dimensions variables suivant la présence de fossés de drainage.

Les planches ont une largeur variable (0.9 à 1.5) ; sauf dans les grandes plantations, le réseau est compliqué, sinueux et pas toujours entretenu. Ces planches sont généralement branchées directement sur la seguia, mais il arrive qu'elles soient reliées entre elles par un petit canal. L'irrigation est alors faite en série et les premières planches fonctionnent elles-mêmes comme des seguias.

Cette tradition d'irrigation est due à la gestion collective et à la densité de palmiers à l'échelle d'une part et à la texture du sol sablo-limoneuse favorisant l'infiltration rapide des eaux d'autre part.



Figure N° 04 : photos d'une Seguia en Béton à Sidi Slimane.

Chapitre II : Besoins en eau des cultures

II.1-Notions générales :

Les besoins en eau des plantes sont pour une large part, déterminés par le phénomène de l'évaporation dont l'intensité dépend des données météorologiques d'une part et des exigences propres à la plante et de sa phase végétative d'autre part (**GOUNY, 1976**).

La connaissance des besoins en eau des cultures tient compte des notions suivantes:

II. 1. 1- Evapotranspiration (ET) :

C'est la perte d'eau sous forme de vapeur, par évaporation de l'eau du sol, de la rosée, de l'eau de pluie interceptée par les surfaces ainsi que de la transpiration de la plante. Ce terme peut s'exprimer pour la période considérée soit en unité de masse ou de volume par unité de surface, soit en équivalent en hauteur d'eau (**PERNIER, 1984**).

II. 1. 2- Evapotranspiration potentielle (ETP) :

L'évapotranspiration potentielle (ETP) peut être définie comme étant la quantité maximale d'eau susceptible d'être évaporée dans des conditions climatiques données par une surface d'eau libre, ou un couvert végétal pour lequel l'eau n'est pas un facteur limitant. La valeur limite de l'évapotranspiration potentielle est fonction de l'énergie disponible (**COSANDEY et ROBINSON, 2000**).

II. 1. 3- Evapotranspiration maximale (ETM) :

C'est l'évapotranspiration d'une culture spécifique dans des conditions de densité et de fertilisation du sol optimales, culture croissante sur un sol bien alimenté en eau et placée dans les conditions adventives négligeables et des conditions climatiques de la région considérée. Elle est liée à l'ETP de référence par la relation suivante: $ETM = Kc \cdot ETP$.

Kc: coefficient cultural qui dépend du stade de la culture et des conditions climatiques, il est généralement inférieur à 1 (**COSANDEY et ROBINSON, 2000**).

II.1. 4- Evapotranspiration réelle (ETR) :

L'évapotranspiration réelle (ETR) peut être définie comme étant la réponse, en termes de vapeur d'eau, d'un milieu donné à la demande exercée par l'évapotranspiration potentielle, compte tenu de la quantité d'eau disponible; la valeur limite n'est plus ici l'énergie, mais l'eau disponible.

ETR peut être supérieure, égale ou inférieure à l'ETM (COSANDEY et ROBINSON, 2000).

II.2 Evaluation des besoins en eau des cultures :

La détermination des besoins en eau des cultures implique la détermination de l'ETP.

Il existe différentes formules de calcul de l'ETP et le choix dépendra des données météorologiques existantes (OLLIER et POIREE, 1983).

II.2. 1- Evaluation de l'ETP par les méthodes indirectes (Formules empiriques) :

Ces formules sont basées sur des données climatiques, on en cite: formule de THORNTHWAITE (1954), formule de PRIMAULT (1962) et formule de TURC (1961) et sur le bilan énergétique on en cite: formule de PENMAN (1984) et MONTEITH (1956).

II. 2. 2- Evaluation de l'ETP par les méthodes de mesures directes :

II. 2.2. 1- Bacs évaporométriques :

C'est la méthode la plus simple pour approcher la demande climatique d'une culture donnée, pour une période donnée qui sera estimée selon la relation suivante:

$$ETR = K_b \cdot E_{BAC}$$

E_{BAC} : évaporation de l'eau du bac (mm)

K_b : coefficient du bac tenant compte: de l'humidité, de la vitesse du vent et de la distance du bac par rapport à la végétation environnante.

Parmi les bacs utilisés fréquemment, le bac "Classe A" et le bac "Colorado".

L'obtention de l'ETM par les formules empiriques ou par les bacs se fait par l'introduction du coefficient cultural **Kc** et on aura:

$$\mathbf{ETM = Kc \cdot ETP}$$

Le **Kc** traduit le rythme de consommation en eau de la culture selon le stade végétatif donné.

On appelle coefficient cultural **Kc** le rapport **ETM / ETP**. Ce coefficient varie avec le type de culture, le stade végétatif, la densité de plantation et à moindre degré avec la variété et le climat (**VESCHAMBRE et VAYSSE, 1980**).

Les besoins d'une culture changent complètement en fonction des stades végétatifs et sont proportionnels à la surface foliaire, mais il y a en plus des périodes où l'alimentation en eau devient particulièrement importante. On appelle ces moments particuliers les phases critiques et les phases sensibles.

Dans une palmeraie, la phase la moins critique est celle du repos hivernal des arbres, de Novembre à Janvier, voire Février (**VESCHAMBRE et VAYSSE, 1980**).

Tableau 01: Valeurs du coefficient (Kc) pour le palmier dattier

<i>Mois</i>	<i>Jan.</i>	<i>Fév.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Avr.</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun.</i>	<i>Juil.</i>	<i>Aut.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Déc.</i>
<i>Coefficient Kc</i>	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.85	0.85	0.80

Source:(**DOOREMBOS et PRUITT, (1977)**)

II.2. 2- Bilan hydrique (Cases lysimétriques) :

L'estimation de l'évapotranspiration d'une culture par la méthode du bilan hydrique, en utilisant des cases lysimétriques (**COSANDEY et ROBINSON, 2000**), s'écrit :

$$\mathbf{ET = I + P - D - \Delta S}$$

Avec **ET** : hauteur d'eau évapotranspirée en (mm).

I : apport d'eau d'irrigation (mm).

P : hauteur de précipitation (mm).

D : drainage.

ΔS : Variation du stock d'eau dans la couche considérée (mm).

II.3- Besoins en eau du palmier dattier :

Le palmier dattier peut vivre en atmosphère sèche, pourvu que les besoins en eau au niveau des racines soient satisfaits (**PEYRON, 2000**).

L'irrigation rationnelle des palmeraies a pour but d'assurer pendant toute l'année, et surtout pendant l'été, saison durant laquelle les exigences sont les plus grandes, les quantités d'eau nécessaires à une évolution normale des arbres et à l'élaboration d'une bonne récolte (**SIMONNEAU, 1961**).

Il est difficile de déterminer le volume d'eau exact nécessaire à la croissance et à la production du palmier dattier. Deux règles essentielles doivent être respectées:

- Les quantités d'eau fournies doivent être suffisantes pour que le sol soit mouillé en profondeur, au-delà de la zone radiculaire.
- De manière générale, et tout particulièrement en zone sableuse, il est préférable d'apporter des volumes d'eau importants à chaque irrigation plutôt que de petites doses fréquentes.

Il est donc recommandé de fournir des volumes d'eau importants, supérieurs à **300** mètres cubes par hectare à chaque irrigation, et cela quels que soient le types de sol, la densité de plantation et la saison (**PEYRON, 2000**).

Le rythme d'irrigation et les quantités fournies d'eau au cours de l'année sont fonction des cycles végétatifs et productifs du palmier. Dès la nouaison, les quantités d'eau doivent augmenter. Les fruits évoluent rapidement, et les besoins sont grands. Cette période dure jusqu'à la récolte, et même au-delà, en pleine saison chaude. C'est à cette période que les quantités apportées sont le plus importantes, mais aussi que le dattier souffre le plus (**PEYRON, 2000**).

Ainsi, l'influence défavorable des facteurs climatiques et édaphiques font qu'au Sahara la prospérité du palmier dattier est principalement fonction des volumes d'eau disponibles pour l'arroser (**SIMONNEAU, 1961**). Le palmier peut évoluer normalement entre **20%** et **24%** d'humidité relative du sol, d'après des recherches réalisées à **El Arfiane** en **Algérie** (**GIRARD, 1961**).

Les apports d'eau doivent être suffisants pour couvrir tous les besoins du palmier dattier, pour compenser les pertes par infiltration et par évaporation à la surface du sol, pour satisfaire

les besoins des cultures intercalaires, s'il y a lieu, et pour lessiver le sol afin d'éliminer les sels accumulés.

Les besoins en eau du palmier dattier dépendent donc de:

- ✓ la nature et la texture du sol.
- ✓ la qualité de l'eau fournie.
- ✓ la densité de plantation.
- ✓ l'âge de la plantation.
- ✓ la présence ou non d'une nappe phréatique.
- ✓ la présence ou non de culture sous-jacentes.
- ✓ les conditions climatiques, c'est-à-dire l'aridité et les variations saisonnières.

Tous ces facteurs font qu'il est difficile de déterminer de façon rigoureuse le volume d'eau à fournir pour la vie et la production du palmier dattier. D'après les calculs fondés sur l'évapotranspiration, Seule l'observation peut déterminer, ou confirmer, le rythme et le volume des doses appliquer (TOUTAIN, 1979).

Tableau 02 : Les besoins en eau du palmier dattier dans les conditions d'évapotranspiration moyennes

MOIS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
nombre d'arrosage	OUARGLA	8	10	16	21	31	30	31	31	25	16	14	12	
	BISKRA	7	7	14	15	16	26	31	18	15	11	7	6	
la quantité pour chaque palmier/arrosage (litre)	OUARGLA	374	398	501	447	375	444	501	448	407	466	404	387	
	BISKRA	434	475	474	514	677	476	421	608	511	468	483	461	
la quantité pour chaque palmier/mois (litre)	OUARGLA	2992	3980	8020	9387	11634	13329	15529	13888	10175	7456	5656	4644	
	BISKRA	3472	3800	6636	7710	10832	12378	13051	10944	7665	5148	3381	2766	
la quantité / hectare / mois (m ³)	OUARGLA	359	478	962	1127	1396	1599	1863	1667	1221	895	679	558	
	BISKRA	417	456	796	926	1299	1485	1565	1314	920	618	406	332	
Nombre d'arrosage /an				OUARGLA	245			la salinité de l'eau d'irrigation CE =06 dS/m						
				BISKRA	175									
la quantité annuelle / palmier (m ³)				OUARGLA	106,65									
				BISKRA	87,783									
la quantité annuelle / hectare (120 palmiers) (m3)				OUARGLA	12797									
				BISKRA	10534									

Source : (FAO, 2005)

Le tableau 02 montre la programmation d'irrigation proposée dans le cas de la région de Biskra et la région de Ouargla; cas des sols sableux et des palmiers dattiers ne dépassant pas l'âge de 5ans.

Dans la région de l'Oued Rhir l'évapotranspiration maximum connaît une importante variation saisonnière. L'ETP mensuelle en hiver est trois fois moins importante que l'ETP mensuelle en été.

**Tableau 03 : L'ETP de station de l'I.N.R.A.A de Touggourt données climatiques
(période 1983-2003)**

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
ETP (mm/j)	2.23	3.42	4.14	6.41	7.85	9.25	10.14	9.92	6.32	4.62	3.13	1.86

Source : (station agro météorologique de l'I.N.R.A.A de Touggourt)

Chapitre III : Pilotage des irrigations

III.1.- Définition :

La connaissance des besoins en eau de la plante aux différents stades végétatifs et de la situation des réserves en eau du sol détermine le pilotage de l'irrigation.

Dans un contexte caractérisé par une culture, un sol, un mode d'irrigation, un climat, le pilotage des irrigations se définit comme le raisonnement permettant de répondre à la triple question du quand-combien-comment irriguer, le choix du couple 'dose-fréquence' répond au 'quand-combien' la manière de réaliser les apports avec un matériel déterminé constituant le mode d'irrigation répond au 'comment'. **(FILALI, 2003)**.

Les réponses à ces trois questions simples nécessitent la combinaison de multiples facteurs qui, selon leurs propriétés et les objectifs fixés (coût, confort, précision), donnent lieu à des solutions différentes **(CHOL, et TRON, 1999, cité par FELALI)**.

Le pilotage de l'irrigation peut se concevoir de différentes façons à partir de source d'informations variées dont beaucoup peuvent être complémentaires. Le choix des moyens et des méthodes à retenir est donc en fonction des objectifs retenus.

Pour maîtriser l'irrigation il faut concilier des considérations techniques liées aux besoins en eau des cultures, aux réserves en eau du sol, aux équipements d'irrigation et des considérations économiques liées à la rentabilité des moyens à mettre en œuvre. **(ISBERIE et al., 1992)**.

III.2.- objectifs de pilotage des irrigations :

Selon **MOUHOUCHE, et ISSOLAH, (1993), cité par Belouz, 2007)**, le pilotage des irrigations est un système d'aide technique aux irrigants qui a pour objet l'utilisation optimale de l'eau d'irrigation et par conséquent sa meilleure valorisation.

D'après **AIT, (1993)**, l'objet principal d'un outil de pilotage d'irrigation est de permettre à l'agriculture d'apporter la dose adéquate d'eau au moment opportun pour les différentes cultures irriguées et de sauvegarder ainsi la production agricole et optimiser le rendement des cultures et leur évitant le stress hydrique.

III.3.- Les indicateurs d'état hydrique :

Optimiser l'utilisation de l'eau d'irrigation est de plus en plus nécessaire.

Les indicateurs de l'état hydrique du sol ou du couvert végétal peuvent contribuer à la gestion de l'eau, en permettant de rationaliser les apports (**RUELLE, et al., 1993**)

III.3.1.- Les indicateurs liés à la plante :

Le pilotage visuel pratiqué par certains irrigants à partir des symptômes de stress constatés sur la culture, présente de grave inconvénient d'apporter un remède à un mal déjà fait (**DECROIX, et al., 1990**)

Ce sont les indicateurs basés sur des mesures faites sur la plante elle-même, c'est donc, les indicateurs qui rendent mieux compte de l'état hydrique d'une plante.

III.3.1.1.- La teneur en eau du végétal :

La teneur en eau des tissus peut être considérée a priori comme un bon indicateur de l'état hydrique d'une plante. Les principales grandeurs utilisées sont les suivantes :

- Le contenu en eau (AWC) ou l'humidité pondérale et la teneur relative en eau ou humidité spécifique (HS) :

$$AWC = \frac{MF - MS}{MS}$$

$$\text{avec : } HS = \frac{MF - MS}{MF}$$

MF : masse de la matière fraîche

MS : masse de la matière sèche

- Le contenu relatif en eau :

$$RWC = \frac{MF - MS}{Msat - MS}$$

Msat : est la masse fraîche totale à pleine turgescence

III.3.1.2.- Le potentiel hydrique foliaire :

Il traduit l'intensité de force qui lie l'eau aux tissus végétaux. De nombreuses études ont dégagé des relations entre le potentiel hydrique foliaire et la résistance stomatique (STEWART *et al.*, 1984). Le point critique du potentiel foliaire qui correspond au début de l'augmentation de la résistance stomatique est souvent pris comme repère de l'apparition d'un stress hydrique.

La mesure de la résistance stomatique se fait à l'aide d'un appareil appelé « potomètre à diffusion ».

Le suivi du cycle de ce potentiel est aussi un bon moyen de juger des contraintes hydriques et de leurs répercussions sur la production en vue de mieux connaître la pertinence d'une irrigation. (AIDAOU, 1996).

III.3.1.3.- La température foliaire :

La température de surface du couvert végétal est un indicateur pour piloter l'irrigation. Cette température dépend du refroidissement des feuilles lié à l'évapotranspiration, elle-même fonction de la disponibilité de l'eau dans le système sol-plante.

L'écart entre la température de surface du couvert végétal (T_s) et la température de l'air ambiant (T_a) est proportionnel de régime d'évaporation.

Pour un couvert évaporant en pleine activité, sans contrainte d'alimentation en eau, la température de surface (T_s) reste inférieure à la température ambiante (T_a).

En cas de déficit hydrique, la plante réagit en réduisant son évapotranspiration par régulation stomatique, ce qui se traduit par une augmentation de la température de surface (T_s), qui devient supérieure à (T_a). (ISBERIE, *et al.*, 1992).

C'est un indice souvent utilisé pour déterminer le moment des irrigations. Aujourd'hui, grâce à la technique de la thermométrie infrarouge il est devenu possible de mesurer aisément et rapidement la température d'un couvert végétal (JACKSON *et al.*, 1988, cité par Belouz, 2007).

III.3.1.4.- Micro variation du diamètre d'un organe :

En mesurant très finement les variations de dimensions des fruits ou des tiges d'un arbre ou d'une plante, on peut repérer le moment où il est nécessaire d'irriguer. La station d'Agronomie de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) d'Avignon a breveté un bioprogrammateur fonctionnant selon ce principe.

Des organes végétaux (fruits, tiges) sont équipés de capteurs, qui mesurent à quelques microns près les fines variations de dimensions occasionnées par la vie de la plante elle-même, dans son environnement. (ISBERIE, et al., 1992).

III.3.2.- Les indicateurs d'état hydrique liés au sol :

L'état hydrique du sol permet d'avoir des informations instantanées grâce à divers appareils de mesure, permettant ainsi l'aide à la décision dans le pilotage des irrigations (CHOL, et al., 2000).

III.3.2.1-L'humidité du sol :

L'humidité du sol peut être mesurée par gravimétrie : c'est le rapport de la différence du poids frais moins le poids sec, sur le poids sec d'un échantillon de sol desséché dans une étuve à 105°C pendant 24 heures.

III.3.2.2-Sonde à neutrons :

Elle peut être, aussi mesurée par la sonde à neutrons dont le principe repose sur l'émission de neutrons par une source radioactive qui, une fois réceptionnés par les molécules d'eau, informe de la quantité de celle-ci contenue à la profondeur considérée, qui est fonction du rapport neutrons reçus sur neutrons émis.

III.3.2.2-La Tensiométrie :

La tensiométrie est le deuxième indicateur d'état hydrique lié au sol. A toute humidité donnée, correspond un potentiel de l'eau dans le sol qui peut être mesuré à différentes profondeurs, à l'aide d'un tensiomètre (MONNEVEUX, et THIS, 1997, cité par Belouz, 2007).

Cette méthode consiste à suivre à l'aide des tensiomètres la zone dans laquelle le système racinaire est actif, avec des tensiomètres placés à différentes profondeurs.

Ce potentiel exprime en quelque sorte l'intensité des forces qui retiennent l'eau dans le sol et, par conséquent, l'importance de travail qu'il faudra fournir pour extraire cette eau. On retiendra en particulier que :

Plus le sol est humide, plus le potentiel de l'eau est faible, plus l'eau est mobile et visse versa. (DUCROCQ, 1990).

III.3.3.- Les indicateurs basés sur le bilan hydrique :

Pour organiser l'irrigation en fonction des besoins en eau des cultures et des moyens dont on dispose, il faut prévenir et ne pas attendre que la sécheresse se manifeste pour tenter d'intervenir.

Le bilan hydrique permet de déterminer l'état des réserves en eau du sol. Il est alors possible d'estimer l'ETR et son évolution afin de comparer l'état de satisfaction des besoins en eau de la culture aux objectifs fixés, selon les stades de végétation.

Cela possible en établissant un bilan hydrique prévisionnel, qui est une comparaison entre l'offre et la demande en eau :

- L'offre est constituée, comme tout bilan hydrique, par la réserve initiale du sol et son entretien par les remontées capillaires, les pluies et par les irrigations éventuelles.
- La demande concerne les besoins en eau de culture, liés à son stade de développement et aux conditions climatiques.

Le bilan hydrique est une représentation grossière de la réalité mais il ne demande qu'un nombre limité de données pour son utilisation.

Il permet d'établir une gestion prévisionnelle de la sole irriguée, décision d'ordre stratégique : choix de modes de conduites plus ou moins restrictifs, élaboration de calendrier d'irrigation des différentes productions avec analyse des différents régimes hydriques.

Lors de l'utilisation en temps réel pour le pilotage de l'irrigation, décisions tactiques, il constitue un premier « garde-fou » contre l'usage abusif éventuel de l'eau. (**ISBERIE, et al., 1992**).

Chapitre IV : Méthodes pilotage d'irrigation

IV.1. Bilan hydrique :

IV.1.1- Définition du bilan hydrique :

Pendant longtemps, le bilan hydrique pour l'agronome avait pour but de définir l'eau disponible pour la plante dans le compartiment sol. Ce compartiment joue, par rapport à la variabilité climatique des pluies, le rôle de réservoir tampon majeur qui permet de caractériser ce qu'on appelle l'offre ; en fait, cette eau disponible ne satisfait que rarement tout au long de la croissance les besoins en eau des plantes, qui sont nécessaires pour exprimer leur production potentielle. Face à cette offre, il apparaît clairement dans les années 60 (**PENMARCH, 1956, cité par Belouz, 2007**), que les conditions climatiques imposaient, en fonction des caractéristiques physiques de l'interface (couvert-végétal atmosphère), un bilan d'énergie engendrant, dans le cas d'aucune restriction des apports d'eau au niveau de cette interface (saturation maintenue au cours du temps), une évaporation maximale dite potentielle théorique ETP c'est dire la demande climatique. (**PERRIER, 1988**).

Le bilan hydrique est traduit par l'énoncé de la loi de conservation de la matière qui stipule que la matière ne peut être ni créée ni détruite, mais qu'elle passe seulement d'un état à l'autre, ainsi la teneur en eau d'un volume du sol donné ne peut augmenter sans un apport venant de l'extérieur (par infiltration ou remontée capillaire par exemple) et ne peut diminuer à moins que de l'eau ne soit pas transportée vers l'atmosphère par évapotranspiration ou en profondeur par drainage (**HILLEL, 1980**).

Le bilan hydrique d'une plante dépend donc de la quantité d'eau absorbée, essentiellement par les racines, de celle transpirée, surtout par les feuilles, et, en fin de celle stockée dans les réserves ou utilisée pour la croissance, mais les variations de la teneur en eau et les quantités d'eau utilisées pour la croissance sont négligeables en masse par rapport aux flux d'eau traversant les plantes (**URBAN, 1997 cité par LEULMI, 2004**).

Il représente l'évolution des réserves en eau du sol au cours d'une période de végétation : ceci permet notamment de programmer les irrigations de façon à maintenir l'humidité du sol dans les limites satisfaisantes pour l'absorption des plantes. (**DUCCROQ, 1990**).

Dans un intervalle de temps donné (1semaine, 1mois, etc.), l'humidité du sol varie en fonction :

- De la fraction de pluie tombée qui est effectivement stockée par la couche de terre exploitée par les racines.
- De la réserve en eau du sol initiale (c'est-à-dire existant au début de la période).
- De l'évapotranspiration de la parcelle.

IV.1.2- Expression du bilan hydrique et rôle des différents termes :

Etablir un bilan, c'est donc calculer la différence entre les apports et les pertes, donc le bilan hydrique s'exprime par la formule :

$$\Delta S = P + I - ETR - D + Rc \pm R$$

Dans laquelle :

ΔS : Variation du stock d'eau du sol sur la profondeur d'action du système racinaire.

P : est la pluie efficace (stockée dans le sol et utilisable par la plante)

I : est la dose d'irrigation

Rc : remontées capillaires

R : Ruissellement

D : drainage (percolation)

ETR : évapotranspiration réelle

Ces paramètres sont habituellement exprimés en mm d'équivalente eau. Ceci correspond donc à une mesure équivalente à celle des précipitations, l'eau ruisselée, évaporée ou infiltrée étant comptée de même manière que les précipitations. Il faut tenir compte du fait que l'évaporation est un phénomène continu quoique variable dans le temps alors que les précipitations sont des phénomènes plus concentrés dans le temps et discontinus.

Afin de déterminer la quantité d'eau consommée réellement par la plante (ETR), il faut quantifier les termes de l'équation. Les termes P, I, et ΔS sont facilement mesurables (pluviométrie et humidimétrie à neutrons, par exemple) les autres termes quant à eux, sont plutôt difficiles à déterminer.

Le drainage et les remontées capillaires nécessitent des mesures tensiométriques en continu et bien représentatives, pour la détermination du sens des gradients de charges hydrauliques et qui nécessitent aussi la connaissance de la conductivité hydraulique du sol (ce qui n'est pas toujours évident vu l'hétérogénéité du sol), (IMACHE, 2001).

IV.1.3.- Les différents processus du bilan hydrique :

La figure N°5 précise les principaux processus agissant sur le bilan hydrique, avec indication des principales interactions. Les processus en jeu apparaissent nombreux et fortement interactifs. Notons que toutes les liaisons ne sont pas indiquées pour une question de lisibilité de la figure, et également certains processus *a priori* trop marginaux ne sont pas représentés, tel que les transferts horizontaux de l'eau sous la surface du sol. Les éléments centraux sont les pluies et la réserve en eau du sol.

Une partie de la pluie ne participe pas à la recharge de la réserve du sol à cause des processus de captation par le couvert végétal et de ruissellement. La battance de la surface du sol sous l'effet des pluies influence largement ce dernier processus, par la formation de la croûte de battance (limitant les capacités d'infiltration) et l'abaissement de la capacité de flaquage. (ROSNOBLET, 2002).

L'humidité du sol de surface a également un poids sur l'infiltration. Le travail du sol est tout à fait essentiel pour l'infiltration / ruissellement, notamment car il détruit la croûte de battance, maximise la capacité de flaquage, modifie les capacités d'infiltration de la tranche de sol travaillée. Outre les apports par infiltration, le stock d'eau du sol varie également fortement en fonction de l'évapotranspiration, et est soumis à une perte d'eau par drainage profond (rechargeant les nappes phréatiques), et des gains par « remontées capillaires ». La pluie efficace correspond finalement à la pluie incidente diminuée de la captation et du ruissellement, et augmentée d'un terme secondaire : l'abaissement de la transpiration du couvert sous l'effet de la captation. (ROSNOBLET, 2002).

La captation et le ruissellement, notamment, sont très généralement négligés dans les modèles de bilan hydrique, sauf dans certains cas particuliers : le ruissellement est intégré dans les modèles calculant l'érosion, et la captation est prise en compte pour le bilan hydrique des forêts. Différents éléments indiquent toutefois que l'importance de la captation et du ruissellement peut être réelle sur des parcelles agricoles, ce qui implique le développement de modèles spécifiques couplés au bilan hydrique (captation, infiltration, flaquage, ruissellement) avec intégration de certains processus essentiels (notamment la variabilité des caractéristiques hydrodynamiques de la tranche de sol travaillée, l'évolution de la capacité de flaquage et de la croûte de battance).(ROSNOBLET, 2002).

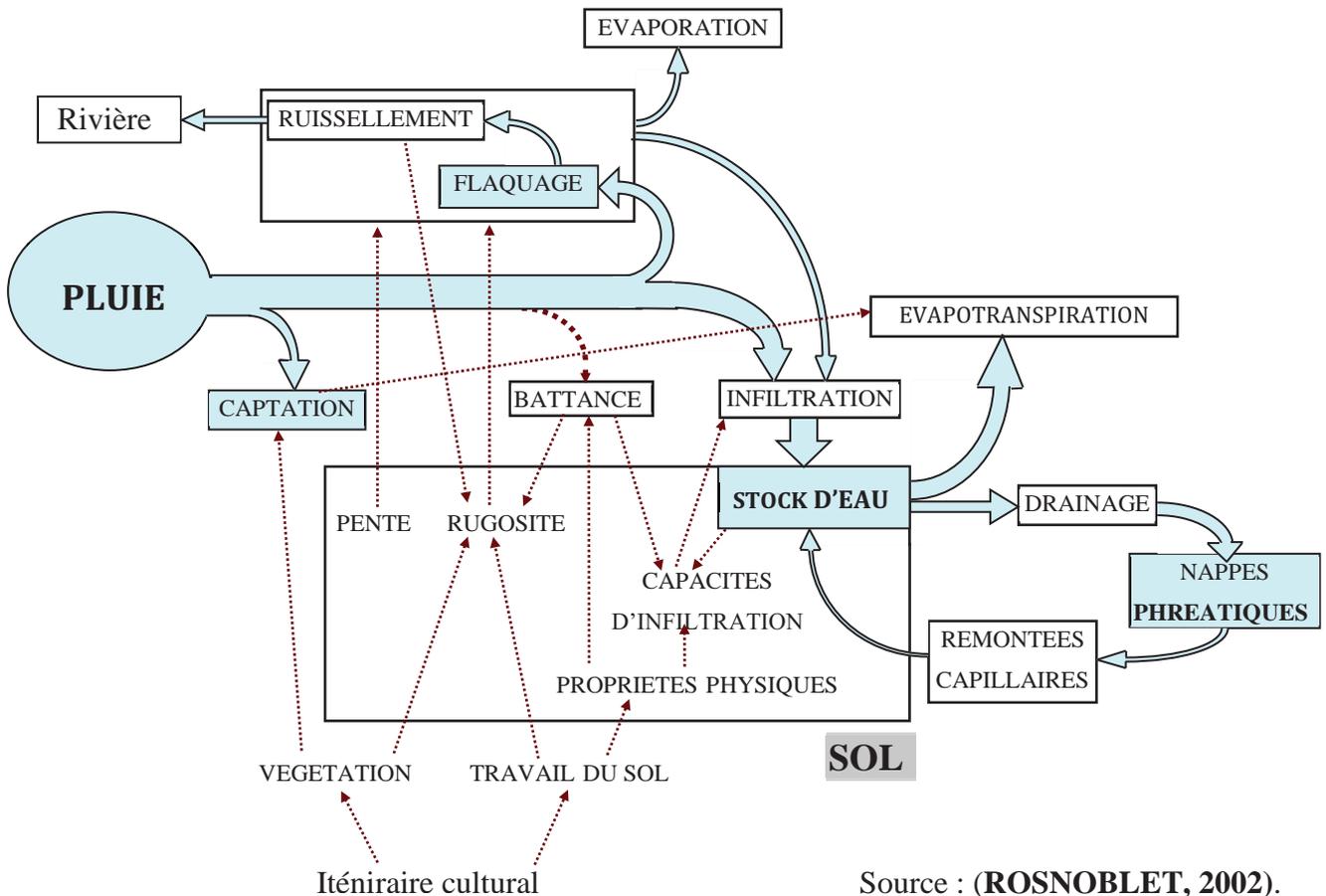


Figure N°5: Schéma des flux et stocks d'eau associés aux pluies sur une parcelle cultivée.

IV.1.4.- Relation avec le bilan d'énergie :

Le bilan énergétique constitue le moteur de l'évapotranspiration, concept qui combine l'évaporation physique à partir des surfaces et la transpiration à partir de la végétation. C'est le rayonnement net qui est essentiellement utilisé à cette fin. En général, l'évapotranspiration est limitée par le pouvoir évaporant de l'air, qui utilise l'énergie solaire et le vent comme moteur.

L'évaporation était tout d'abord liée au rôle dominant de l'énergie radiative nette au niveau de la surface et à la façon dont l'eau peut être disponible au niveau de même surface (disponibilité en eau). D'autre part, les processus d'échanges modulant cette évaporation sont fonction des caractéristiques de l'air, en particulier le déficit hydrique et la vitesse du vent ; cette dernière conditionne la vitesse de transfert de la vapeur d'eau. (PERRIER, 1996).

En fait, les facteurs de climat sont bien les grandeurs de forçage qui imposent à chaque instant, à travers la sous-couche de surface, les conditions d'échanges qui détermineront l'évaporation. Ces conditions sont en interaction avec la surface à travers ses propriétés

mécaniques, radiatives (coefficient de réflexion et d'émission) et hydrique (disponibilité de l'eau à la surface).

Deux systèmes de bilan gèrent à chaque instant ces échanges et l'évaporation qui en résulte au niveau de la surface :

- Le bilan d'énergie qui assure à chaque instant l'équilibre entre les différents flux présents au niveau de l'interface et donc la valeur de l'évaporation instantanée ;
- Le bilan hydrique qui détermine l'évolution du stock d'eau jour après jour ; selon le fonctionnement physiologique de l'interface, il détermine l'évolution instantanée de la disponibilité en eau, (**PERRIER, 1996**).

IV.2-Pilotage par Tensiométrie :

IV.2.1-Introduction :

L'irrigation est fort utile, mais elle exige en contrepartie une excellente régie : il faut appliquer les bonnes quantités d'eau au bon moment, pour éviter des excès, des stress hydriques indésirables et des pertes d'eau et de fertilisants dans l'environnement.

Pour assurer une bonne régie de l'eau, il est d'abord indispensable de connaître les besoins de la culture et la variation de ceux-ci en fonction du stade de développement. Aussi, il est impératif de mesurer régulièrement la teneur en eau du sol. Cette information permettra de préciser le moment propice à l'irrigation et surtout si les quantités appliquées sont insuffisantes ou en excès par rapport au type de sol et au besoin de la culture.

Par ailleurs, il existe plusieurs méthodes et outils permettant de mesurer la teneur en eau du sol. Chaque année, de nouveaux outils viennent s'ajouter, et le choix s'avère de plus en plus difficile. Par contre, pour avoir fait l'essai de nombreux outils, je considère que le tensiomètre constitue un excellent investissement et présente encore actuellement l'un des meilleurs rapports qualité/prix. Il s'agit de bien comprendre l'appareil, d'interpréter adéquatement les données et d'accepter ses inconvénients de maintenance. Il existe quelques types de tensiomètres mais je me limiterai dans le présent document à discuter du modèle le plus répandu, soit le « Irrrometer ». Il est à noter que les principes d'utilisation sont sensiblement les mêmes pour la plupart des modèles. (**BERGERON, 2005**).

IV.2.2-Définition de la Tensiométrie :

Le Tensiomètre est constitué d'un cylindre de plastique creux muni à la base d'une bougie poreuse. Près de la partie supérieure, se trouve un manomètre (figure N°6). Le tensiomètre est enfoui dans le sol de façon à ce que la bougie soit placée à la profondeur de mesure voulue. Lorsque le sol s'assèche, l'eau diffuse à travers la bougie poreuse vers le sol. Comme le tube est étanche, il se crée alors une tension qui est mesurée par le manomètre. Plus celui-ci présente des valeurs élevées, plus le sol est sec. Lorsque le sol est saturé, la tension est nulle. Les valeurs mesurées par le manomètre indiqueront donc quand il est nécessaire d'irriguer. La plupart des tensiomètres sont gradués de 0 à 100 centibars et certains modèles le sont de 0 à 40. (BERGERON, 2005).

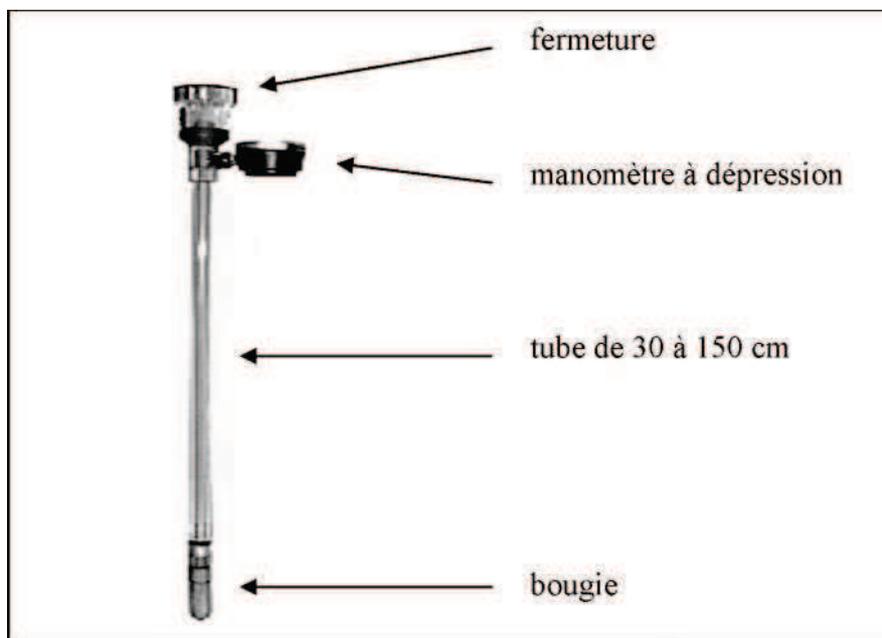


Figure N°6: Schéma d'un Tensiométrie

IV.2.3-Description de la Tensiométrie :

L'appareil est constitué de quatre parties:

- Une partie poreuse (céramique) qui met en relation la solution du soi et l'intérieur de l'appareil La gamme de mesure d'un appareil dépend notamment du diamètre des pores de la céramique : plus ce diamètre est faible, plus l'appareil peut mesurer dans une gamme étendue de valeurs. Cette partie, appelée bougie, est placée dans le sol à la profondeur de mesure souhaitée.

- Un tube ou «canne» met en relation, par l'intermédiaire d'une colonne d'eau, la bougie avec un manomètre à dépression. Ce tube est de longueur variable (30 cm à 1,5 m). Il est préférable d'utiliser des appareils adaptés à la profondeur de mesure souhaitée car, si la partie hors du sol est trop importante par rapport à la partie enterrée, l'appareil est moins stable et le contact entre la bougie et le sol en est perturbé. Par ailleurs, les appareils qui dépassent trop du sol ont plus de chance d'être endommagés par les engins agricoles. Enfin, il est intéressant que cette canne soit parfaitement translucide afin de pouvoir déceler facilement si la colonne d'eau contient de l'air.
- Un manomètre à dépression gradué en centibar (cbar). Quand l'appareil est opérationnel, ce manomètre indique la différence entre la pression atmosphérique, et la pression à l'intérieur de l'appareil.
- Une réserve d'eau et une fermeture étanche. L'intérieur de l'appareil (bougie, tube, manomètre) est rempli d'eau. Sur les appareils, une ouverture permet de remplir le tensiomètre et ce, plus ou moins facilement selon les fabricants. À ce niveau, une réserve d'eau facilite la purge des tensiomètres quand ils contiennent de l'air. Enfin, un bouchon permet de rendre le système étanche pour que l'appareil se mette en équilibre avec le sol. (TRON, ISBERIE et CHOL, 2000).

IV.2.4-Fonctionnement :

Quand l'appareil est correctement mis en place, il s'établit à travers la bougie une continuité entre la solution du sol et l'eau à l'intérieur du tensiomètre ; l'appareil se met en équilibre avec le sol. Quand l'équilibre est atteint, on sait qu'il faut dépenser la même énergie pour extraire de l'eau à la bougie ou au sol qui l'entoure. Lorsque le sol se dessèche, pour maintenir l'équilibre, l'eau est attirée hors du tensiomètre à travers la bougie. L'appareil étant étanche, la pression intérieure devient inférieure à la pression atmosphérique ; cette «dépression» est transmise au manomètre par la colonne d'eau reliant la bougie au manomètre.

Au contraire, avec la pluie ou les arrosages, l'eau devient plus disponible dans le sol et la « dépression » existante « aspire » l'eau à l'intérieur de l'appareil. Le manomètre enregistre une dépression moins forte et indique le nouvel état d'équilibre.

On appelle tension la valeur de dépression lue sur le manomètre. Plus cette tension est faible (le manomètre affiche quelques centibars), plus l'eau est disponible et abondante (il

faut peu d'énergie pour l'extraire du sol). Quand l'eau devient moins disponible, la tension monte.

Schématiquement, le tensiomètre indique la force (ou succion) que doit exercer une racine pour extraire l'eau du sol. Une tension faible -quelques centibars - correspond à une grande disponibilité de l'eau ; une succion forte correspond à une disponibilité de l'eau réduite. (TRON, ISBERIE et CHOL, 2000).

Remarque : le tensiomètre indique une dépression (pression plus faible que la pression atmosphérique). Certains expriment donc le résultat des lectures selon une échelle négative. Nous préférons les présenter de manière positive car cela correspond mieux à ce qu'on lit sur les manomètres.

IV.2.5-L'intérêt de la Tensiométrie :

La Tensiométrie : Elle mesure le potentiel matriciel du sol. La tension d'eau dans le sol caractérise les forces de liaison terre-eau et indique le potentiel hydrique du sol.

Il existe 2 types de tensiomètres. Le tensiomètre à eau et le tensiomètre électrique.

- Le tensiomètre à eau se compose d'une bougie en céramique poreuse enfoncée dans le sol et reliée par un tube à un manomètre. Ces deux éléments sont remplis d'eau. La pression à l'intérieur du tube équilibre au bout d'un certain temps la tension d'eau du sol par l'intermédiaire de la bougie. Le contact doit être parfait entre le sol et la bougie. L'étendue de mesure du tensiomètre est limitée entre 0 et 800 mbar (80 KPa). (Annexe, a)
- Le tensiomètre électrique, type Watermark®, offre une plage de valeur allant de 0 à 200cb. Ces mesures sont réalisées à l'aide d'un boîtier enregistreur sur autant de bougies que l'on désire. La résistance électrique est convertie en potentiel hydrique. (Annexe, a)

La préparation et la mise en place de ces bougies s'effectuent de la même manière que pour un tensiomètre à eau. (Annexe, b)

La Tensiométrie permet d'avoir une mesure rapide, mais ponctuelle et limitée en profondeur. Pour les deux modèles de tensiomètres l'association de plusieurs sondes à différentes profondeurs est souvent utilisée en réponse à ce problème.

Cette association n'offre qu'une réponse partielle, en effet connaître l'état hydrique du sol à plusieurs niveaux de profondeur ne donne pas d'information sur l'état hydrique de la plante et sur ses besoins en eau (VAN LEEUWEN *et al.*, 2001), à moins d'avoir un

référentiel propre à chaque parcelle obtenu sur plusieurs millésimes à l'aide d'autres outils, et d'avoir établi une relation sol - plante. De plus la représentativité de cette mesure dépend de l'homogénéité / hétérogénéité du sol au sein d'une parcelle. La question de l'échantillonnage se pose, à savoir l'interaction nombre de sondes x hétérogénéité de la parcelle x coût de l'équipement x pertinence de l'information obtenue.

La Tensiométrie permet :

- de détecter les excès d'eau (insuffisance de drainage, apports d'eau trop abondants formation de nappes perchée temporaire, développement trop important du volume saturé en irrigation localisée),
- d'apprécier l'opportunité de commencer des arrosages ou de renouveler les arrosages en contrôlant que l'apport précédent a été totalement utilisé,
- de renseigner sur le devenir de l'eau dans le sol : profondeur atteinte par la dose d'arrosage en aspersion, diffusion latérale de l'eau et homogénéité de sa répartition le long des raies en gravitaire, diffusion de l'eau en goutte à goutte (**PEYREMORTE, ISBERIE, 1986**).

Les informations fournies par les tensiomètres doivent être représentatives : il faut installer au moins trois sites tensiométriques par unité culturale en des lieux représentatifs de la parcelle. Et en fonction du type de sol, du type de culture, du stade de développement de la culture, et du système d'irrigation, la position des tensiomètres et leurs profondeurs seront différentes. Enfin l'interprétation des mesures nécessite une formation préalable des utilisateurs. (**HUGUET, et ORLANDO, 1987**).

Cependant la méthode tensiométrique nécessite elle aussi d'être calibrée comme nous le montre l'exemple suivant. Lorsque l'on positionne un tensiomètre à une distance x d'un pied de vigne et une distance y du goutteur, le tensiomètre nous signale des tensions basses (inférieures à 20 cb) : on est donc en droit de penser que la plante ne subit pas de stress hydrique et que l'agriculteur n'a pas besoin d'irriguer. Or en changeant la position du tensiomètre et en cherchant une position plus adéquate : les tensions montent jusqu'à 30 cb indiquant une disponibilité de l'eau moins importante. Il y a donc tout un ensemble de références à établir pour trouver la position et la profondeur optimales des tensiomètres.

D'autre part, une fois qu'une position convenable a été trouvée, il faut se demander à partir de quelle tension l'agriculteur doit irriguer. Si l'on prend le même exemple que précédemment sur la vigne, la bibliographie conseille de maintenir les tensions entre 40 et 60 cb4, or nous avons trouvé qu'à partir de 15-20 cb la plante subissait un stress hydrique pour les mois de mai et juin. Mais un tel résultat ne pouvait être obtenu sans l'utilisation du biomorphographe PEPISTA, qui nous donne une idée directe de l'état hydrique de la plante.

De même que la méthode tensiométrique permettait de calibrer la méthode du bilan hydrique, le biomorphographe PEPISTA nous permet de calibrer la méthode tensiométrique, notamment pour trouver les valeurs seuils (tensions pour lesquelles l'agriculteur décide d'irriguer). Cependant étant donné le coût élevé des biomorphographes PEPISTA, on ne peut pas envisager une généralisation de leur utilisation, d'où la préférence pour la méthode tensiométrique qui paraît beaucoup plus adaptée au contexte de la Vallée du Jourdain que la méthode du bilan hydrique. (HUGUET,et ORLANDO, 1987).

IV.2.6-les avantages et les inconvénients de la Tensiométrie :

IV.2.6.1-les avantages :

Selon (TRON et al., 2000) les avantages de ce type de mesures et des capteurs utilisés concernent dans quatre points semblent importants à aborder ici:

- 1) la signification de la tension vis-à-vis de la culture est une donnée indépendante de la nature du sol,
- 2) les mesures sont réalisées en des points déterminés permettant de contrôler l'ensemble des flux qui concourent à l'alimentation en eau d'une culture dans un sol donné,
- 3) quel que soit le type de sol, cette information est directement utilisable pour connaître la disponibilité de l'eau pour la plante,
- 4) les mesures sont non destructives.

IV.2.6.2-les inconvénients :

Les inconvénients de ce type de mesures et des capteurs utilisés concernent les points suivants :

- 1) le manque de précision de certains appareils de mesure,
- 2) la plage de mesure des appareils utilisés qui ne couvre pas la totalité des possibilités des plantes pour extraire l'eau du sol,

- 3) le faible surface de sol concernée par un capteur qui confère aux mesures un caractère ponctuel,
- 4) en l'absence d'expérience pour un site donné, la difficulté de pouvoir anticiper l'évolution d'une situation à partir de mesures instantanées,
- 5) la nécessité d'un apprentissage.

IV.2.6.3-Précaution :

- ***La nature de la mesure***

Il s'agit d'une mesure directe de la liaison de l'eau avec le sol : l'appareil indique la tension mesurée. Ceci permet de s'affranchir des problèmes liés aux conditions d'obtention de cette mesure.

- ***Une information immédiate***

Chaque appareil est muni de son propre manomètre et indique en permanence la tension de l'eau dans le sol. Une simple lecture de la valeur suffit pour obtenir l'information souhaitée à tout instant; Toutefois, avant de faire cette lecture, il est conseillé de prendre deux précautions;

D'abord contrôler qu'il n'y ait pas d'air à l'intérieur de l'appareil, ensuite (tapoter) le manomètre. Ce dernier point permet de lutter contre les phénomènes d'inertie mécanique des organes qui transmettent la succion au cadran de lecture. (RUELLE, et RIEUL. 2003).

Remarque: de l'air dans le conduit ne signifie pas que la lecture est fausse mais cela augmente le temps de réponse. La valeur lue peut être une valeur intermédiaire entre la situation précédente et la situation au moment de la mesure. Il convient donc de repérer ces lectures dans l'espace et dans le temps pour se rappeler dans quelles conditions elles ont été acquises.

IV.2.7-Problèmes souvent rencontrés avec les Tensiomètres :

Les tensiomètres nécessitent un minimum de suivi pour être efficaces. Chaque semaine environ, il est important, après avoir noté la lecture, de dévisser le bouchon pour faire sortir l'air qui pourrait se trouver dans le tube et ainsi vérifier que celui-ci soit bien rempli d'eau et que la lecture soit adéquate. Si le tensiomètre indique une valeur qui frôle le zéro pendant une période prolongée, cela peut signifier que le sol est saturé ou que le tensiomètre est déchargé. Il se peut aussi qu'il se vide par la base qui n'est pas bien vissée (dans le cas des tensiomètres

dont la base est amovible). Lors de l'installation de ce type de tensiomètres, il faut être prudent et ne pas tourner le tensiomètre dans le sens qui permettrait à la base de se dévisser.

Il arrive parfois que les travailleurs au champ déplacent par erreur ou par curiosité les tensiomètres. Si le contact entre le sol et le tensiomètre n'est pas bon, les lectures ne seront pas adéquates. Il faut toujours vérifier cet aspect et protéger adéquatement les tensiomètres.

Les tensiomètres nécessitent un minimum d'entretien. Ils doivent être protégés du gel et être remisés en fin de saison après un bon nettoyage de la bougie poreuse et de l'intérieur du tube. Les modèles dont la base se dévisse permettent un entretien plus facile.

L'eau est une ressource vitale et limitée. En faire une utilisation optimale permettra de rentabiliser davantage les investissements et de protéger la ressource. Pour en obtenir une bonne gestion, le tensiomètre s'avère un outil très valable, à condition de bien comprendre son fonctionnement et de bien l'entretenir. **(BERGERON, 2005).**

IV.2.8-Préparation et installation du Tensiométrie :

IV.2.8.1-Préparation du Tensiométrie :

- 1) Préparer la solution de remplissage (eau déminéralisée + colorant [ex. : bleu de méthyle]).
- 2) Remplir le tensiomètre et le réservoir du haut avec la solution de remplissage.
- 3) Veiller à ce que l'eau ait pénétré dans le tube du tensiomètre.
- 4) Immerger pendant au moins 24 heures la totalité du bout poreux du tensiomètre (bougie) dans un récipient contenant la solution de remplissage, le bouchon du tensiomètre étant dévissé.
- 5) Frapper légèrement le tensiomètre pour faire monter les bulles d'air.
- 6) Appliquer un vide avec la pompe aspirante, en maintenant la bougie poreuse dans l'eau. Vérifier les deux lectures des manomètres (pompe et tensiomètre) : elles doivent être semblables. Une différence marquée indique un mauvais fonctionnement possible de l'un ou l'autre des manomètres. Si tel est le cas, tester avec un autre tensiomètre. Visser le bouchon, puis coucher le tensiomètre sur le côté, le manomètre vers le bas, en frappant légèrement sur le manomètre afin d'enlever l'air qui aurait pu se loger dans le conduit qui mène à celui-ci.

- 7) Veiller à ce qu'il n'y ait pas de bulles d'air dans le tensiomètre.
- 8) Maintenir la bougie poreuse dans l'eau jusqu'à l'installation au champ. (Annexe, b).

IV.2.8.2-l'endroit propice à l'installation des tensiomètres :

- 1) Choisir une zone représentative du champ ; éviter une baissière ou un endroit surélevé.
- 2) Les tensiomètres doivent être installés dans la zone racinaire.
- 3) Installer les tensiomètres du côté le plus ensoleillé des plants.
- 4) Utiliser deux tensiomètres installés à proximité l'un de l'autre de manière à ce que le bout poreux rejoigne le $\frac{1}{4}$ et le $\frac{3}{4}$ de la profondeur des racines. (Annexe, b).

IV.2.8.3-L'installation du tensiomètre :

- 1) Effectuer un trou à l'aide d'une tige de métal au bout effilé de diamètre légèrement inférieur à celui du tensiomètre. Un indicateur placé sur la tige permet de vérifier que celle-ci est enfouie à la profondeur désirée.
- 2) Introduire une petite quantité de boue épaisse confectionnée avec le sol en place (en évitant les grosses particules).
- 3) Insérer le tensiomètre dans le trou à la profondeur désirée.
- 4) Après l'installation, il faut remonter et compacter le sol autour de la tige du tensiomètre.
- 5) Il doit y avoir un minimum de 2,5 cm entre le manomètre et le sol.
- 6) Un peu d'air venant du sol peut entrer dans le tensiomètre, on enlèvera cet air en introduisant « une paille » dans la tige. (Annexe, b).

IV.2.8.4-Les points à surveiller :

- 1) Attendre 24 heures avant d'effectuer la première lecture.
- 2) Veiller à ce que le tensiomètre demeure « chargé » : la colonne d'eau doit toujours être présente.
- 3) Bien indiquer à l'aide de repères visuels la localisation des tensiomètres afin de les retrouver facilement et d'éviter des bris possibles dus à la machinerie.

IV.2.8.5-L'installation au champ :

La profondeur d'installation et la distance latérale par rapport à la ligne d'irrigation (dans le cas de l'irrigation goutte à goutte) sont deux facteurs déterminants pour le bon fonctionnement du tensiomètre. Pour définir la profondeur, il est essentiel de connaître l'enracinement de la culture à irriguer. Il existe des références faisant état de la profondeur d'enracinement de la plupart des cultures. Toutefois, j'ai pu constater au fil des ans, à l'aide de tranchées, que chaque situation est particulière et que des profondeurs fort différentes sont souvent observées. Rien de mieux que de creuser pour constater, sur le site même et à des stades de développement précis, l'état d'enracinement de la culture à irriguer. La profondeur à considérer tiendra également compte de la zone où l'enracinement et par conséquent l'absorption sont maximaux.

En présence de plusieurs cultures annuelles, cette zone est souvent limitée aux 30 premiers centimètres. Deux tensiomètres sont installés sur chaque site. Le premier est placé dans la zone d'activité maximale des racines : c'est ce tensiomètre qui permettra de préciser le moment d'irriguer. Le deuxième sera installé près du bas de la zone de racines, et sa lecture permettra d'évaluer si la durée d'irrigation est optimale. Dans le cas de la fraise par exemple, le premier tensiomètre est souvent installé à 15 cm et le deuxième à 30 cm. Idéalement, deux à trois sites par champ sont recommandés selon les variations de type de sol.

Quant à la distance latérale par rapport à la ligne d'irrigation, la gestion est plus facile si les tensiomètres sont installés dans la zone à l'intérieur de laquelle les fluctuations de teneur en eau sont facilement observables. Dans le cas des cultures annuelles avec butte et paillis de plastique, les tensiomètres sont habituellement installés entre les plants sur le rang. (TRON, ISBERIE et CHOL, 2000).

IV.2.9-Fréquence d'observation des tensiomètres et des apports d'eau :

Les lectures devraient être faites quotidiennement et à la même période de la journée, soit idéalement en avant-midi. En période chaude lorsque les besoins en eau sont importants, une lecture additionnelle s'avère nécessaire en après-midi. Avec la micro-irrigation, les apports en eau sont à privilégier en avant-midi afin de s'assurer que le sol est suffisamment humide pour combler les besoins qui augmentent avec l'intensification de la luminosité et qui atteignent un point culminant le midi. Si les lectures en après-midi indiquent qu'il y a également besoin d'irriguer, il faut le faire avant la fin de la journée pour que l'eau soit

disponible au bon moment.

IV.2.10-L'interprétation et stratégie de pilotage d'irrigation par Tensiométrie:

IV.2.10.1-Irrigation par aspersion :

Avec l'irrigation par aspersion, il est habituellement recommandé d'irriguer lorsque le sol a perdu environ 50 % de l'eau disponible pour la plante. Si le sol est sableux, cet état hydrique est atteint à une tension d'environ 40 centibars (cb), ce qui ne pose pas de problèmes d'utilisation. Par contre, avec un sol argileux, une tension de 70 à 80 cb signifie que le sol n'a perdu qu'environ 20 % de l'eau disponible à la plante. Cette situation pose problème, car au-delà de 75 à 80 cb, l'air pénètre dans le tensiomètre, faussant ainsi les données. Le tensiomètre finira par se vider. Il est donc moins approprié en sols lourds lorsque l'irrigation par aspersion est utilisée.

Les valeurs de référence pour ce type d'irrigation sont présentées au tableau 4. Il faut d'abord caractériser le sol en présence. Une bonne façon de faire est de se référer d'abord à la valeur correspondant à la capacité au champ. Cette valeur est celle observée 24 à 48 heures après une irrigation, en l'absence de transpiration, d'évaporation et de précipitation additionnelle. La lecture observée indique à quelle mesure il faut se référer pour le début de l'irrigation. Par exemple, si la lecture à capacité au champ est de 11 cb pour un sol donné, il faudra amorcer l'irrigation à 30 à 40 cb. (**RUELLE, et RIEUL, 2003**)

Tableau 04 : Interprétation des lectures du tensiomètre en irrigation par aspersion

L'état de sol	Lecture du tensiomètre (kPa)	Interprétation
Sol presque saturé	0 10	Le sol est presque saturé pendant le ou les deux jours qui suivent l'irrigation. Il peut y avoir danger de mauvaise aération du sol, d'une nappe d'eau haute ou de décharge du tensiomètre si la lecture persiste.
Capacité au champ	11 20 30	Capacité au champ. L'irrigation est interrompue à ces valeurs pour prévenir les pertes par l'infiltration profonde et le lessivage des éléments nutritifs de la zone des racines. Les sols sableux seront à capacité au champ vers 11 kPa et les sols argileux vers 25 à 30 kPa.
Irrigation	30 à 40 50 à 60	Valeurs habituelles pour commencer l'irrigation. Pas de problèmes d'aération du sol. En général, l'irrigation commence à des lectures de 30 à 40 kPa dans les sols sableux (sable loameux et loam sableux), de 40 à 50 kPa dans des sols loameux (loam sableux très fin, loam limoneux) et de 50 à 60 kPa dans les sols argileux (loam limono-argileux et argile limoneuse). En commençant l'irrigation à ces valeurs, on maintient la réserve utile à un niveau normal.
Sol sec	70	Valeur du stress hydrique. Toutefois, la culture n'est pas nécessairement endommagée ni le rendement compromis. Un peu d'eau est encore facilement utilisable par la plante, mais la réserve facilement utilisable devient dangereusement basse. Valeur maximale qui peut être mesurée par un tensiomètre. Des lectures
	80	au-dessus de 80 kPa sont possibles, mais le tensiomètre se déchargera entre 80 et 90 kPa.

1 bar = 100 kPa

Source : (RUELLE, et RIEUL, 2003).

1 centibar = 1 kPa

IV.2.10.2-Micro-irrigation:

Avec la micro-irrigation, comme l'irrigation goutte à goutte, le volume de sol humidifié lors des irrigations est restreint, ce qui limite d'autant la réserve totale d'eau disponible pour la plante. Ainsi, les apports seront plus fréquents et moins abondants qu'avec l'aspersion. De plus, avec l'irrigation goutte à goutte, il est difficile de réhumecter un sol qui s'est trop asséché, en particulier lorsqu'il est question de sols légers sur butte. Compte tenu de ces facteurs, il est recommandé de commencer l'irrigation lorsque la tension atteinte est inférieure à celle recherchée en irrigation par aspersion.

Les valeurs auxquelles les irrigations devraient débiter diffèrent selon les différentes sources d'information consultées. De façon générale, dans le cas de sols sableux et loameux, l'irrigation débute lorsque la tension est de 15 à 25 cb et dans le cas des sols argileux, à une tension de 30 à 60 cb (**BARANGER, 2002**). Une bonne façon de caractériser le sol est de vérifier la lecture observée à la capacité au champ. À cette valeur, il faut ajouter 10 à 15 cb pour déterminer approximativement la valeur correspondant au besoin d'irriguer (**BARANGER, 2002**). Ces valeurs de référence doivent être adaptées à la culture, au site et au type de sol. Par exemple, un sol qui est classé loam sablo-argileux selon l'analyse granulométrique peut parfois se comporter comme un sol sableux s'il y a présence importante de particules rocheuses. Cette situation s'observe dans certains sols de l'île d'Orléans où la présence de schiste modifie grandement la dynamique de l'eau dans le sol. Aussi, certaines cultures ont plus de difficulté que d'autres à puiser l'eau du sol.

Il faut également user de prudence et ne jamais oublier de considérer l'ensemble du champ. Ainsi, même si une teneur en eau près de la capacité au champ est maintenue dans la zone où sont situés les tensiomètres, il existe toujours un risque d'excès et d'asphyxie racinaire dans les parties plus basses. Les racines ont besoin d'eau, mais elles ont aussi besoin d'air. (**BOIVIN, et BERGERON,, 2005**).

Tableau 05: Adaptation respective de la méthode du bilan hydrique et de la méthode tensiométrique au contexte de la Vallée du Jourdain.

	Contraintes	Méthode du bilan hydrique	Méthode tensiométrique
<i>Contraintes pédo-climatiques</i>	<i>Climat très variable dans le temps (d'une année à l'autre), et dans l'espace</i>	(- -) <i>ceci implique d'avoir ses propres données météorologiques ou d'avoir recours aux données météorologiques locales qui ne sont toujours très fiables</i>	(+) <i>la tensiométrie va refléter directement l'action du climat sur le sol (pluviométrie, dessèchement) et l'action de la plante sur le sol ⇒ prise en compte de la variabilité climatique</i>
	<i>Prise en compte des remontées capillaires, des flux de drainage, de la réserve du sol, des réserves du sol</i>	(- -) <i>ne tient pas compte des remontées capillaires, manque de précision dans la connaissance de réserve en eau du sol</i>	(+ +) <i>⇒ intègre la pluviométrie utile, les réserves du sol, les flux de drainage et les remontées capillaires</i>
<i>Contraintes liées aux itinéraires techniques</i>	<i>Grande diversité de sols, de cultures et de systèmes d'irrigation</i>	(-) <i>adaptée aux grandes surfaces céréalières irriguées par aspersion</i>	(+ +) <i>⇒ s'adapte à n'importe quel type de sol, de culture, et de systèmes d'irrigation</i>
	<i>Nombreuses cultures maraîchères sous serre</i>	(-) <i>nécessite, en plus des coefficients culturaux, l'usage d'autres coefficients ce qui peut diminuer la précision de la méthode</i>	(+) <i>⇒ s'adapte à la culture sous serre</i>
	<i>Pressions trop hautes ou trop basses à la borne d'irrigation + parfois système d'irrigation défaillant ⇒ l'agriculteur connaît mal les quantités d'eau réellement apportées par irrigation</i>	(-) <i>il faut avoir une bonne estimation des quantités d'eau réellement apportées par irrigation</i>	(+ +) <i>⇒ intègre la plupart des dysfonctionnements du système d'irrigation</i>
	<i>exploitant irriguant goutte-à-goutte ⇒ apports à heure fixe mais à dose variable ⇒ veut savoir combien il doit irriguer précisément chaque jour</i>	(-) <i>permet d'établir des calendriers d'irrigation à l'échelle du mois ou de la semaine mais pas au jour le jour</i>	(+) <i>⇒ l'interprétation des mesures tensiométriques avant l'irrigation permet de déterminer directement le besoin en irrigation et d'ajuster ainsi la dose journalière</i>
<i>Contraintes humaines</i>	<i>Faible capacité d'investissement</i>	(+) <i>⇒ l'accès aux données météorologiques est gratuit</i>	(-) <i>le prix d'un tensiomètre en Jordanie est de 100 euros environ</i>
	<i>Formation technique faible des agriculteurs</i>	(-) <i>ces deux méthodes nécessitent une formation préalable des agriculteurs</i>	

Source : (COURCIER, et ARRHIGI de CASANOVA, 2002)

Chapitre V : Présentation de la station

V.1-Historique :

La Station de Sidi Mahdi, a été créé en 1959 par le Service des Etudes Scientifiques de l'Hydraulique au sein d'un périmètre irrigable d'environ 150 has.

Ensuite, elle a été rattachée à L'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie qui assure sa gestion depuis 1966 à ce jour.

V.2-Situation Géographique :

La station de Sidi Mahdi est située à 07 Km au Sud Est de Touggourt sur le plateau qui constitue la bordure orientale de l'Oued Rhir.

V.3-Objectifs :

L'objectif de la Station est défini comme étant l'Etude du Meilleur Moyen de mise en Valeur avec les conditions particulières de l'Oued Rhir.

En d'autres termes il s'agit de :

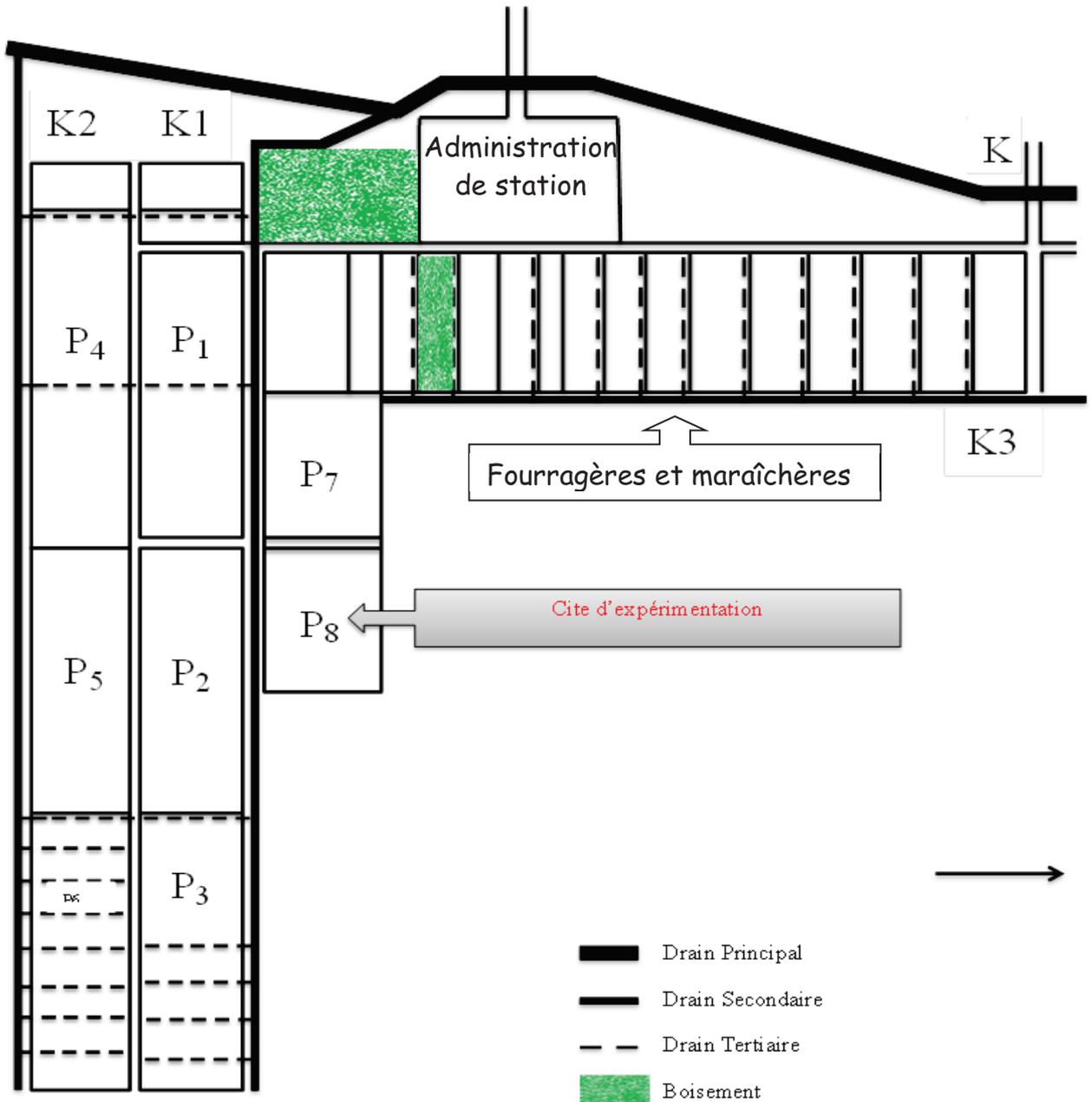
- De définir les Techniques d'Irrigation et de Drainage les plus performantes.
- D'améliorer la fertilité des sols.
- De diversifier les cultures avec comme composante essentiel le Palmier dattier, les Cultures Fourragères et Maraîchères en rapport avec les caractéristiques physico-Chimiques des eaux et des sols.
- D'améliorer l'élevage et de développer l'existant.
- De valoriser les produits et sous-produits du Palmier.

V.4-Plan d'occupation des Sols :

Le domaine expérimental s'étend sur 52 has de surface totale dont 30 has de SAU répartie comme suit :

- 25 Has de Palmeraie soit 2500 palmiers tous de Variétés Deglet Nour dont 01 ha de Palmier Males.

- 01 Ha portant une collection de cultivars de Palmier Dattier provenant de la Régions de Oued-Rhir et d'Oued-Souf.
- 04 Has de terres nues destinées aux cultures fourragères et maraîchères
- Le reste soit 12 Has ont été rattaché à la Station dans le cadre de l'opération Assainissement du Patrimoine Foncier du Secteur de l'Agriculture.



Station expérimental INRAA

Sidi Mahdi-Touggourt

Figure N°07 Schéma de station expérimental INRAA Sidi Mahdi – Touggourt

Source: (D.Dubost, D.Haddad, 1983)

V.5-Caractéristiques physiques :**V.5.1-Climat :**

Le climat de Sidi Mehdi est de type saharien caractérisé par des températures avoisinant les 45°C durant l'été, des précipitations rares et irrégulières inférieures à 70 mm /an, des vents fréquents, violents et parfois accompagnés de sable .Les écarts de températures sont très importants et surtout en été, elles peuvent atteindre facilement les 16°C durant le mois d'août.

V.5.2-Ressources en eau :

Les eaux d'irrigation proviennent essentiellement de 02 grands ensembles aquifères

L'ensemble inférieure (-1800 m) appelé Continental Intercalaire (Albien) d'une température de 58 ° C et de 2.5g de résidu sec /l.

L'ensemble supérieur (-100 m) dénommé Complexe Terminal ou Mio-Pliocène d'une température de 25 °C et d'une salinité de 05 g de résidu sec /l.

Pour les besoins de l'irrigation et de ses activités en générale la station puise ses ressources de ces 02 nappes.

Actuellement elle dispose d'un forage propre issu de la 2^{ème} nappe en attendant la mise en service imminent d'un nouveau forage réalisé sur la nappe Albienne au profit de tout le périmètre et peut être la consommation en eau de la population de Touggourt.

V.5.3-Caractéristiques des sols :

Les sols de la station sont généralement sablo limoneux parfois même sableux avec 70% de sable fin, et traversés par des encroûtements gypso salins. Ils présentent une hydrogéologie difficile avec une couche d'argile en profondeur à -140cm qui rend toute agriculture impossible sans l'installation préalable d'un système de drainage .les dernières analyses font ressortir une structure particulière et une teneur en matière organique très faible - 1%. La salinité quant à elle est comprise entre 2 et 4 mmhos/cm².

V.5.4-Drainage :

La présence d'un banc d'argile à quelques mètres en profondeur interdit toute culture irriguée sans l'établissement préalable d'un réseau de drainage .Celui de la Station comporte deux drains principaux K1 et K2 qui se jette dans un collecteur K qui lui-même se déverse à 03 km environ dans le collecteur de l'Oued-Rhir .Son débit est évalué à 30 m³/h environ et une salinité de 10.000 Micromhos.

Chapitre VI : Méthodologie d'intervention

VI.1-Presentation du site expérimental :

VI.1.1-Caractéristiques du Site :

VI.1.1.1-Sol :

La description d'un profil pédologique sous un palmier dans la cite expérimental a été résumé dans le tableau suivante :

Tableau N 06 : description du profil pédologique.

Les horizons	Horizon1 (0 à 20cm)	Horizon2 (20 à50cm)	Horizon3 (50 à 100cm)
Transition	<i>Irrégulière</i>	<i>Irrégulière</i>	<i>Régulière</i>
Texture	<i>limoneuse</i>	<i>sableuse</i>	<i>sableuse</i>
Structure	<i>Particulaire</i>	<i>Particulaire</i>	<i>Particulaire</i>
Racine	<i>inexistante</i>	<i>Existe (0.3 à 0.5cmØ)</i>	<i>Existe (0.8 à 1.2cmØ)</i>
Humidité	<i>Humide</i>	<i>Humide</i>	<i>Humide</i>
Pénétration	<i>Facile</i>	<i>Facile</i>	<i>Facile</i>
Test Hcl	<i>Très faible</i>	<i>Très faible</i>	<i>Réaction très forte (calcaire)</i>

Caractéristiques de la parcelle expérimentale comme suite :

- Parcelle N° 08.
- SAU ≈ 0.5 has (05 rangées de 12 palmiers).
- Nombre de palmiers retenu : 60 soit (05 x 12), Densité de plantation 9mx9m.
- Age : +45 ans.
- Dimension de la planche (50 m x 1.5 m) pour 06 palmiers.
- Débit : ≈ 05l/s et 12l/s.
- Plante cultivée : Luzerne ; Date d'installation : Avril 2012.



Figure N°08 : photos d'une profile sous palmier exprime la zone racinaire.

La description des profils fait ressortir une concentration des racines les plus actives à une profondeur de 0.40 m (voire description de profil dans le tableau 06). Quant à la profondeur optimale de la nappe selon les travaux de Mr Hafouda se situe à 1.50 m.

VI.1.1.2-Matériel végétal :

- Variétés Deglet Nour.
- Age : +45 ans.
- Densité : 9m×9m soit 120 palmiers / ha.
- Conduite culturale :
- Planche: culture sous adjacentes : Luzerne, Date de Mise en place Avril 2012.

Le pilotage de l'irrigation a été effectué sur la technique d'irrigation la plus couramment utilisée (Submersion) en respectant les systèmes de culture en place.

VI.1.1.3-Irrigation par submersion :

La parcelle (P8) est raccordée au réseau principal par une canalisation enterrée de 200 mm de diamètre et distribuant l'eau à la parcelle par des pots californiens et une seguia en terre .Le débit mesuré par un seuil de jauge Neyrpic donne des débits qui oscillent entre 05 l/s et 12 l/s selon l'utilisation au niveau de l'exploitation .Ensuite l'eau est déversée sur la totalité de la superficie aménagée (planche).

VI.2-Dispositif expérimental :

Les 02 méthodes (Tensiométrie et bilan hydrique) d'objet de l'essai ont été réalisées sur la même parcelle (figure N°09) donc soumises aux mêmes conditions de soins culturaux. Une planche de 75 m² comprenant 06 palmiers est réservée pour l'application des volumes d'eaux calculées par la méthode Penman modifier sur une moyenne de 20 ans (1983/2003) un nombre de palmiers équivalent repartis d'une manière aléatoire mais homogène sur le plan vigueur, développement végétatif et phytosanitaire pour le pilotage par Tensiométrie. 04 tensiométrie sous un palmier (fig 10) avec 03 répétitions à l'ordre diagonal pour couvrir toute la surface de périmètre (120 palmier/Ha).

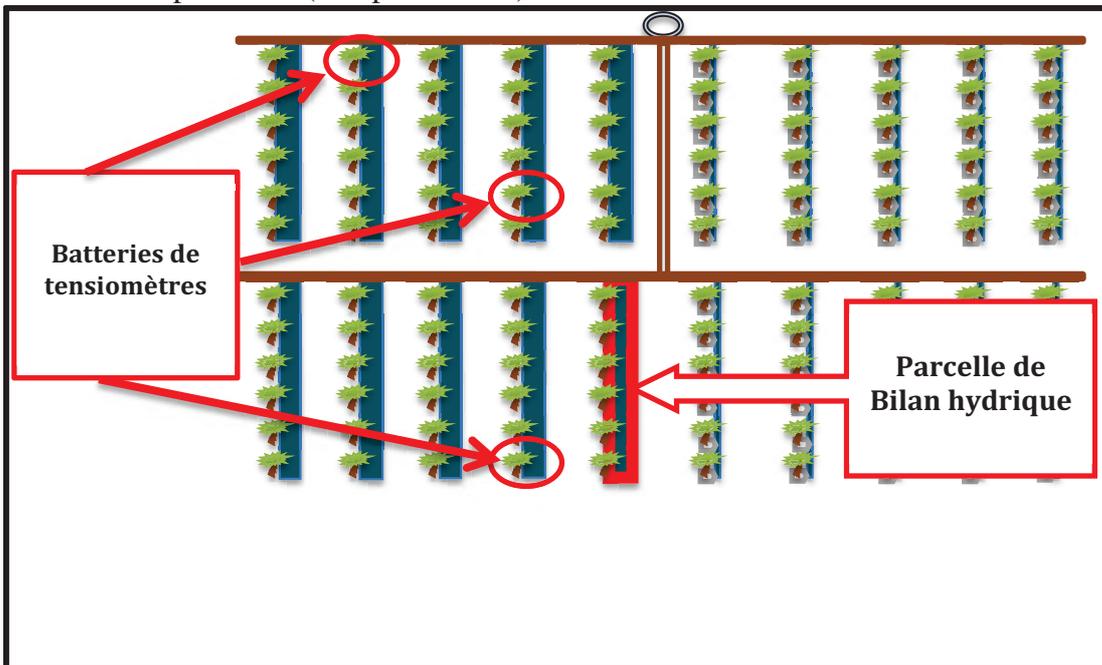


Figure N°09: Schéma du positionnement des tensiomètres et parcelle de Bilan hydrique.

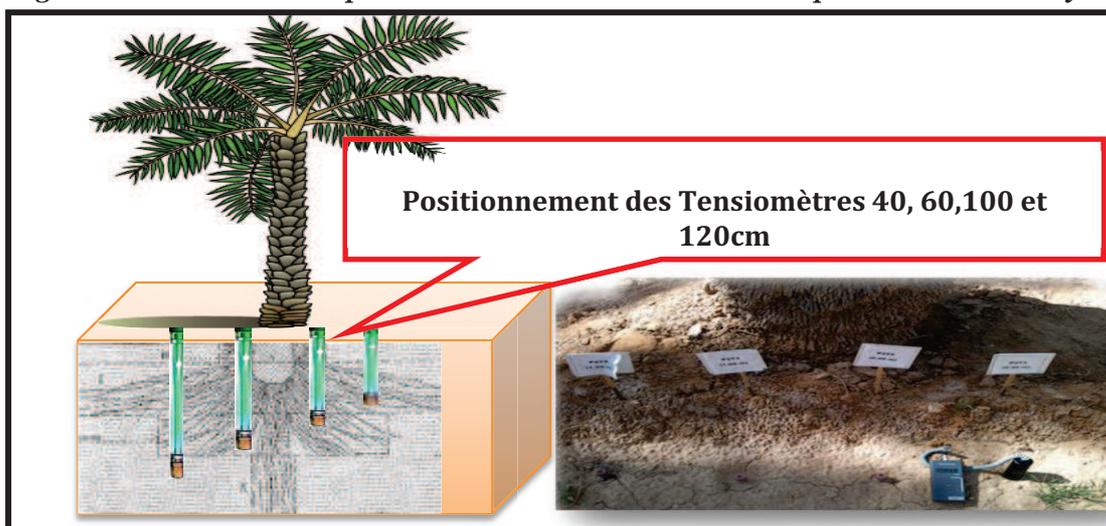


Figure N°10: Schéma du positionnement des tensiomètres au-dessous le palmier.

Nous avons réalisé un profil cultural à proximité du palmier à l'endroit où les tensiomètres sont installés afin de localiser l'horizon exploité par les racines qui contribuent à l'alimentation hydrique et minérale du Palmier. Quant au positionnement du tensiomètre par rapport au stipe, ce dernier a été installé à la limite inférieure de la couronne foliaire soit à une distance de 80 cm. (TRON.G et al., 2000).

VI.2.1-Irrigation par planche :

- Parcelle N° 08.
- SAU \approx 0.5 has (05 rangées de 12).
- Nombre de palmiers retenu : 60 soit (05 x 12), Densité de plantation 9mx9m.
- Age : +45 ans.
- Dimension de la planche (**50 m x 1.5 m**) pour 06 palmiers.
- Débit : \approx 05l/s et 12l/s.
- Plante cultivée : Luzerne ; Date d'installation : Avril 2012.

VI.2.2-Tours d'eau (rythme d'irrigation) :

C'est à ce propos que les critiques les plus radicales doivent être faites. Une longue tradition reprise à l'origine par les responsables du programme CAPER, dont on connaît par ailleurs les intentions politiques à l'époque, et poursuivie après l'indépendance dans une sorte d'indifférence, a voulu qu'on recrée à partir des grands forages, des modèles rationalisés du jardin familial.

Le périmètre est divisé en lots d'un hectare environ. Le réseau d'irrigation, en canalisations enterrées d'amiante-ciment basse pression (Sidi Mahdi) amène l'eau à la parcelle par un pot d'irrigation (modèle californien à Sidi Mahdi). Chaque lot est affecté à un attributaire. Les lots sont plantés à 9 X 9 m (Sidi Mahdi) pour ce qui est des palmiers. Il est prévu en outre un système de cultures étagées (cultures légumières, luzerne et céréales fourragères, arbres fruitiers) correspondant aux productions habituelles des jardins traditionnels. Tous les lots sont identiques.

Maintenant selon les programme d'irrigation d'INRAA, chaque lot est irrigué par un ou plusieurs pots d'irrigation dont le débit est de l'ordre de 4.5 à 6.25 litres/seconde. Dans le cas des réseaux enterrés, comme à Sidi Mahdi, ce débit varie en fonction de la pression dans le réseau et la durée d'irrigation variée selon les saisons. L'eau est ensuite conduite par l'irrigateur dans des seguias en terre qui se déversent dans les planches d'irrigation proprement dites. Ces planches ont une 50 mètres de longueur sur 1,5 mètre de largeur. Pour que la

répartition longitudinale de l'eau soit correcte la pente doit être de l'ordre de 3/1000 et le nivellement parfaitement réalisé. La totalité de la main-d'eau est dirigée sur une planche et toutes les planches sont irriguées successivement. Le rythme d'irrigation habituellement conseillé est d'un apport tous les 5 jours pour chaque parcelle.

VI.3-Pilotage par Tensiométrie :

VI.3.1-Dispositif de mise en place :

VI.3.2-Répartition spatiale des sites de mesures :

Les études réalisées sur ce sujet montrent qu'il faut aux moins 02 sites de mesure (TRON, et al., 2000) et qu'il est préférable d'en avoir trois et ceci afin de minimiser l'influence des valeurs extrêmes car la représentativité des sites de mesures est fondamentale pour l'utilisation des mesures ponctuelles telles que les tensions.

Sur cette base 03 sites de mesures jugées représentatifs, positionnés diagonalement (Début, Milieu et Fin) sur la parcelle ont été retenus de façon à avoir une répartition uniforme de l'eau dans tout l'aire et ainsi réduire l'effet de la sous ou sur irrigation.

VI.3.3-Analyse des flux hydriques dans le sol :

Généralement on recommande pour les vergers, une profondeur de 0.30 à 0.40 m. En l'absence de données ayant trait au Palmier Dattier, on réalise des profils pour localiser l'horizon où l'on observe la rhizosphère où la concentration des racines les plus actives qui contribue d'une manière active à l'alimentation de l'arbre et le niveau optimale du toit de la nappe de façon à empêcher la remontée de cette dernière.

La description des profils fait ressortir une concentration des racines les plus actives à une profondeur de 0.40m (voire description de profil dans le tableau 06).Quant à la profondeur optimale de la nappe selon les travaux de Mr Hafouda se situe à 1.50 m.

En attendant la confirmation de cette hypothèse par le contrôle des tensions et pour un pilotage rigoureux des arrosages et un contrôle de la fluctuation du toit de la nappe sans mettre en stress hydrique le Palmier Dattier, nous avons retenu 02 profondeurs :

- Profondeur : 0.40m pour le déclenchement des irrigations.
- Profondeur : 1.20m pour le contrôle du mouvement du toit de la nappe et l'analyse des différents flux (dessèchement, humectation et dose maximale d'arrosage et lessivage des éléments fertilisants).

VI.3.4-Positionnement des Tensiomètres :

Après avoir défini la localisation des sites de mesures et les profondeurs, il reste le positionnement du tensiomètre pour chaque système d'irrigation. Le dispositif diffère selon qu'on soit en irrigation localisée ou en irrigation par déversement (submersion) et des objectifs fixés qui sont liés au contexte dans lequel on se trouve (disponibilité en eau : abondance, restriction, tour d'eau...etc).

Dans notre cas le problème de disponibilité de la ressource hydrique ne se pose pas. Donc on peut se permettre de mettre la culture dans une situation de confort hydrique. Quant au positionnement du tensiomètre par rapport au stipe, ce dernier a été installé à la limite inférieure de la couronne foliaire soit à une distance de 80 cm. (TRON, et al., 2000).

VI.3.5-Pratique du pilotage de l'irrigation par Tensiométrie :

La conduite des arrosages sera conditionnée par les lectures tensiométriques. Ces dernières permettent d'appréhender la disponibilité dans le sol en mesurant sa tension. Les mesures obtenues permettent de réajuster périodiquement le régime d'intervention de sorte que la tension affichée reste dans une gamme de mesure comprise entre 10 et 30 cb.

En l'absence de résultats dans ce domaine et compte tenu de la nature du sol de structure grossière donc une perméabilité forte et une capacité de rétention faible nous avons opté dans une première étape de déclencher les irrigations lorsque la tension affichée atteint 100 hp ou 10 cb. (Figure N°07).

Cette manière d'opérer nous permet de gérer l'irrigation sans connaître la relation complexe de « Tension -teneur en eau ». (Annexe, a).

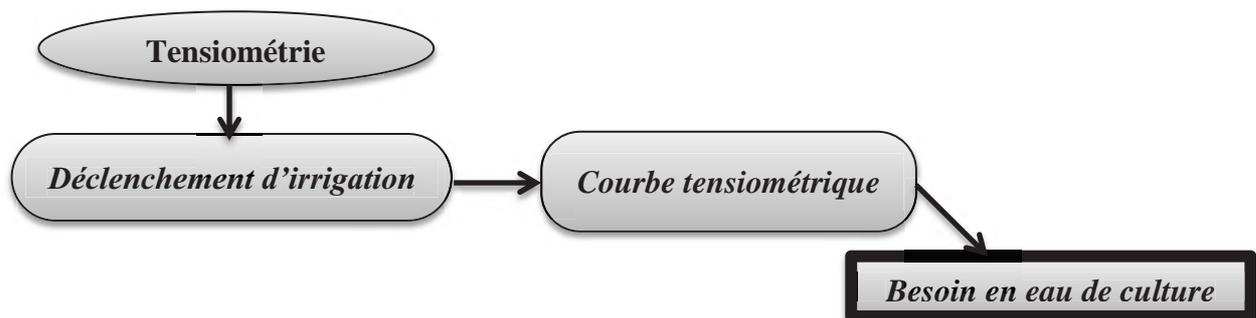


Figure N°11 : Principe de fonctionnement du pilotage de l'irrigation par tensiométrie

Pilotage de l'irrigation à partir des tensiométries basée sur la connaissance du niveau de succion du sol soit la capacité à extraire l'eau par les racines.

VI.3.6-Stratégie de Pilotage :

Tensions (cb)	Tensions (hp)	Interprétations	Actions à entreprendre
0	0	Eau totalement libre, Sol saturé, Humidité excessive	Arrêt des irrigations
(PF= 2 ,5) 0,07 -0,1 7 -10	70 à 100	Disponibilité en eau correspond au maximum de la teneur en eau (Humidité à la Capacité au champ)	Arrêt des irrigations
+ 10 (PF = 3)	+ 100	Disponibilité en eau très variable	Déclenchement des irrigations selon la nature du sol
+30	+ 300	Point de Flétrissement temporaire	Déclenchement des irrigations
100	1000	Point de Fleurissement Permanent	Conséquences Négatives sur les rendements

Tableau N°07 : stratégie de pilotage par tensiométrie. Source : (TRON, et al., 2000)

Le tableau ci-dessus récapitule les principales situations qui pourraient survenir sur le terrain, leur interprétation et les dispositions à prendre pour chaque cas. Il constituera un guide précieux pour appréhender les différentes situations.

VI.4-Pilotage par la Méthode de bilan hydrique:

Les besoin en s’obtiennent à partir d’un bilan hydrique dont l’évapotranspiration constituée le principal facteur. Le schéma ci-dessous résume les étapes de calcule du bilan hydrique.

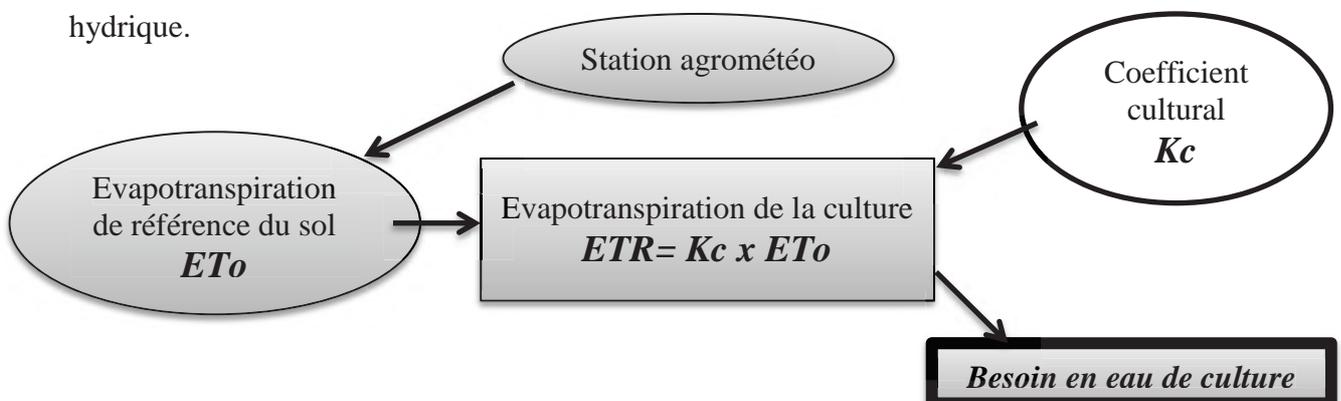


Figure N°12 : Principe de fonctionnement du pilotage de l'irrigation par bilan hydrique

Pilotage de l'irrigation à partir du bilan hydrique basée sur le calcul du bilan hydrique à partir des données météorologiques (pluviométrie, évaporation du sol...) et agronomiques (transpiration, coefficient cultural...).

Le calcul de l'ETo PENMEN a été effectué par la formule suivante :

$$ETo (Penman) = C \{ W.Rn + (1- W) f(u) (ea-ed) \}$$

- **ETo** : représente l'évapotranspiration de la culture de référence en mm/j

- **W** : facteur de pondération lié à la température

- **Rn** : rayonnement net en évaporation équivalente en mm/j

- **F(u)** : est la fonction liée au vent

- **(ea-ed)** : est la différence entre la tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air et la tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimées en millibars

- **C** : est le facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes

$$ETR (mm/j) = ETo \times Kc$$

Les données utilisées dans les calculs sont résumés dans le tableau suivant :

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Température minimale (°C)	4.92	4.98	9.36	12.17	17.42	23.58	26.09	26.64	21.81	18.9	9.92	6.07
Température maximale (°C)	17.22	20.53	23.41	28.61	32.74	37.31	40.08	40.21	32.80	25.17	22.85	18.61
Précipitation (mm)	17.2	8.12	12.42	6.30	5.82	1.22	0	0	5.18	6.22	5.2	5.42
Humidité relative de l'air (%)	57.32	53.58	48.92	45.02	40.01	36.9	32.45	35.59	42.82	53.17	62.43	65.28
Vitesse du vent (m/s)	2.8	3.14	3.52	5.27	4.02	3.84	3.04	3.01	2.67	2.46	2.56	2.48
Insolation (heures)	6.12	7.53	7.41	8.9	9.14	9.62	10.72	9.58	8.34	7.5	6.66	6.20
ETP (Penman Modifié) (mm/j)	2.23	3.42	4.14	6.41	7.85	9.25	10.14	9.92	6.32	4.62	3.13	1.86
Kc	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7
ETr (mm/j)	1.561	2.736	3.31	5.128	6.28	8.325	9.126	8.928	5.688	4.158	2.191	1.302

Tableau N° 08 Calcul de l'ETr Source : station agro météorologique de l'I.N.R.A.A de Touggourt : 1983/2003

VI.5-Méthode de tours d'eau (rythme d'eau) :

Afin de déterminer les quantités d'eau apportées durant la période expérimentale nous avons mesuré le débit. Connaissant la durée d'irrigation et le nombre d'irrigation par mois, nous avons déduit les volumes d'eau apportés.

Chapitre VII : résultats et discussions

VII.1- les résultats obtenus :

VII.1.1-détermination des besoins en eau :

Les tableaux suivant 12,13 et 14 indiquent les quantités d'eau à apporter et la durée des irrigations dans un tel système pour les mois de mi-mars et d'avril et mi-mai. Par exemple en mi-mars jusqu'au début d'avril le débit d'irrigation 4.5 l/s correspond à une lame d'eau de 100 mm soit à un volume de 183.6m³ pour 5 jour. Comme la totalité de cette eau est répartie sur 1Ha seulement (20 planches de 75 m²) la hauteur d'eau apportée à chaque irrigation est en réalité de 100 mm du débit mètre. En mai cette hauteur d'eau atteint 130 mm.

VII.1-1.1-Méthode bilan hydrique :

Tableau N° 12 Calcul volume d'eau par bilan hydrique à la station (INRAA) de16/03 à 15/05/2012

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
ETP (Penman Modifié) (mm/j)	2.23	3.42	4.14	6.41	7.85	9.25	10.1	9.92	6.32	4.62	3.13	1.86
Kc	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7
ETr (mm/j)	1.561	2.736	<u>3.31</u>	<u>5.128</u>	<u>6.28</u>	8.32	9.12	8.92	5.688	4.158	2.191	1.302

VII.1-1.2-Méthode tensiométrique :

Tableau N° 13 Calcul volume d'eau par données tensiométriqu à la station (INRAA) de16/03 à 15/05/2012

Date	16/03au31	01/04au30	01/05au15
Nombre d'irrigation	1 irrigation	3 irrigations	1 irrigation
Débit (l/s)	7	4.5 à 7	7
Volume (m ³)	227	602	292
Volume (mm/j) par hectare	1.5	2.00	1.9
Volume (litre) par palmier	<u>126.11</u>	<u>167.22</u>	<u>162.22</u>

VII.1-1.3-Méthode tours d'eau (rythme d'eau) :

Tableau N° 14 : Irrigation par submersion de planches, volume d'eau à apporter par la méthode des tours d'eau pour les saisons mi-mars jusqu'à mi-mai.

Tableau N° 14 : Calcul volume d'eau des tours d'eau à la station (INRAA) de 16/03 à 15/05/2012

Date	16/03au31	01/04au30	01/05au15
Nombre d'irrigation	3 irrigations	6 irrigations	3 irrigations
Débit (l/s)	4.5 (16.2 m ³ /h)	7 (25.2 m ³ /h)	7 (25.2 m ³ /h)
Durée d'irrigation à chaque fois	6h et 20min	9h	6h et 20min
Volume (m ³)	550.8	1360.8	856.8
Volume (mm/j) par hectare	3.67	4.536	5.712
Volume (litre) par palmier	<u>306</u>	<u>378</u>	<u>476</u>

VII.2-analyse et interprétation des résultats :**VII.2.1-Seuil de déclenchement et doses d'irrigation :**

En l'absence d'expérience menée dans la région et compte tenu des caractéristiques agropédoclimatiques du site nous sommes contraint de déterminer nos propres références qui consistent à un suivi préliminaire de contrôles tensiométriques afin de déterminer la tension maximale au-dessous duquel la plante se trouve dans un état de stress hydrique.

Pour cela la démarche suivante a été adoptée et consiste à analyser les paramètres suivants:

- Contrôle quotidien des tensions : suivi et analyse des évolutions des résultats.
- Niveau d'épuisement des réserves en rapport avec les tensions affiché.
- Evaluation de la capacité de rétention à partir de mesures simultanées de tension et d'humidité pondérale.
- La tension de l'eau effectuée sur une période assez longue afin de déterminer d'une façon aussi précise que possible le seuil du renouvellement des apports
- Tendances des évolutions : augmentation brutale des tensions

VII.2.1.1-Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 16 /03 au 05/04/2012

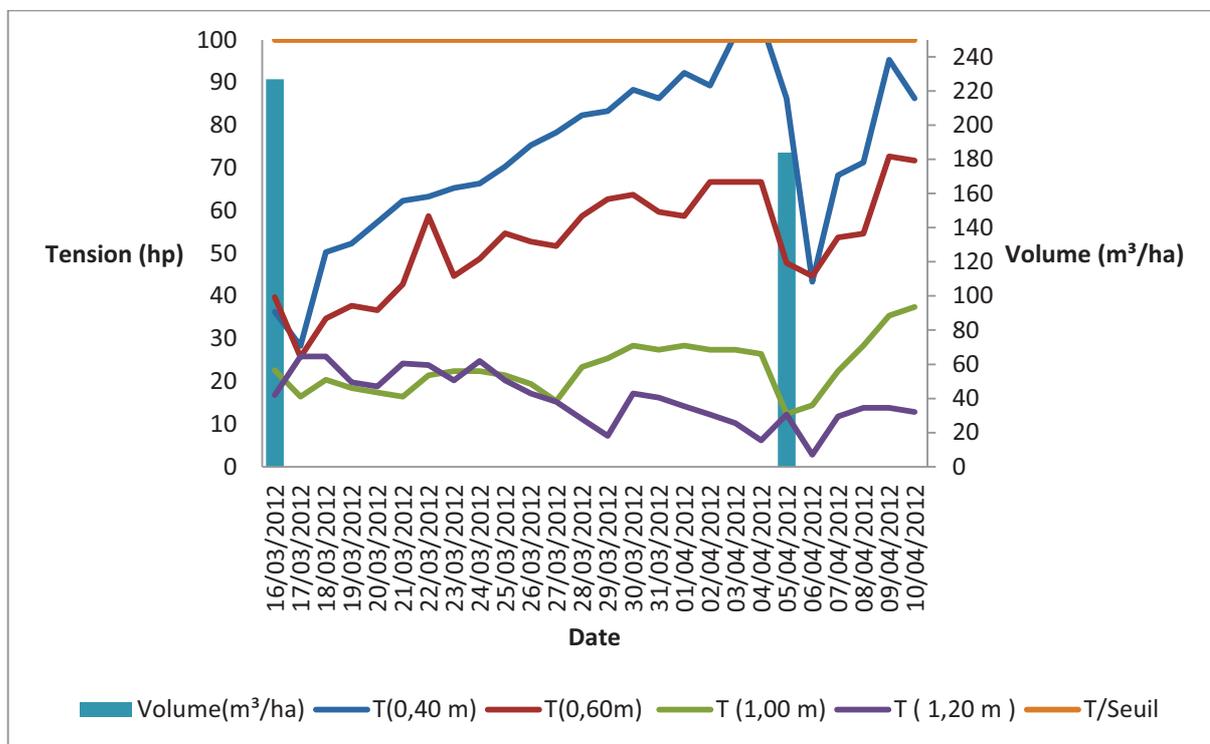


Fig. N° 25: Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 16 /03 au 05/04/2012

Il est à signaler que le démarrage du contrôle des tensions a débuté comme l'indique le graphe n°22 . Ceci était subordonné aux aménagements du sol et de la mise en place du dispositif de mesure.

Le premier objectif à rechercher durant cette phase c'est de définir les références de pilotage par Tensiométrie propres à la région et qui sont la profondeur optimale d'installation du tensiomètre, la distance latérale par rapport au Palmier ,la fréquence ou la périodicité des contrôles de tension et le seuil de déclenchement des irrigations qui deviendront a l'issue de cette étape un référentiel pour la conduite pratique des arrosages sur Palmier Dattier dans la région.

Afin de mieux apprécier les fluctuations des tensions affichées durant la phase de dessèchement (drainage et évapotranspiration) et d'humectation (irrigation et remontée

capillaire) du sol, l'interprétation des résultats tensiométriques a été circonscrite dans l'intervalle entre deux irrigations.

Parallèlement à cela, nous avons réalisé un profil cultural à proximité du palmier à l'endroit où les tensiomètres sont installés afin de localiser l'horizon exploité par les racines qui contribuent à l'alimentation hydrique et minérale du Palmier. Nous avons également réalisé des mesures d'humidité pondérales pour essayer de faire le lien entre l'humidité à la capacité au champ, l'humidité au point de flétrissement et les tensions correspondantes.

Le pilotage par Tensiométrie a débuté la mi-mars comme l'indique la figure N°01 avec un volume de $\approx 33 \text{ m}^3$ par hectare comprenant 120 palmiers soit à 275 L par un palmier. Cette quantité d'eau a complètement submergée la planche d'une superficie de 75 m^2 ($50 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$).

À l'issue de cette première irrigation des contrôles ont été effectués, une transcription graphique a été faite pour une interprétation plus rigoureuse.

La première remarque qui ressort de ce graphique est que l'ensemble des courbes présentent la même allure avec une augmentation progressive de la tension avec le temps traduisant une phase de redistribution de l'eau dans le profil ce qui indique le stock d'eau dans le sol diminue et que les tensiomètres réagissent aux phases d'humectation et dessèchement dénote le fonctionnement correcte des tensiomètres ce qui nous rassure pour la suite du suivi.

Le volume apporté (33 m^3) est jugé insuffisant car il n'a pas atteint la couche profonde (1.20 m) qui a vu sa tension augmentée (16.8 hp à 25.8 hp) mais la tension reste faible ceci s'explique par la proximité de la nappe phréatique (1.50 m).

Juste après l'apport d'eau on note une baisse de la tension (22.4 hp à 16.4 hp) qui a atteint la profondeur de 1.00 m s'explique par la quantité massive d'eau qui a rempli la macroporosité du sol. Dans cette situation, c'est le phénomène gravitaire qui prédomine.

Ensuite on remarque une phase de redistribution de l'eau dans le profil illustré par une évolution de la tension allant dans le sens croissant pour atteindre le seuil (104.3 hp) de déclenchement de l'irrigation au bout de 15 jours, indique que les conditions climatiques étaient encore clémentes se traduisant par des faibles besoins en eau. Pour satisfaire ses

besoins en eau le palmier a puisé dans les réserves en eau du sol qui étaient encore suffisantes. (Réserve utile de 33,51 mm). (Annexe, e).

En outre le graphe indique que les fluctuations des tensions des horizons supérieurs (0.40 m et 0.60 m) sont plus prononcées en raison de la proximité de la surface du sol l'expose à une évaporation intense et de la localisation des racines qui contribue à la croissance du Palmier.

Contrairement aux horizons profonds la différence entre les tensions affichées sont insignifiantes et le niveau d'humidité est toujours proche de la saturation ce qui se traduit par un gradient potentiel croissant provoquant un flux ascendant qui risque de poser des problèmes de salinité si le renouvellement de l'irrigation ne se fait pas au moment opportun.

Dans la pratique la fréquence des irrigations durant cette période ne va jamais au de la de 10 jours dans la méthode du tour d'eau, dans notre cas il atteint 15 jours et nous verrons dans la prochaine session s'il a y a eu des conséquences négative sur la remontée de la nappe.

VII.2.1.2-Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 05 /04 au 12/04/2012:

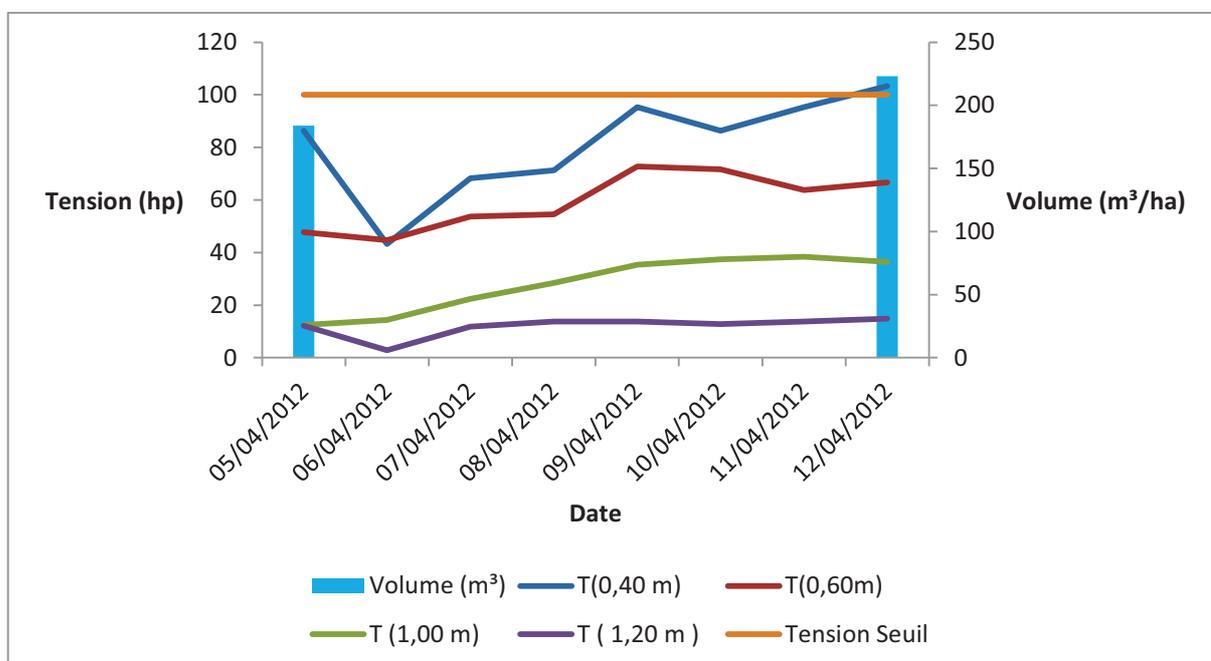


Fig. N° 26 : Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 05 /04 au 12/04/2012

La première remarque qui ressort de ce graphique est relative à la fréquence d'irrigation et du volume d'arrosage apporté durant cette session. La fréquence est passée de 15 à 07 jours et le volume d'eau a augmenté de plus de 30 %.(55 m³) Cette augmentation pourrait s'expliquer par l'entame des fortes températures qui se sont traduits par l'augmentation conjointe des besoins en eau et le démarrage de la croissance végétatif du palmier (Floraison).

Nous confirmons également 02 séries de courbes distinctes, une première des horizons supérieurs et une seconde des horizons profonds. Elles sont caractérisées par la tendance des évolutions qui sont presque identiques.

Dans les horizons supérieurs (0.40 m et 0.60 m) la fluctuation des tensions est plus accentuée dénote que c'est dans ces horizons que ce déroule l'essentiel de l'activité physiologique du végétal (alimentation hydrique et Prélèvement des éléments nutritifs et minérales) auquel il faut rajouter la demande climatique sur les couches superficielles qui se traduisent par la réduction des réserves en eau.

On remarque dans cette période que malgré l'augmentation conséquente du volume d'eau, ce dernier n'a pas dépassé l'horizon 0.60 m, certes il a fait chuter brutalement la tension de presque 50 % (86.3 hp à 46.3 hp) pour l'horizon situé a (0.40 m) alors que l'horizon suivant n'a vu sa tension que diminuer très faiblement (47.7 hp à 44.7 hp). Alors que les horizons profonds celui de 1.00 m a vu sa tension augmente sensiblement celle de 1.20 m est restée stable au vu de sa proximité du toit de la nappe.

Ce qui est également à retenir est que l'apport d'eau ne fait baisser la tension que pour un temps limité (24 h) et ne touche que les horizons supérieurs, pour reprendre le chemin de la croissance.

Cette situation pourrait trouver son explication dans le volume d'eau apporté qui s'est avéré insuffisant qui suite à l'activité physiologique du palmier a entraîné un dessèchement progressif de l'horizon concerne pour atteindre le seuil d'alerte au bout de 07 jours.

En résumé la situation durant cette phase a été caractérisée par une chute de la tension dans l'horizon supérieur suite à un apport d'eau dont l'impact sur la distribution de l'eau dans le profil a été limité à la profondeur 0.60 m avec une situation qui est restée inchangée au

point alimentation hydriques des couches profondes qui a vu la tension augmentée sensiblement pour la profondeur 1.00 m et ainsi provoquant un gradient d'humidité dont le sens du flux est ascendant qui risque de poser des problèmes de remontée capillaire avec toutes les conséquences que ça pourrait créer au niveau de la rhizosphère.

VII.2.1.3-Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 12 au 24/04/2012

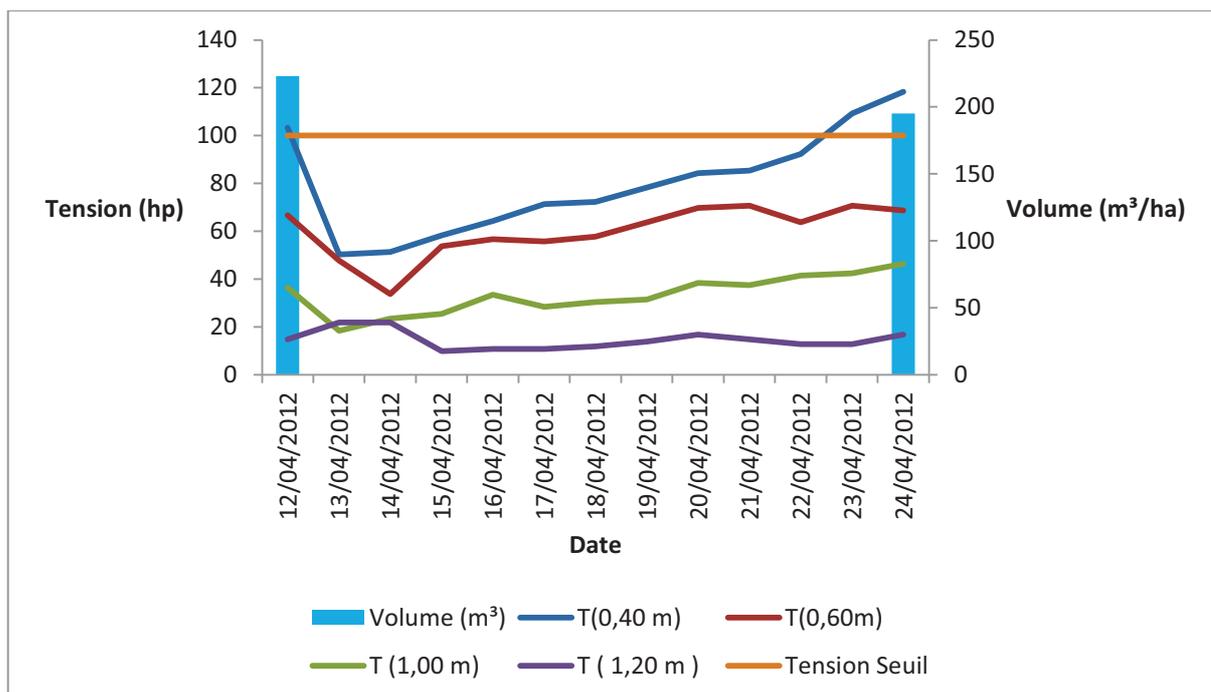


Fig. N° 27 : Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 12 au 24/04/2012

La période est caractérisée par la même dose apportée dont les effets ont été pratiquement identiques que la période précédente (chute brutale de la tension ; remplissage de la macroporosité, phase de redistribution ; sens du flux de bas en haut).

La seule différence réside dans la fréquence qui est remontée à 12 jours et que le volume apporté identique au précédent (54 m³) a atteint la couche de 1.00 m et a vu sa tension baissée (36.4 hp à 18.4 hp), ceci peut s'expliquer par le fait qu'au moment de l'irrigation la réserve utile dans l'horizon supérieure n'était pas épuisée et de ce fait la quantité apportée une partie est perdue par percolation et atteint la couche suivante.

Quant à l'horizon (0.40 m), ce dernier affiche la même tendance d'évolution caractérisée par une chute brutale de la tension (103.3 hp à 53.3 hp) et un gradient potentiel croissant avec un sens de l'écoulement de bas en haut durant les premières 24 heures et un ensuite après ressuyage du sol, une redistribution de l'eau dans le profil qui se traduit par une augmentation progressive jusqu'à ce qu'elle atteigne le seuil fixé pour le déclenchement des irrigation.

Le tensiomètre situé à (1.20 m) a maintenu la même cinétique depuis le démarrage du pilotage, après une légère augmentation à l'issue de l'irrigation, ce dernier confirme que la quantité d'eau apportée n'a pas atteint les couches profondes qui s'est traduit par une sollicitation des réserves (nappe) d'où un gradient de potentiel ascendant avec un sens de l'écoulement de bas en haut.

VII.2.1.4-Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 24 au 30/04/2012 et 30 au 15/05/2012

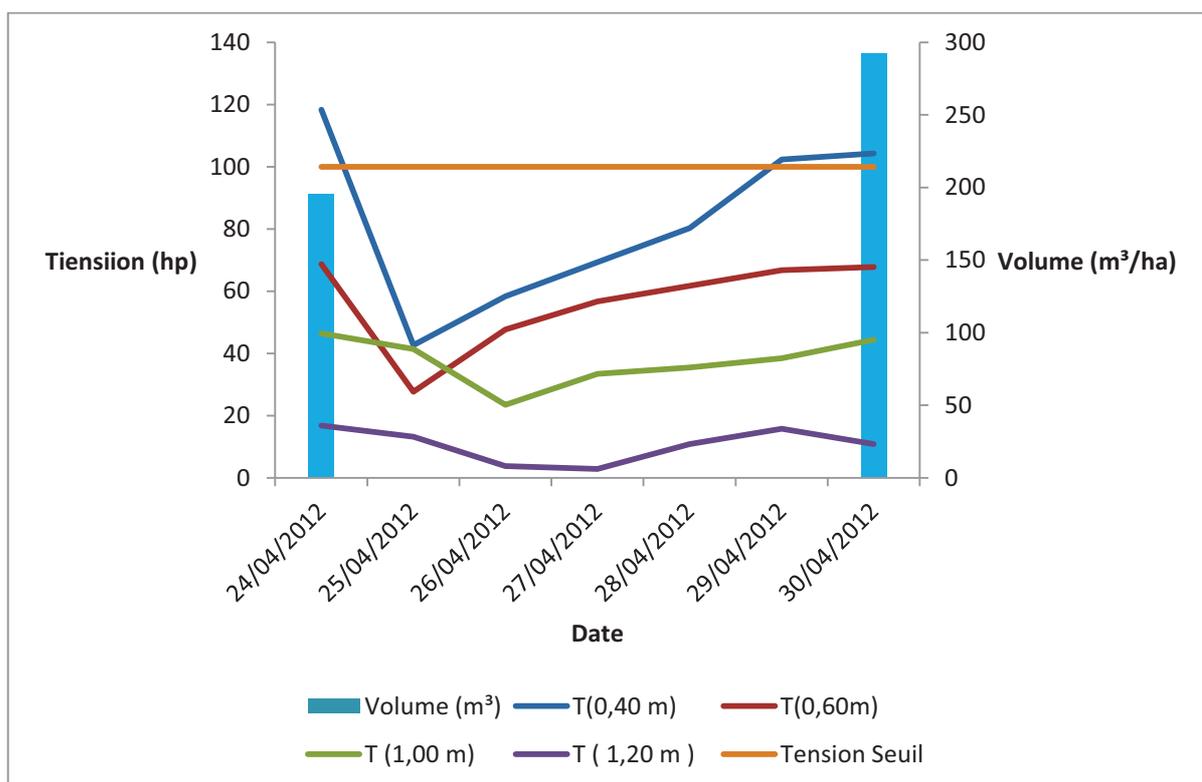


Fig. N° 28 : Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 24 au 30/04/2012

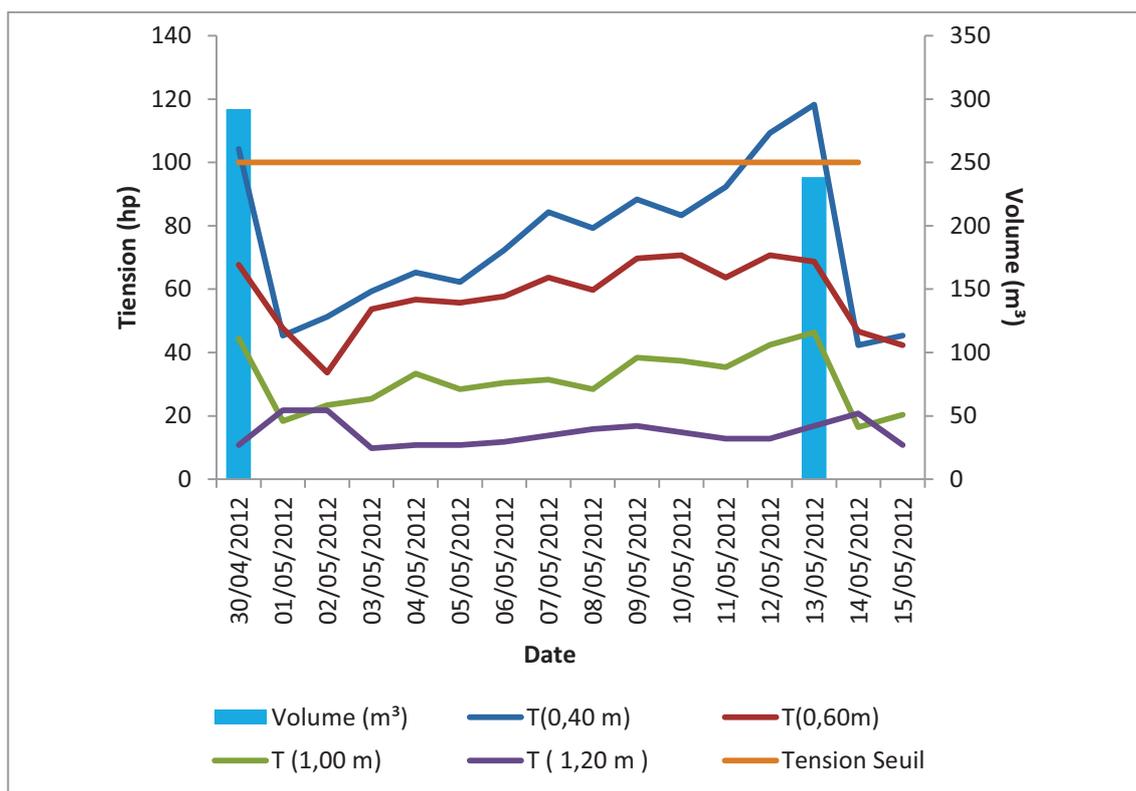


Fig. N° 29 : Evolution des tensions, Fréquences et Doses d'irrigation pour la période du 1 au 15/05/2012

Le graphique ci-dessus montre cette fois-ci que la chute des tensions est générale sur tout le profil dénote que le volume apporté a été conséquent (292 m³/ha).

Toutefois l'intensité de la chute est brutale à l'issue de l'apport pour les horizons supérieurs (118,3 hp → 42,3 hp) et (68,7 hp → 27,7 hp) moins accentuée pour les horizons (1,00 m, 1,20 m avec respectivement (46,4 hp → 41,4 hp et 16,8 hp → 13,2 hp) ensuite une distribution.

Ceci pourrait s'expliquer et semble se répéter, que les horizons superficielles et les résultats semblent le confirmer que c'est la zone où l'on assiste à l'activité la plus intense du palmier dattier se traduisant par une fluctuation permanente des tensions (dessèchement et humectation).

Quant aux horizons profonds les tensions semblent se stabiliser avec un sens de flux descendant (sens de bas en haut) maintenant le toit de la nappe à une profondeur acceptable (+1.00 m).

VII.2-Conclusion de pilotage par Tensiométrie:

A l'issue de la première phase de l'irrigation s'étalant du 16/03/2012 au 15/05/2012, comptabilisant 06 arrosages et totalisant un volume de 1359.5 m³ soit une dose moyenne de 22.65 m³/j/ha.

Cette quantité d'eau a permis de maintenir une humidité optimale du développement du végétal et un sens de l'écoulement du haut vers le bas et un toit de la nappe à + 1.00 m

En outre ,il ressort que la pratique du pilotage par Tensiométrie durant cette phase considérée comme préliminaire nous a permis d'obtenir les résultats partiels suivants :

- La profondeur optimale pour le déclenchement des irrigations 0.40 m.**
- Une fréquence des arrosages oscille entre 07 et 10 jours**
- Un seuil de déclenchement des irrigations à 100hp**

VII.3-Comparaison entre le pilotage par Tensiométrie, le Bilan Hydrique et tours d'eau

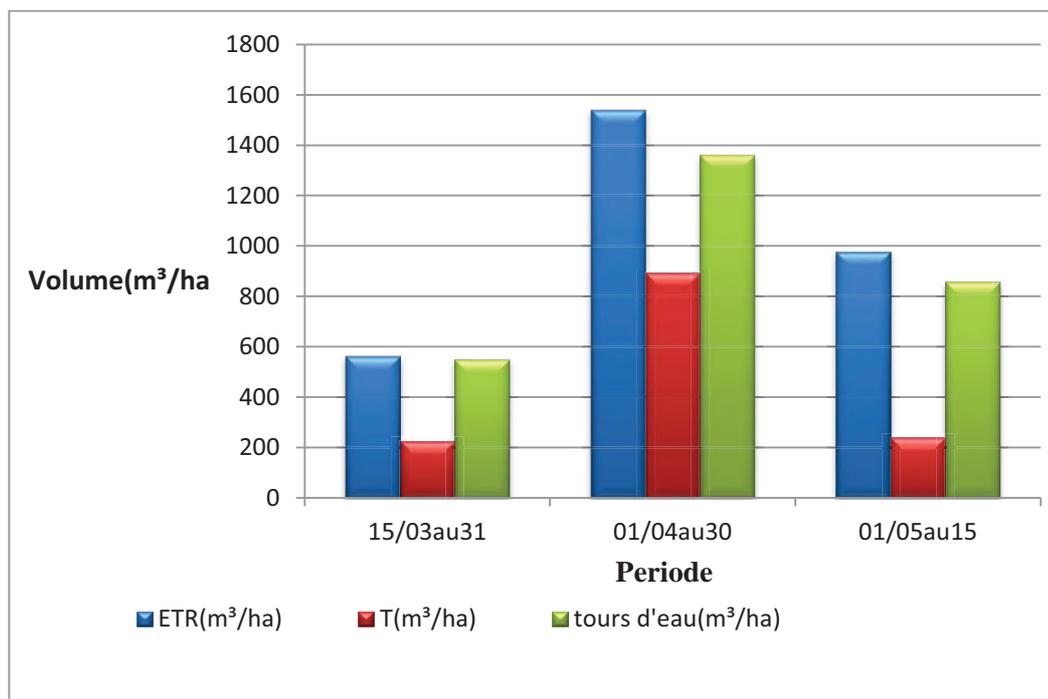


Fig. N°30 : Représentation graphique des besoins en eau du Palmier Dattier selon l'Etr, le Pilotage tensiométrique et tours d'eau en irrigation par planche.

La figure montre clairement et confirme que la conduite de l'irrigation en se basant des données tensiométriques pourrait être une solution pour une gestion rationnelle de la ressource hydrique contrairement aux données de l'Etr et les tours d'eau qui ne tiennent pas compte de l'état du végétal et des conditions réelles du sol.

Bien sur les résultats obtenus jusqu'à présent ne sont que partiels et compte tenu de l'écart trop important qui avoisine les 50 % qu'il faudrait prendre avec des réserves en attendant de voir les résultats sur une échelle de temps plus longue et l'impact sur le bilan des sels et la production dattière.

L'analyse détaillée du graphique fait ressortir que les estimations des besoins en eau par la méthode de calcul et tours d'eau sont largement excédentaires et évolue en croissant (excédent de + 323 m³ pour la deuxième quinzaine du mois de Mars) et de 646 m³ par rapport l'Etr et de 466 m³ par rapport au tour d'eau pour le mois d'avril. On observe un excédent de

plus de 736 m³ par rapport à l'Etr et 618.3 m³ par rapport au tour d'eau pour la première quinzaine du mois de Mai.

Le cumul des excès d'eau est l'équivalent de 20 jours d'irrigation par submersion et il pourrait être d'avantage en irrigation localisée ou l'irrigation ne touche qu'une proportion de sol à humidifier et les pertes par infiltration sont nulles car l'eau est transportée dans des tuyaux de Polyéthylène.

Les conséquences de ces irrigations massives sont généralement défavorables. Le seul avantage est d'assurer, quand les doses sont respectées et le drainage bien aménagé, il donne un bon lessivage des sels toxiques dans les planches irriguées. Par contre, les inconvénients sont dramatiques dans le cas des eaux chaudes des forages albiens : destruction du nivellement lorsque les sols manquent de cohésion, dose d'eau trop forte au début des planches et trop faible à leur extrémité quand les sols sont très filtrants, brûlure des cultures dans le premier tiers de la planche, lessivage des éléments nutritifs et stérilisation du sol. Ces derniers points suffisent pour anéantir tout espoir d'obtenir des cultures intercalaires lorsque l'eau dépasse 40° C.

L'organisation des tours d'irrigation est rendue en outre extrêmement difficile. Le tableau 12 montre bien qu'au mois de mars, il suffit théoriquement de 5 jours pour irriguer un périmètre de 1 ha avec un débit environ 4.5 l/s, mais au mois de mai sept l/s seront insuffisants et on aura un déficit en eau. En général les tours d'eau nocturnes sont négligés et l'eau est évacuée en pure perte dans le réseau de drainage. De toute façon, même avec une excellente gestion on ne pourra éviter un gaspillage de l'eau en hiver et un déficit en été.

Le pilotage de l'irrigation par le biais de la Tensiométrie nous a permis d'appréhender la relation disponibilité de l'eau dans le sol, l'évacuation des sels en dehors de la rhizosphère tout en maintenant le toit de la nappe à un niveau acceptable d'une manière pertinente reflétant les conditions réelles du terrain.

Les résultats obtenus durant 02 mois d'investigations sont certes insuffisants pour déterminer une stratégie de pilotage propre à la région.

Néanmoins ils nous ont permis de mieux appréhender la relation disponibilité de l'eau exprimée par la mesure de la tension dans le sol et les besoins de la plante et la nécessité de procéder à un contrôle quotidien et régulier au vu des caractéristiques du sol .

Le principe de base du pilotage qu'on a adopté pour cette technique d'irrigation, que le sol est considéré comme un réservoir et qu'il faut le mener à la capacité au champ et partant du principe que la dose apportée est considérée comme les besoins en eau d'une décade et que le prochain apport n'aura lieu qu'une fois que le stock d'eau est totalement épuisé.

Pour ce faire l'évolution des tensions nous renseigne sur la position à adopter (renouvellement de l'apport).

CONCLUSION

Ce qu'il faut retenir pour cette courte période que les doses apportés par les 03 procédés (ETr/ Tensiométrie (hp)/ Tours d'eau) sont respectivement de l'ordre de 3.5 mm/j, 1.41 mm/j et 3.67 mm/ j pour la deuxième quinzaine du mois de mars et 5.13 mm/j, 2.98 mm/j, 4.53 mm/j pour le mois d'avril et 6.28 mm/j, 1.6 mm/j, 5.71 mm/j pour le première quinzaine de mois de Mai.

La différence est très significative de l'ordre de plus 40% pour le mois de mars, de plus 50% pour le mois d'avril, de plus 65% pour le mois de Mai. Ceci pourrait s'expliquer par le faite que le calcul des besoins en eau à partir des données climatiques ne tienne pas compte de l'état hydrique du sol et de ce faite surestime les besoins, aussi les tours d'eau même résultats au l'ETr.

En revanche les données tensiométriques reflètent l'état hydrique du sol se traduisant par des tensions faibles, un sol bien pourvu en eau et des tensions fortes, un sol entraine de se dessécher.

Les doses apportées selon les tensions affichées sont jugées correctes car elles ont permis de maintenir une faible tension dans la couche explorée par les racines avec un gradient de potentiel décroissant donc un sens de flux de bas en haut.

Nous avons assisté durant cette phase à 06 irrigations durant 60 jours soit en moyenne une fréquence d'01 irrigation tous les 10 jours au cours desquels les transcriptions graphiques font ressortir 02 séries de courbes.

La première représente les horizons superficielles (0.40m et 0.60m) .Elles sont caractérisées par la même allure et ne manifeste pas une évolution nette .C'est dans cette zone où l'on assiste une dynamique très active (alternance humectation/Dessèchement) conséquence d'un apport d'eau massif , remplissage de la macroporosité du sol sa redistribution dans le profil et prélèvement par le végétal, prouvant que c'est à ce niveau que l'activité physiologique est la plus intense et par conséquent la zone potentielle de positionnement des tensiomètres pour le déclenchement des irrigations.

La deuxième série de courbes très distinctes de la précédente caractérisée par des valeurs tensiométriques faibles du a un gradient potentiel croissant (sens du flux d'en bas en haut) conséquence des volumes d'eau apportés jugés insuffisants car n'atteignant pas les couches profondes (1.20 m).

Il est encore très tôt de tirer une conclusion définitive, le travail n'est qu'a son début mais il est prometteur et les résultats auxquels il va aboutir répondront aux nombreuses attentes en matière de la gestion rigoureuse de la ressource hydrique dans un écosystème fragile menacé par le gaspillage ostentatoire de l'eau.

INDEX DES ABREVIATIONS

A.E.P : l'alimentation en eau potable.

A.N.R.H : Agence National Des Ressources Hydrauliques.

B.H : Bilan hydrique.

C.A.P.E.R : les caisses d'accèsion à la propriété et à l'exploitation rurale.

C.I : Continental Intercalaire.

C.T : Complexe terminal.

E.T.M : Evapotranspiration maximale.

E.T.O : Evapotranspiration optimale.

E.T.P : Evapotranspiration potentielle.

E.T.R : Evapotranspiration réelle.

E.T : Evapotranspiration.

H.V : Hors vallée Oued Righ.

I.N.R.A.A : l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.

Kc : coefficient cultural.

O.N.M : Office National météorologique.

O.N.S : Office National Des Statistiques.

S.A.U : surface agricole utilisé.

Ta : la température de l'air ambiant.

Ts : la température de surface du couvert végétal.

V.N : Vallée Oued Righ Nord.

V.S : Vallée Oued Righ Sud.

Références bibliographiques

- AIDAOU. A., 1996**, Etude du déficit hydrique séquentiel sur les rendements : application au cas du sorgho grain. Thèse doctorat ENGREF Montpellier 115p.
- AIT. A., 1993**, Conduite e traitements hydriques différenciés d'une culture de poivron.54p.
- ANRH, 2010**, Agence nationale des ressources hydrauliques (secteur de Touggourt).
- BARANGER. P, 2002**, Synthèse des expériences de pilotage tensiométrique de l'irrigation en Jordanie, Mission régionale eau-agriculture, Ambassade de France en Jordanie.95p.
- BELOUZ. K., 2007**, Simulation du bilan hydrique et des rendements de la culture du blé dur par le modèle Pilote. Institut National agronomique EL Harrach – ALGER p72.
- BEN HAMIDA. R., et TALBI. E., 2004**, Bilan Hydrique et Chimique de la vallée d'Oued Righ, Mémoire de fin d'étude, diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique Saharienne, Université KASDI MERBAH Ouargla, 89 pages.
- BERGERON. D, 2005**, Mieux irriguer avec les tensiomètres. Journées horticoles de Saint-Rémi 2005 <http://www.agrireseau.qc.ca/pdt/documents/Tensiometre.pdf>.
- BOUDOUR. N., et MAHDJOUB. K., (2002)**, Etude hydrogéologique du complexe terminal et du continental intercalaire, dans le tiers sud de la vallée d'oued righ Touggourt. Mémoire d'Ingénieur. Université de Constantine.96p.
- BOUZID. H., 1993**, Contribution à l'étude de la dynamique de la salinité dans un sol sableux sous irrigation par pivot (gassi-touil). Thèse ing., I.N.F.S.A.S. , Ouargla , 46 p.
- CHOL. P., TRON. G., 2000**. La Tensimétrie pour piloter les irrigations. 95, 96, 97,100 p.
- CORNET. A., 1952**, introduction à l'hydrogéologie du sahara, 127p.
- COSANDEY. CL., et ROBINSON. M., 2000**, Hydrologie continentale, Paris, p-p. 104-107.
- COURCIER, R., CASANOVA. A., 2002**, Quelles perspectives pour l'agriculture Jordanienne, Amman, 9 p.
- CRIESL, 1970. in CTGREF., 1979**, Evaluation des quantités d'eau nécessaire aux irrigations, ed ministère de la coopération, Paris.
- DADDI BOUHOUN M., 1997**, Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région Saharienne : Cas de Mzab, Thèse Magister, I.N.A., Alger, 178 p.
- DECROIX., 1988, in DUBOST D., 1994**, Pratique de l'irrigation au SAHARA, cours spécialisé, CRDA-Tozeur (Tunisie), p-p. 32-33-66.

- DERAI. I., et SAYAH M^{ed}L., 2000**, Problématique du réseau d'AEP de la région de touggourt. Mémoire de fin d'étude, diplôme d'ingénieur d'état en génie rural. Université de SAAD DAHLEB BLIDA, 66 pages.
- DOOREMBOS. J., KASSAM. AH., 1977**, Réponse des rendements à l'eau, Bulletin de la FAO d'irrigation et de drainage N°33, 235p.
- DUBIEF. J., 1953**, le climat du Sahara (tome 1).
- DUBOST. D., 1983**, Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes, Thèse de doctorat, 224p.
- DUBOST. D., 1994**, Pratique de l'irrigation au SAHARA, cours spécialisé, CRDA-Tozeur (Tunisie), p-p. 32-33-66.
- DUCROQ, M., 1990**, Les bases de l'irrigation. 117p.
- FAO, 1976**, Les besoins en eau des cultures - Bulletin FAO d'irrigation et de drainage 24, 197 p.
- FAO, 2005**, Les besoins en eau des cultures - Bulletin FAO d'irrigation et de drainage 24, 188 p.
- FILALI. F., 2003**, Bilan hydrique à la parcelle. Pilotage d'un essai d'irrigation par le logiciel Pilote dans ses versions 1.2 et 1.3 utilisant respectivement le Kc et le LAI, Thèse magister, 167p.
- GIRARD, 1961, in MUNIER P., 1973**, Le palmier dattier, ed, maison neuve et larose, Paris, 221p.
- GOOGLE Earth, 2012**, www.googlemap.com.
- GOUNY, 1976, in OLLIER. C., et POIREE M., 1983**, Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages, 6ème édition, Paris, 503p.
- HADDAD. M., 1983**, Bulletin d'agronomie saharienne, 142p.
- HELAL. F., 2004**. Etude hydrogéologique du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal de la région de Touggourt, Aspect hydro-chimique et problèmes techniques posés, FSTGAT, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene U.S.T.H.B p129.
- HILLEL. D., 1980**, L'eau et le sol, Principes et processus physiques, 294p.
- HUGUET J-G. et ORLANDO P., 1987**, les besoins en eau de la bioprogrammation. l'arboriculture fruitière, pp. 33 a 44.
- I.N.R.A.A, 2011**, station agro météorologique de l'I.N.R.A.A de Touggourt.
- IMACHE. A., 2001**. Suivi du bilan hydrique du blé dur : variété 'vitron', incidence sur le rendement et les composantes du rendement.85p.

- INVENTAIRE., 2010**, Inventaire des forages de la vallée d'Oued Righ.
- ISBERIE. C et al., 1992**. Irrigation.292p.
- JEAN-ROBERT T., 1996**, Traité d'irrigation.1011p.
- LEULMI. S., 2004**, Simulation du bilan hydrique à la parcelle par le modèle Pilote (J.C Mailhol, Cemagref, Montpellier). Application à la Mitidja. Thèse ingénieur INA, 103p.
- MAILHOL. JC., 2001**, Contribution à l'amélioration des pratiques d'irrigations à la raie par une modélisation simplifiée à l'échelle de la parcelle et de la saison. Thèse doctorat de l'université de Montpellier II, 264p.
- NESSON. C., 1978**, L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas – Sahara Algérien (85 P).
- O.N.M. Ouargla., 2011**, données climatiques sur la région de Touggourt.
- PENMAN, 1984**, in **COSANDEY C., et ROBINSON. M., 2000**, Hydrologie continentale, Paris, p-p. 104-107.
- PERNIER, 1984**, in **OLLIER. C., et POIREE M., 1983**, Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages, 6ème édition, Paris, 503p.
- PERRIER. A., PERSONN. E., TUZET. A., ET ZURFLUH. O., 1988**, Bilan hydrique agropédoclimatique d'une culture.
- PERYON. G., 2000**, Cultiver le palmier dattier, CIRAD, Paris, p-p. 35-50-58.
- PEYREMORTE P. et ISBERIE C., 1986 b.**, les tensiomètres permettent de contrôler l'irrigation par aspersion. RNEDHA, Montpellier, 8 p.
- PEYREMORTE P., TRON G. et CHOL P., 1994**, Pilotage automatique des irrigations localisées. Fruits et légumes, pp. 34 a 35.
- PEYREMORTE. P., et ISBERIE C., 1986 a.**, les tensiomètres permettent de contrôler l'évolution de l'eau dans le sol. RNEDHA, Montpellier, 4 p.
- PRIMAULT, 1962**, in **COSANDEY C., et ROBINSON. M., 2000**, Hydrologie continentale, Paris, p-p.104-107.
- ROSNOBLET. J., 2002**, Dynamique du bilan hydrique parcellaire au sein de l'espace rural - conséquences sur les transferts hydrologiques. 134p.
- ROUVILLOIS-BRIGOL. M., 1975**, Le pays de Ouargla (Sahara Algérienne) Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. pub. Univ Sorbonne paris, 316 p.
- RUELLE .P., SPECTY. R., DEUMIER. JM., 1995**, L'eau, la plante, le sol et le climat, La conduite de l'irrigation – de la stratégie au pilotage de l'irrigation, RNED-HA, p-p: 21-33.

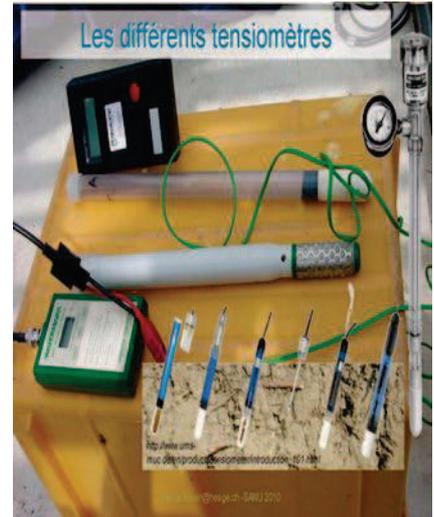
- RUELLE. P., et L. RIEUL, 2003**, Guide pratique irrigation (3^e éd.), CEMAGREF.
- SAYAH. M^{ed}L., 2008**, Etude hydraulique du CANAL OUED RIGH Détermination des Caractéristiques Hydrauliques, rapport 2008 NRAH Touggourt.67p
- SIMONNEAU, 1961, in MUNIER P., 1973**, Le palmier dattier, ed, maison neuve et larose, Paris, 221p.
- SOUID. A., BW., 2000**, Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de Touggourt Mémoire d'Ingénieur. Université de Constantine, 96p.
- THORNTHOWAITE, in COSANDEY C., et ROBINSON M., 2000**, Hydrologie 1954, continentale, Paris, p-p.104-107.
- TOUTAIN. G., 1979**, Eléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement. I.N.R.A., Paris, 276 P.
- TRON G., ISBERIE C. et CHOL P., 2000**, la Tensiométrie pour piloter les irrigations, 88, 89, 145,147 p.
- TURC, 1961, in COSANDEY. C., et ROBINSON. M., 2000**. Hydrologie continentale, Paris, p-p. 104-107.
- URBAN. L., 1997**, Introduction à la production sous serre _l'irrigation et fertilisation en culture hors sol, tome 2, Paris Lavoisier, 210p.
- VAN LEEUWEN C., CHONÉ X., TRÉGOAT O., GAUDILLÈRE J.P., 2001**, The use of physiological indicators to assess vine water uptake and to manage vineyard irrigation. The Australian Grapegrower and Winemaker, 449, 18-24.
- VAYSSE P., SOING P. et PEYREMORTE P., 1990**, L'irrigation des arbres fruitiers, CTIFL, Paris, 225 p.
- VESCHAMBRE et VAYSSE., 1980**, Mémento goutte à goutte, guide pratique de la microirrigation par goutteur et diffuseur, service de développement et de l'information technique, Paris 208p.



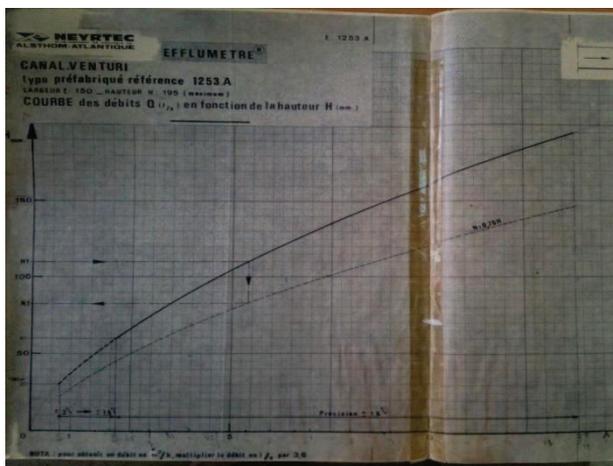
Canal venturi (débit mètre)



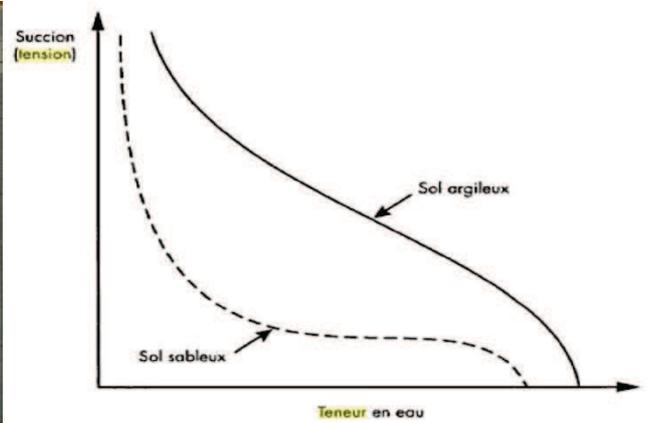
Cylindre au le profil



Les différents tensiomètres



Courbe des débits

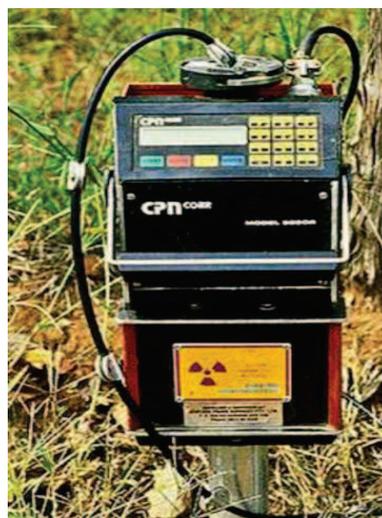


Source : d'après Hillel, 1974.

Courbe de relation tension/teneur en eau



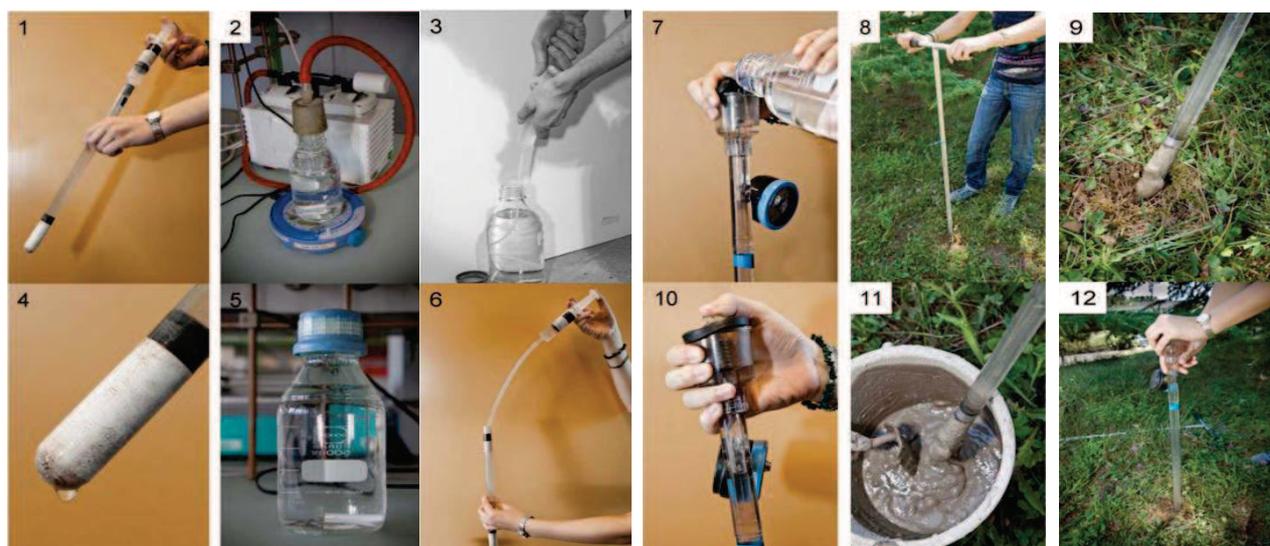
Sonde TDR



Sonde à neutron



Tensiométrie, Watermark



Préparations de la Tensiométrie et mise en place

Légende des photos

- | | | |
|---|--|---|
| 1. Test de du tensiomètre: mise en pression avec de l'eau | 5. Bouteille d'eau désaérée | 9. Enfoncer le tensiomètre délicatement |
| 2. Système de dégazage de l'eau | 6. Remplissage du tensiomètre avec la seringue et un tube flexible | 10. Fermeture du tensiomètre |
| 3. Prélever l'eau désaérée dans la bouteille | 7. Remplissage d'un tensiomètre à manomètre mécanique | 11. Enduire le tensiomètre de boue |
| 4. Bougie endommagée: fuite lors de la mise en pression | 8. Pré-trou pour la pose | 12. Mise en place |

Tableau 01 : Comparaison entre les capteurs sol

Outils de pilotage	Watermark®	Tensiométrie (Monitor)	Diviner 2000	Enviroscan EasyAG	Decagon 10HS	Sondes TDR Irriwise	Full Stop
Type d'information	Mesures de tension dans le sol	Mesures de tension dans le sol en continu	Quantité d'eau dans le sol	(Quantité d'eau dans le sol)	Quantité d'eau dans le sol	Pourcentage d'eau dans le sol	Front d'humectation
Points forts	Prix – simplicité Représentatif des forces mises en jeu par la plante Sens de flux	Idem Watermark Mesure en continu Prix	Mesure tous les 1Q cm Prix Information quantitative Sonde mobile	Mesure en continu Précision des données Assez robuste Salinité avec sondes Triscan	Mesure en continu Précision des données Prix	Transmission des données par radio Exploitation des données	Simplicité prix
Points faibles	Hétérogénéité des données Délicat à bien positionner Sensibles à la fissuration des sols Sphère de mesure faible	Idem Watermark Délicat en goutte à goutte Indique quand mais pas combien arroser	Données discontinues appareil mobile : fragile Pose des tubes	Prix Profondeur limitée à 5Q cm pour EasyAG Complexité Pose des tubes pour Enviroscan	Mise en placa Durée de vie ?	Pose délicate Temps de « ressuyage » du sol important Prix des	Pas d'enregistrement Pas efficace en cas de faible teneur en eau Entièrement manuel Pose délicate
Prix sondes (indicatif)	160 €(pour 6 sondes)	6 sondes + boitier : 600 €	Env.3000€ Avec 1Q tubes (max99)	1500 à 3500€	110 €/ capt +EM50 : 350 €	200€/vende	150 € la paire
Prix Transfert données	-	GPRS: 800 €	-	GPRS: 1000 €	GPRS: 800 €	Emet : 700€ Recept : 1500€	-

DATE	T (0,40m)	T(0,60m)	T(1,00 m)	T (1,20m)	Volume (m ³ /ha)	T/Seuil
16/03/2012	36,3	39,7	22,6	16,8	227	100
17/03/2012	28,3	25,7	16,4	25,8	0	100
18/03/2012	50,3	34,7	20,4	25,8	0	100
19/03/2012	52,3	37,7	18,4	19,8	0	100
20/03/2012	57,3	36,7	17,4	18,8	0	100
21/03/2012	62,3	42,7	16,4	24,2	0	100
22/03/2012	63,3	58,7	21,4	23,8	0	100
23/03/2012	65,3	44,7	22,4	20,2	0	100
24/03/2012	66,3	48,7	22,4	24,8	0	100
25/03/2012	70,3	54,7	21,4	20,2	0	100
26/03/2012	75,3	52,7	19,4	17,2	0	100
27/03/2012	78,3	51,7	15,4	15,2	0	100
28/03/2012	82,3	58,7	23,4	11,2	0	100
29/03/2012	83,3	62,7	25,4	7,2	0	100
30/03/2012	88,3	63,7	28,4	17,2	0	100
31/03/2012	86,3	59,7	27,4	16,2	0	100
01/04/2012	92,3	58,7	28,4	14,2	0	100
02/04/2012	89,3	66,7	27,4	12,2	0	100
03/04/2012	101,3	66,7	27,4	10,2	0	100
04/04/2012	104,3	66,7	26,4	6,2	0	100
05/04/2012	86,3	47,7	12,4	12,2	184	100
06/04/2012	43,3	44,7	14,4	2,8	0	100
07/04/2012	68,3	53,7	22,4	11,8	0	100
08/04/2012	71,3	54,57	28,4	13,8	0	100
09/04/2012	95,3	72,7	35,4	13,8	0	100
10/04/2012	86,3	71,7	37,4	12,8	0	100
11/04/2012	95,3	63,7	38,4	13,8	0	100
12/04/2012	103,3	66,7	36,4	14,8	54,4	100
13/04/2012	54,3	47,7	18,4	21,8	0	100
14/04/2012	67,3	33,7	23,4	21,8	0	100
15/04/2012	62,3	53,7	25,4	9,2	0	100
16/04/2012	64,3	56,7	33,4	10,8	0	100
17/04/2012	71,3	55,7	28,4	10,8	0	100
18/04/2012	72,3	57,7	30,4	11,8	0	100
19/04/2012	78,3	63,7	31,4	13,8	0	100
20/04/2012	84,3	69,7	38,4	16,8	0	100
21/04/2012	85,3	70,7	37,4	14,8	0	100
22/04/2012	92,3	63,7	41,4	12,8	0	100
23/04/2012	109,3	70,7	42,4	12,8	0	100
24/04/2012	118,3	68,7	46,4	16,8	195	100
25/04/2012	42,6	27,7	41,4	13,2	0	100
26/04/2012	58,3	47,7	23,4	3,8	0	100
27/04/2012	69,3	56,7	33,4	2,8	0	100

28/04/2012	80,3	61,7	35,4	10,8	0	100
29/04/2012	102,3	66,7	38,4	15,8	0	100
30/04/2012	104,3	67,7	44,4	10,8	292	100
01/05/2012	45,3	47,7	18,4	21,8	0	100
02/05/2012	51,3	33,7	23,4	21,8	0	100
03/05/2012	59,3	53,7	25,4	9,8	0	100
04/05/2012	65,3	56,7	33,4	10,8	0	100
05/05/2012	71,3	55,7	28,4	10,8	0	100
06/05/2012	72,3	57,7	30,4	11,8	0	100
07/05/2012	78,3	63,7	31,4	13,8	0	100
08/05/2012	80,3	65,7	35,4	15,8	0	100
09/05/2012	84,3	69,7	38,4	16,8	0	100
10/05/2012	85,3	70,7	37,4	14,8	0	100
11/05/2012	92,3	63,7	41,4	12,8	0	100
12/05/2012	109,3	70,7	42,4	12,8	0	100
13/05/2012	118,3	68,7	46,4	16,8	238,5	100
14/05/2012	42,3	46,7	16,4	20,8	0	100
15/05/2012	45,3	42,3	20,4	10,8	0	100

Tableau 02: suivi tensiométrique de 16/03 à 15/05/2012

Pro (dm)		Poids les boites	Poids sec	Poids humide	H%	H%	H% d'appareil
4	P1T1	55,584	63,335	65,584	3,550959	3,55	23,81
2	P1T2	23,338	32,085	33,338	3,905252	3,91	10,7
4	P1T3	52,016	61,194	62,016	1,343269	1,34	6,96
	P1T4	61,203	70,371	71,203	1,182305	1,18	7,72
4	P2T1	59,998	67,852	69,998	3,162766	3,16	19,2
2	P2T2	24,37	32,311	34,37	6,372443	6,37	18,01
4	P2T3	54,803	61,968	64,803	4,574942	4,57	18,12
	P2T4	49,981	56,696	59,981	5,79406	5,79	25,11
4	P3T1	34,432	42,453	44,432	4,661626	4,66	15,13
2	P3T2	52,65	60,646	62,65	3,304422	3,30	15,68
4	P3T3	36,407	44,646	46,407	3,944362	3,94	14,05
	P3T4	50,15	58,328	60,15	3,123714	3,12	15,84

Tableau 03 : Les humidités pondérales pour 3 horizons à profondeur 100cm

La formule de calcul $RU(\text{en mm})=P.ds (H_{CR}-H_{PF})$

(Hcc-Hpf)	volume sec	Densité sec	RU	cite	Totale RU(mm)	RFU(mm)
2,249	146,697	1,46697	13,19686212	S1	24,30	16,20
1,253	139,768	1,39768	3,50258608			
0,822	231,393	2,31393	7,60820184			
2,146	146,697	1,46697	12,59247048	S2	44,58	29,72
2,059	139,768	1,39768	5,75564624			
2,835	231,393	2,31393	26,2399662			
1,979	146,697	1,46697	11,61253452	S3	33,51	22,34
2,004	139,768	1,39768	5,60190144			
1,761	231,393	2,31393	16,29932292			

Tableau 04 : Les réserves utiles pour 3 horizons à profondeur 100cm

Classe	RU	Principaux types de sols de chaque classe
	RFU	
Sols superficiels	inférieure à 50	- Argilo-calcaires sur calcaire dur non fissuré - Sols sableux, peu profonds et (ou) caillouteux - Sols peu épais (30 cm) sur schiste, grès, granite
	30 à 40 mm	
Sols moyennement profonds	50 100	- Argilo-calcaires Sur calcaire dur, fissuré jusqu'à 50 à 60 cm - Sols sableux profonds - Limons ou limons sableux ou limons argileux peu profonds (40 à 50 cm) ou caillouteux - Argilo-calcaires superficiels sur craie
	40 à 70 mm	
Sols profonds	100150 mm	- Argilo-calcaires sur calcaire dur, fissuré jusqu'à 70 à 100 cm ou sur calcaire marneux ou sur craie friable - Limons ou limons argileux moyennement profonds (50 à 70 cm) peu caillouteux
	70 à 10 mm	
Sols très profonds	Plus de 150 mm	- Limons ou limons argileux de plus de 80 cm d'épaisseur, non caillouteux - Sols argileux de plus de 1 m de profondeur
	100 à 120 mm	

Tableau 05 : Classification des principaux types de sol du point de vue de la réserve en eau utile (exemple dans le Centre et le Centre-Ouest de la France ; Denis, 1983)

Date	Irrigation	Horizon	H%	Tension médienne	Débits (mm)	Temps (min)
15/03/2012	1ER irrigation	première irrigation d'après formation de planche			BH= 90mm= 4L/s (v=5,04) m ³	21 min
18/03/2012	D'après 72H à l'irrigation	S1 T1	29,01	50,3	Planche (1/4Ha) V=130mm= 7 L/s 25,2 (m ³ /H) V= 56,7 m ³	2H15 min = 135
		S2 T1	27,32			
		S3 T1	24,67			
		S1 T2	14,32	34,7		
		S2 T2	25,92			
		S3 T2	25,06			
		S1 T3	8,956	20,4		
		S2 T3	39,56			
S3 T3	21,37					
01/04/2012	D'après 15jour à l'irrigation	S T1	2,54	89,3		
		S T2	16,74	66,3		
		S T3	10,76	23,4		
05/04/2012	2EME irrigation	Il y a un laboure de sol qui déformé la structure de sol			BH= 120mm= 6,25L/s (v=11,25) m ³	30 min
07/04/2012	D'après 48H à l'irrigation	S1 T1	19,16	68,3	Planche (1/4Ha) V=100mm=4,5L/s 16,2 (m ³ /H) V= 45,9 m ³	2H50 min = 170
		S2 T1	19,70			
		S3 T1	25,72			
		S1 T2	19,00	53,7		
		S2 T2	19,27			
		S3 T2	18,51			
		S1 T3	9,914	22,4		
		S2 T3	21,21			
S3 T3	18,77					
12/04/2012	3EME irrigation	irrigation de service pour la luzerne			BH= 90mm= 4L/s (v=3,6)m ³	15 min
24/04/2012	Avant l'irrigation à quelque minute	S1 T1	18,16	118,3	Planche (1/4Ha) V=100mm=4,5L/s 16,2 (m ³ /H) plus la pluie (X) V= 59,4 m ³	3H40 min = 220
		S2 T1	10,87			
		S3 T1	14,8			
		S1 T2	16,48	68,7		
		S2 T2	21,44			
		S3 T2	25,78			
		S1 T3	8,09	46,4		
		S2 T3	20			
S3 T3	15,49					

24/04/ 2012	4EME irrigation				BH= 110mm= 5,4L/s (v=4,86) m3	15
26/04/ 2012	D'après l'irrigation à 48H	S1 T1	21,61	58,3	Planche (1/4Ha) V=120mm=6,25L/s 22,5 (m ³ /H) V= 48,75 m ³	2H10min=130
		S2 T1	20,38			
		S3 T1	16,76			
		S1 T2	18,23	47,7		
		S2 T2	20,1			
		S3 T2	22,16			
		S1 T3	15,44	23,4		
		S2 T3	20,09			
		S3 T3	18,24			

Tableau 06 : Calcule d'humidité d'apparente d'avant et d'après chaque irrigation, et le volume d'eau de chaque irrigation

Résumé

Ce travail a pour but d'étudier un essai comparatif des différentes méthodes de pilotage d'irrigation par la tensiométrie tours d'eau et bilan hydrique du palmier dattier durant le mois Mars jusqu'à le mois de Mai, conduit sous système d'irrigation par submersion en planche au niveau de la station de Sidi Mahdi (INRAA) dans la région de l'Oued Righ.

Les résultats obtenus montrent que le pilotage par Tensiométrie est meilleur par rapport aux autres méthodes, parce que la Tensiométrie réduit la quantité d'eau de moitié par rapport aux autres méthodes. Et que cette méthode couvre les besoins de la culture sans gaspillage d'eau.

Le pilotage par Tensiométrie nous a permis d'appréhender la relation disponibilité de l'eau dans le sol, et la période de déclenchement des irrigations.

En fin cette méthode permet la gestion rationnelle des ressources hydriques et il réduit les risques de salinisation provoqués par l'excès d'eau d'irrigation.

Mots clés : Pilotage des irrigations, Tensiométrie, Bilan hydrique, Tours d'eau, Palmier dattier, Oued Righ.

المخلص

ان الهدف من دراسة هذه التجربة هو المقارنة بين مختلف طرق متابعة السقي بواسطة جهاز قياس الضغط (Tensiométrie) و دورات السقي وحساب احتياجات النخلة للماء في فصل الربيع بواسطة طريقة الحصييلة المائية. المستقي بنظام الغمر بالأحواض في محطة سيدي مهدي في ناحية وادي ريغ.

النتائج المحصل عليها تعرض ان قيادة السقي بواسطة جهاز قياس الضغط تكون الملائمة و الأفضل بالنسبة للطرق الأخرى, لأن جهاز قياس الضغط يختزل كمية مياه السقي إلى النصف مقارنة بالطرق الأخرى مع أنه يلبي كل احتياجات النبات دون تبذير للماء.

متابعة السقي بواسطة هذا الجهاز يسمح لنا بفهم علاقة وجود الماء في التربة. و وقت مدة السقي. و في الأخير تسمح لنا هذه الطريقة بالاستثمار العقلاني للموارد المائية مع انه يقلل من خطر الملوحة الناتجة عن فائض مياه السقي.

الكلمات الدالة: متابعة السقي, جهاز قياس الضغط, دورات السقي, الحصييلة المائية, النخلة, وادي ريغ.

Abstract

This work aims to study a comparative trial of different methods of irrigation management by tensiometry water towers and water balance date palm during the months March to the month of May, resulted in irrigation system by submersion in board at the resort of Sidi Mahdi (INRAA) in the region of Oued Righ.

The results show how the management by Tensiometry adequate compared with other methods, because the Tensiometry reduces the amount of water to half compared with other methods, while covering the need for culture without luxury water.

Leading from Tensiometry allowed us to understand the relationship of water availability in the soil, it allows evaluation of soil water and period of triggering irrigation.

In the end this method enables rational management of water resources and it reduces the risk of salinity that causes excess water by traditional irrigation.

Keywords: control irrigation, Tensiometry, water cycle, water balance, date palm, Oued Righ.

DÉDICACES

A mes très chers parents: ma maman et mon papa

A tous mes frères et ma chère sœur

A toute la famille du plus grand au plus petit

A la mémoire du très Chèr prof BAAZIZ B., et à mon chèr ami BA Hocine

A qui je dois toute ma reconnaissance d'aide morale et matérielle

A mon très cher ami HACINI Abdelaziz

A tous ceux qui me sont chers

Je dédie ce modeste travail

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science.

En premier lieu, j'adresse l'expression de ma très vive et respectueuse gratitude à M. IDDER M. A. qui a accepté de diriger ce travail, avec beaucoup de rigueur et de patience, ses critiques et ses conseils m'ont été très bénéfiques. Je tiens amplement à remercier le professeur DOUMANDJI S. E., m'avons aidé dans la détermination des spécimens, Je remercie, par la même occasion, Ms les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail. C'est avec beaucoup de plaisir que j'exprime toute ma gratitude à monsieur M.CHELOUFI H., qui a bien voulu présider cette soutenance.

Aux M. ABABSA L., Melle BRAHMI K., et M. GUEZOUL O., pour avoir acceptés d'examiner ce travail, qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à l'égard de M. DIF D. qui a accepté la réalisation de ce travail au niveau de son périmètre, Mme IDDER IGHILI H., et le technicien M. MEZGHOUNI H. pour ses aides.

Mes remerciements vont également à M. LAHRACH A. pour ses aides et ses précieux conseils.

Je remercie particulièrement mon cher ami M. HACINI Abdelaziz pour ses aides...

À tous mes amis (es)...

À mes collègues de la 19^{ème} promotion et tous mes enseignants...

Moh

SOMMAIRE

Introduction	01
Chapitre I – <u>Présentation de la région d’Ouargla</u>	
1.1. – Situation géographique de la région d’étude.....	04
1.2. – Caractéristiques pédologiques	04
1.3. – Caractéristiques climatiques.....	06
1.3.1. – Température.	06
1.3.2. – Précipitation	07
1.3.4 . – Vents	08
1.4. – Synthèse climatique de la région d’Ouargla	08
1. 2. 2. 2. – Précipitation.....	07
1. 2. 2. 3. – Vent.....	08
1. 2. 2. 4. – Synthèse climatique de la région d’Ouargla.....	08
1. 3. – Données bibliographiques sur la végétation et la faune de la région d’étude	10
1. 3. 1. – Données bibliographiques sur la végétation de la région d’étude.....	10
1. 3. 2. – Données bibliographiques sur la richesse faunistique de la région d’étude.....	10
<u>Chapitre II – Chapitre II – Matériels et méthodes</u>	
2. 1. – Origine et historique du palmier dattier	13
2. 2. – Taxonomie	13
2. 3. – Morphologie du palmier dattier.....	14
2. 3. 1. – Organes végétatifs	14
2. 3. 1. 1. – Système racinaire	14
2. 3. 1. 2. – Système végétatif aérien	14
2. 3. 2. – Organes floraux	14
2. 3. 3. – Fruit ou datte.....	15
2. 3. 3. 1. – Constitution.....	15
2. 3. 3. 2. – Stade d’évolution de la datte	15
2. 3. 3. 3. – Composition de la datte	17
2. 4. – Exigences écologiques du palmier dattier.....	17
2. 4. 1. – Exigences climatiques	17
2. 4. 1. 1. – Température	17

2. 4. 1. 2. – Lumière	18
2. 4. 1. 3. – Humidité de l'air	18
2. 4. 1. 4. – Vent	18
2. 4. 2. – Exigences édaphiques	18
2. 4. 3. – Exigences hydriques	19
2. 5. – Principaux déprédateurs du palmier dattier et de la datte	19
2. 5. 1. – Acariens	19
2. 5. 1. 1. – Boufaroua <i>Oligonichus afrasiaticus</i>	19
2. 5. 2. – Insectes	20
2. 5. 2. 1. – Homoptères	20
2. 5. 2. 1. 1. – Cochenille blanche <i>Parlatoria blanchardi</i>	20
2. 5. 2. 2. – Coléoptères	20
2. 5. 2. 2. 1. – <i>Apate monachus</i>	20
2. 5. 2. 3. – Lépidoptères	21
2. 5. 2. 3. 1. – Genre <i>Cadra</i>	21
2. 5. 2. 3. 2. – <i>Plodia interpunctella</i>	21
2. 5. 2. 3. 3. – <i>Ephestia calidella</i>	21
2. 5. 2. 3. 4. – <i>Ecotomyelois ceratoniae</i>	22
2. 6. – Principaux auxiliaires en palmeraie.....	22
2. 6. 1. – Acariens.....	23
2. 6. 2. – Insectes	23
2. 6. 2. 1. –Homoptères	23
2. 6. 2. 2. – Lépidoptères	24

III. - Résultats sur l'arthropode capturé dans les trois palmeraies

3. 1. – Choix des stations d'étude.....	26
3. 1. 1. – Station de l'I. T. A. S.....	26
3. 1. 2. – Station de Hassi Ben Abdallah	27
3. 1. 3. – Station de Mékhadma.....	27
3. 2. 1. – Boufaroua.....	29
3. 2. 1. 1. – Matériels	29
3. 2. 1. 1. 1 – Matériel utilisé pour la collecte des prédateurs	29
3. 2. 1. 1. 2 – Matériel utilisé pour la conservation.....	29

3. 2. 1. 2. – Méthodes	30
3. 2. 1. 2. 1. – Méthodes d'échantillonnage.....	30
3. 2. 1. 2. 2. – Méthodes de travail.....	30
3. 2. 2. – Cochenille blanche.....	33
3. 2. 2. 1. – Matériels	33
3. 2. 2. 1. 1. – Matériel utilisé pour la collecte des prédateurs.....	34
3. 2. 2. 1. 2. – Matériel utilisé pour la conservation.....	34
3. 2. 2. 2. – Méthodes.....	34
3. 2. 2. 2. 1. – Prélèvement.....	34
3. 2. 2. 2. 2. – Collecte des ennemis naturels.....	35
3. 2. 3. – Pyrale des dattes.....	35
3. 2. 3. 1. – Matériels	35
3. 2. 3. 1. 1. – Matériels de mesure.....	35
3. 2. 3. 1. 2. – Matériel végétal.....	35
3. 2. 3. 2. – Méthodes	36
3. 2. 3. 2. 1. – Choix du pied et des variétés.....	36
3. 2. 3. 2. 2. – Prélèvement.....	36
3. 2. 3. 2. 2. – Manipulation et observation au laboratoire.....	36
3. 2. 3. 2. 3. – Identification des insectes	37

Chapitre IV – **Résultats et Discussion**

4. 1. – Boufaroua Oligonichus afrasiaticus.....	39
4. 1. 1. – Arachnides	39
4. 1. 2. – Insectes.....	41
4. 1. 2. 1. – Coléoptères.....	41
4. 1. 2. 1. 2. – Névroptères.....	42
4. 1. 2. 1. 3. – Héteroïptères.....	43
Conclusion.....	44
4. 2. – Cochenille blanche.....	45
4. 2. 1. – Arachnides.....	47
4. 2. 2. – Insectes	47
4. 2. 2. 1. – Coléoptères.....	47
4. 2. 2. 2. – Névroptères.....	48
Conclusion	50

4. 3. – Pyrale des dattes.....	51
4. 3. 1. – Coléoptères.....	51
4. 3. 2. –Lépidoptères.....	51
4. 3. 3. –Diptères.....	52
4. 3. 4. –Hyménoptères.....	52
Conclusion.....	55
Conclusion général.....	60

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	Situation géographique de la région de Ouargla	05
02	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	10
03	Climagramme d'EMBERGER de la région de Ouargla	10

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales d'Ouargla durant l'année 2008	06
02	Précipitations mensuelles durant l'année 2008 dans la région d'Ouargla	07
03	Valeurs du vent de la région d'Ouargla de l'année 2008	08

Liste des photos

Photo N°	Titre	Page
01	Station d'étude I. T. A. S.	17
02	Station d'étude Hassi Ben Abdallah	17
03	Station d'étude Mékhadma	17
04	Parpluie japonais	30

Introduction

Chaque année, d'innombrables cultures sont sérieusement endommagées par les déprédateurs, faute de n'avoir pas mis en œuvre les moyens nécessaires pour les combattre.

Le palmier dattier, qui donne à l'Algérie une place importante à l'échelle mondiale à connu et connaît encore une régression dans sa production et ses rendements en datte, ce qui a contribué à une baisse de revenus (LE BERRE, 1974).

Les principales causes de cette situation ; l'âge avancé des palmeraies, la régression des investissements, le manque de vulgarisation et ainsi que les dégâts causés par les ennemis. De nombreux insectes vivent sans commettre la moindre nuisance, d'autres sont utiles par leurs activités pollinisatrices, prédatrices ou parasitaires. D'autres espèces par contre contribuent à accroître les disettes en s'attaques aux végétaux cultivés, au bétail et aux denrées stockées (MUNIER, 1973).

Malgré sa résistance aux différents stressés abiotiques, le palmier dattier est soumis à des agressions constantes par plusieurs agents biotiques, desquels les déprédateurs ravageurs tels que le boufaroua *Oligonychus afrasiaticus* Mc Gregor (Acarina, Tetranychidae), la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* L (Homoptera- Diaspididae), la pyrale de datte *Ectomylois ceratoniae* Zeller, *Ephestia*, *Plodia*, *Cadra* (Lipoptera- Pyralidae), *Tribolium sp* (Coleoptera - Ténébrionidae), etc. (BENZAOUÏ (1991), IDDER (1984 et 1992), et HADDOU (2005)).

Face à ses déprédateurs, l'homme a fait appelle à un arsenal chimique des produits phytopharmaceutiques, leurs usages a révélé très toxique sur l'environnement par la phytotoxicité, l'intoxication de l'homme, l'intoxication des sols et eaux et même il menace d'une manière inquiétante la biodiversité, phénomènes qui ont incités les institutions de recherche nationales et internationales de s'intéresser beaucoup plus au développement des autres moyens alternatifs de lutte, c'est la lutte biologique (DOUMANDJ-MITICHE, 1983).

La palmerais algérienne et notamment les palmeraies de la wilaya de Ouargla est infestée actuellement par des attaques des ravageurs. En effet, la connaissance de la

biodiversité d'un écosystème a toujours préoccupé l'humanité et constitue un élément clé pour toute stratégie de lutte durable et efficace (BOUGUEDOURA, 1991).

A la lumière des vertus que révèlent le palmier dattier et dans le but de mieux connaître la faune associée à ce dernier.

Les plus importants de ces ennemis sont : le boufaroua *Oligonychus afrasiaticus*, La cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* et la pyrale de datte *Ecotomyelois ceratoniae*, ces ennemis causent chaque année des dégâts importants au niveau des palmeraies algériennes malgré les traitements effectués par l'état et par quelques agriculteurs.

La présente étude porte sur la recherche de la faune arthropodologique déprédateurs du palmier dattier et de la datte et sur le cortège auxiliaire associé et les possibilités d'une éventuelle utilisation de sel-ci dans la lutte biologique à fin de minimiser l'usage des pesticides chimiques.

Nous nous sommes intéressés aussi à la détermination des ennemis du palmier dattier et de la datte et leurs auxiliaires associés.

Le travail comporte quatre chapitres essentiels:

Chapitre I: Présentation de la région d'Ouargla

Chapitre II: Présentation de la plante hôte

Chapitre III: Matériels et méthodes

Chapitre IV : Résultats et discussion

Introduction

Chaque année, d'innombrables cultures sont sérieusement endommagées par les déprédateurs, faute de n'avoir pas mis en œuvre les moyens nécessaires pour les combattre.

Le palmier dattier, qui donne à l'Algérie une place importante à l'échelle mondiale à connu et connaît encore une régression dans sa production et ses rendements en datte, ce qui a contribué à une baisse de revenus (LE BERRE, 1974).

Les principales causes de cette situation ; l'âge avancé des palmeraies, la régression des investissements, le manque de vulgarisation et ainsi que les dégâts causés par les ennemis. De nombreux insectes vivent sans commettre la moindre nuisance, d'autres sont utiles par leurs activités pollinisatrices, prédatrices ou parasitaires. D'autres espèces par contre contribuent à accroître les disettes en s'attaques aux végétaux cultivés, au bétail et aux denrées stockées (MUNIER, 1973).

Malgré sa résistance aux différents stressés abiotiques, le palmier dattier est soumis à des agressions constantes par plusieurs agents biotiques, desquels les déprédateurs ravageurs tels que le boufaroua *Oligonychus afrasiaticus* Mc Gregor (Acarina, Tetranychidae), la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* L (Homoptera- Diaspididae), la pyrale de datte *Ectomylois ceratoniae* Zeller, *Ephestia*, *Plodia*, *Cadra* (Lipoptera- Pyralidae), *Tribolium sp* (Coleoptera - Ténébrionidae), etc. (BENZAOUÏ (1991), IDDER (1984 et 1992), et HADDOU (2005)).

Face à ses déprédateurs, l'homme a fait appelle à un arsenal chimique des produits phytopharmaceutiques, leurs usages a révélé très toxique sur l'environnement par la phytotoxicité, l'intoxication de l'homme, l'intoxication des sols et eaux et même il menace d'une manière inquiétante la biodiversité, phénomènes qui ont incités les institutions de recherche nationales et internationales de s'intéresser beaucoup plus au développement des autres moyens alternatifs de lutte, c'est la lutte biologique (DOUMANDJ-MITICHE, 1983).

La palmerais algérienne et notamment les palmeraies de la wilaya de Ouargla est infestée actuellement par des attaques des ravageurs. En effet, la connaissance de la

biodiversité d'un écosystème a toujours préoccupé l'humanité et constitue un élément clé pour toute stratégie de lutte durable et efficace (BOUGUEDOURA, 1991).

A la lumière des vertus que révèlent le palmier dattier et dans le but de mieux connaître la faune associée à ce dernier.

Les plus importants de ces ennemis sont : le boufaroua *Oligonychus afrasiaticus*, La cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* et la pyrale de datte *Ecotomyelois ceratoniae*, ces ennemis causent chaque année des dégâts importants au niveau des palmeraies algériennes malgré les traitements effectués par l'état et par quelques agriculteurs.

La présente étude porte sur la recherche de la faune arthropodologique déprédateurs du palmier dattier et de la datte et sur le cortège auxiliaire associé et les possibilités d'une éventuelle utilisation de sel-ci dans la lutte biologique à fin de minimiser l'usage des pesticides chimiques.

Nous nous sommes intéressés aussi à la détermination des ennemis du palmier dattier et de la datte et leurs auxiliaires associés.

Le travail comporte quatre chapitres essentiels:

Chapitre I: Présentation de la région d'Ouargla

Chapitre II: Présentation de la plante hôte

Chapitre III: Matériels et méthodes

Chapitre IV : Résultats et discussion

III. - Résultats sur l'arthropode capturé dans les trois palmeraies

A l'issu des huit sorties étalées du mois de juin 2007 au mois de juillet 2008, nous avons présenté dans ce chapitre les résultats sur les Arthropodes capturées dans les trois palmeraies grâce aux trois méthodes d'échantillonnages se sont : le parapluie japonais, capture directe et le prélèvement des dattes infestées.

III.1.- Résultats sur la faune arthropodologiques piégée dans les trois palmeraies grâce aux parapluie japonais

En fonction de nos sorties sur les palmeraies, nous avons résulté des arthropodes piégés par la méthode de parapluie japonais par la qualité d'échantillonnage, l'abondance relative, les indices écologiques de composition et de structure.

III.1.1.- Qualité de l'échantillonnage appliquée dans les trois palmeraies grâce au parapluie japonais

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage dans les trois palmeraies sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Valeurs de la qualité d'échantillonnage dans les trois palmeraies durant l'année 2007-2008 grâce au parapluie japonais

Paramètres	Palmeraies		
	ITAS	Mekhdma	H.B.A.
Nombre de relevés (N)	120	120	120
Nombre d'espèces vues une seule fois (a)	35	31	29
Qualité d'échantillonnage (Q)	0.29	0.26	0.24

H.B.A. : Hassi ben abdellah.

Le tableau 6 représente la qualité d'échantillonnage au cours des 12 relevés correspondant à 120 parapluie japonais, a / N dans les trois palmeraies est de 0.29 pour la palmeraie moderne ITAS, la palmeraie traditionnelle de Mekhadma est de 0.26, et 0.24 pour la palmeraie abandonnée de Hassi ben abdellah d'où la qualité d'échantillonnage considérée comme bonne avec précision suffisante, puisque les valeurs obtenues sont rapproche de zéro.

III.1.2. Liste des espèces capturées dans les trois palmeraies grâce au Parapluie japonais

L'inventaire des espèces et des individus capturés grâce au parapluie japonais dans les stations d'étude sont effectués avec l'abondance relative des individus en fonction des espèces et des classes et des ordres.

Tableau 6 : Liste globale des espèces capturées à l'aide de parapluie japonais des différentes stations :

Classe	Ordre	Famille	Espèce	ITAS	Mékhadma	H.B.A	
Arachnida	Aranea	Aranea f. ind	Aranea sp. ind	7	0	5	
			Aranea sp2. ind	4	0	0	
			Aranea sp3. ind	9	0	0	
			Aranea sp4. ind	3	6	0	
		Aranea sp6.ind	5	7	4		
		Dysderidae	Dysderidae sp. ind	9	5	7	
Insecta	Mantoptera	Mantidae	<i>Elaea marchali pallida</i>	2	1	0	
	Ephemeroptera	Ephemeroptera f. ind	Ephemeroptera sp. ind	4	1	3	
	Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	0	9	7	
			<i>Chrysoperla</i> sp.	14	0	0	
	Heteroptera	Lygaeidae	<i>Lygaeus militaris</i>	11	4	8	
			<i>Corizus</i> sp.	2	5	9	
			<i>Geocoris</i> sp.	0	0	4	
			<i>Lygaeus militaris</i>	17	14	0	
		Pyrrochoridae	<i>Pyrrochoris aegyptus</i>	12	7	2	
	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeidae sp.	5	1	4	
			<i>Anthia venator</i>	2	1	4	
			<i>Scarites</i> sp.	3	5	27	
			<i>Harpalus</i> sp.	3	1	2	
			Nitidulidae	<i>Stethorus punctillum</i>	24	17	19
				<i>Carpophilus hemipterus</i>	4	1	16
			Coccinelidae	<i>Pharoscymnus ovoideus</i>	28	15	0
				<i>Pharoscymnus numidicus</i>	18	11	8
Dermestidae			<i>Dermestidae</i> sp. ind	9	4	2	
Leiodidae	<i>Agathidium</i> sp.	14	19	14			
Hymenoptera	Formicidae	<i>Cataglyphis</i> sp.	7	5	18		

			Pheidole sp.	7	15	17
			<i>Cataglyphis bombycina</i>	11	7	5
			<i>Tapinoma nigerrimum</i>	12	11	0
		Fulgoridae	Fulgoridae sp. ind	3	1	7
		Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	3	2	14
	Lipidoptera	Tinaeidae	Tinaeidae sp. ind	14	13	17
	Diptera	Nematocera f. ind	Nematocera sp. ind	8	11	9
		Cyclorrhapha f. ind	Cyclorrhapha sp. ind	7	12	7
			Cyclorrhapha sp1. ind	5	14	0
			Cyclorrhapha sp2. ind	4	13	3
		Drosophilidae	Drosophilidae sp. ind	5	0	0
		Syrphidae	Syrphidae sp. ind	0	0	0
2	9	21	36	310	247	249

H.B.A. : Hassi ben abdellah.

III.1.2.1.- Abondance relative des individus en fonction des espèces capturées dans les trois palmeraies

L'inventaire de toutes les espèces échantillonnées durant la période d'étude dans le milieu grâce au parapluie japonais est rapporté dans le tableau 7 avec ses effectifs et ses abondances relatives en fonction des espèces. Toutes les espèces sont classées selon leur appartenance taxonomique, par classe, ordre, et famille.

Tableau 7 : Effectifs et abondance relative des espèces capturées dans les trois palmeraies grâce aux parapluie japonais.

Classe	Ordre	Famille	Espece	ITAS		Mékhadma		H.B.A	
				ni	A R %	Ni	A R %	ni	A R %
Arachnida	Aranea	Aranea f. ind	Aranea sp. ind	7	2,26	0	0	5	2,02
			Aranea sp2. ind	4	1,29	0	0	0	0
			Aranea sp3. ind	9	2,90	0	0	0	0
			Aranea sp4. ind	3	0,97	6	2,41	0	0
			Aranea sp6. ind	5	1,61	7	2,81	4	1,62
		Dysderidae	Dysderidae sp. ind	9	2,90	5	2,01	7	2,83
Insecta	Mantodea	Mantidae	<i>Elaea marchali pallida</i>	2	0,65	1	0,4	0	0
	Ephemeroptera	Ephemeroptera f. ind	Ephemeroptera sp. ind	4	1,29	1	0,4	3	1,21
	Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	7	2,26	9	3,61	2	0,81
			<i>Chrysoperla</i> sp.	14	4,52	11	4,42	3	1,21
	Heteroptera	Lygaeidae	<i>Lygaeus militaris</i>	11	3,55	4	1,61	7	2,83
			<i>Corizus</i> sp.	2	0,65	5	2,01	0	0
			<i>Geocoris</i> sp.	13	4,19	0	0	8	3,24
			<i>Lygaeus militaris</i>	17	5,48	14	5,62	9	3,64
		Pyrrochoridae	<i>Pyrrochoris aegyptus</i>	12	3,87	7	2,81	4	1,62
	Coleoptera	Carabeidae	<i>Anthia venator</i>	2	0,65	1	0,4	0	0
			<i>Scarites</i> sp.	3	0,97	5	2,01	2	0,81
			<i>Harpalus</i> sp.	3	0,97	1	0,4	4	1,62
		Scarabaeidae	<i>Scarabaeidae</i> sp.	5	1,61	1	0,4	4	1,62
		Nitidulidae	<i>Stethorus punctillum</i>	24	7,74	17	6,83	27	10,93
			<i>Carpophilus hemipterus</i>	4	1,29	1	0,4	2	0,81
		Coccinelidae	<i>Pharoscyrmus ovoideus</i>	28	9,03	15	6,02	19	7,69
			<i>Pharoscyrmus numidicus</i>	18	5,81	11	4,42	16	6,48
		Dermestidae	Dermestidae sp. ind	9	2,90	4	1,61	0	0
	Leiodidae	<i>Agathidium</i> sp.	14	4,52	19	7,63	8	3,24	
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Cataglyphis</i> sp.	7	2,26	5	2,01	2	0,81
			<i>Cataglyphis bombycina</i>	11	3,55	7	2,81	14	5,67
			<i>Tapinoma nigerrimum</i>	12	3,87	11	4,42	18	7,29
			<i>Pheidole</i> sp.	7	2,26	15	6,02	17	6,88
		Fulgoridae	Fulgoridae sp. ind	3	0,97	1	0,4	5	2,02
	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	3	0,97	2	0,8	0	0	
	Lipidoptera	Tinaeidae	Tinaeidae sp. ind	14	4,52	13	5,22	7	2,83
	Diptera	Nematocera f. ind	Nematocera sp. ind	8	2,58	11	4,42	14	5,67
Cyclorrhapha f. ind		Cyclorrhapha sp. ind	7	2,26	12	4,82	17	6,88	
		Cyclorrhapha sp1. ind	5	1,61	14	5,62	9	3,64	
		Cyclorrhapha sp2. ind	4	1,29	13	5,22	7	2,83	
Syrphidae		Syrphidae sp. ind	0	0,00	0	0	3	1,21	
Totaux				310	100	231	100	247	100

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **ni** : Effectifs total; **A R %** : Abondance relative.

Dans les trois palmeraies d'étude, nous remarquons les différents classes d'arthropodes qui réparties en deux classes, parmi les 36 espèces d'arthropodes capturées dans les trois milieux, on compte 33 espèces pour la palmeraie de l' ITAS, 33 espèces appartenant à 2 classes et 9 ordres la classe des Insecta sont le plus dominant parmi eux, cette dernière renferme 30 espèces réparties entre 8 ordres, sont :, ce sont les Coleoptera avec (10 espèces), Hymenoptera Avec (6 espèces), Hétéroptéra et Diptera avec (05 espèces), Névroptéra avec (02 espèces), Mantoptéra Ephéméroptéra Lépidoptera Avec Une espèce représentés par une seul espèce chacun. La classe Arachnida est mentionnées par 6 espèces appartenant à l'ordres Aranea, représentés par une seul espèce de la famille des Dysderidae et 5 non déterminée.

Au niveau de la palmeraie Mékhadma, l'inventaire des espèces capturées par le parapluie japonais est de 33 espèces appartenant à 2 classes et 9 ordres. La classe d' Insecta est le plus importante. Elle est représentée par 8 ordres, sont : ce sont les Coléoptera avec (10 espèces), Hyménoptera et Diptera Avec (6 espèces), Hétéroptéra avec (04 espèces), Névroptéra avec (02 espèces), Mantoptéra Ephéméroptéra Lépidoptéra Avec Une espèce représentés par une seul espèce chacun. La classe Arachnida est mentionnées par 3 espèces appartenant à l'ordre Aranea, représentés par une seule espèce de la famille des Dysderidae et 2 non déterminée.

Au niveau de la palmeraie Hassi Ben Abdallah, l'inventaire des espèces capturées par le parapluie japonais est de 29 espèces appartenant à 2 classes et 8 ordres. La classe d' Insecta est le plus importante. Elle est représentée par 7 ordres, sont : ce sont les Coléoptera avec (08 espèces), Hyménoptéra et Diptéra Avec (5 espèces), Hétéroptéra avec (04 espèces), Névroptéra avec (02 espèces), Ephéméroptéra Lépidoptéra Avec Une espèce représentés par une seul espèce chacun. La classe Arachnida est mentionnées par 3 espèces appartenant à l'ordre Aranea, représentés par une seule espèce de la famille des Dysderidae et 2 non déterminée.

III.1.2.2.- Abondance relative d'arthropode en fonction des ordres dans Les trois palmeraies

Les valeurs de l'abondance relative des espèces d'arthropodes recueillies grâce au parapluie japonais entre juin 2007 et juillet 2008 dans les trois stations de palmeraie sont regroupées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Effectifs et Abondances relatives des individus et des espèces échantillonnés à trois palmeraies durant l'année 2008 – 2009 grâce aux parapluie japonais

Ordres	ITAS		Mékhadma		H.B.A.	
	ni	AR %	ni	AR %	ni	AR %
Aranea	37	11,94	18	7,23	16	6,47
Mantodea	2	0,65	1	0,40	0	0,00
Ephéméroptèra	4	1,29	1	0,40	3	1,21
Névroptèra	21	6,77	20	8,03	5	2,02
Hétéroptèra	55	17,74	30	12,05	28	11,33
Coléoptèra	110	35,48	75	30,12	82	33,20
Hyménoptèra	43	13,87	41	16,46	56	22,67
Lipidoptèra	14	4,52	13	5,22	7	2,83
Diptèra	24	7,74	50	20,08	50	20,23
9	310	100,00	231	100	247	100

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **A R %** : abondance relative; **ni** : effectifs.

Nous avons récolté 310 individus dans la palmeraie de l'ITAS. L'ordre des Coléoptèra c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Il renferme 110 individus avec 35.48 % puis vient l'ordre des Hyménoptèra qui a 43 individus avec 13.87 %. Suivie par les Hétéroptèra 55 individus avec 17,74 puis Aranea, 37 individus avec 11.94 %. Les ordres qui restent présentées avec une proportion faible est inférieure 7.74 % (24 individus). Même la palmeraie de Mékhadma avec 231 individus sont recensés. L'ordre des Coléoptèra c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Il renferme 75 individus avec 30.12 % puis vient l'ordre des Diptèra qui a 50 individus avec 20.08 %. Suivie par les Hyménoptèra 41 individus avec 16.46 puis Hétéroptèra 30 individus avec 12.05 %. Les ordres qui restent présentées avec une proportion faible est inférieure 8.03 % (20 individus) ce sont les plus faibles durant la période d'échantillonnage 2007 – 2008. Aussi la palmeraie H.B.A., L'ordre des Coléoptèra c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Il renferme 82 individus avec 33. 20 % puis vient l'ordre des Hyménoptèra qui a 56 individus avec 22.67 %. Suivie par les Diptèra 50 individus avec 20.23%, puis Hétéroptèra 28 individus avec 11.33 %. Les ordres qui restent présentées avec une proportion faible est inférieure 6.47 % (16 individus) ce sont les plus faibles durant la période d'échantillonnage 2007 – 2008.

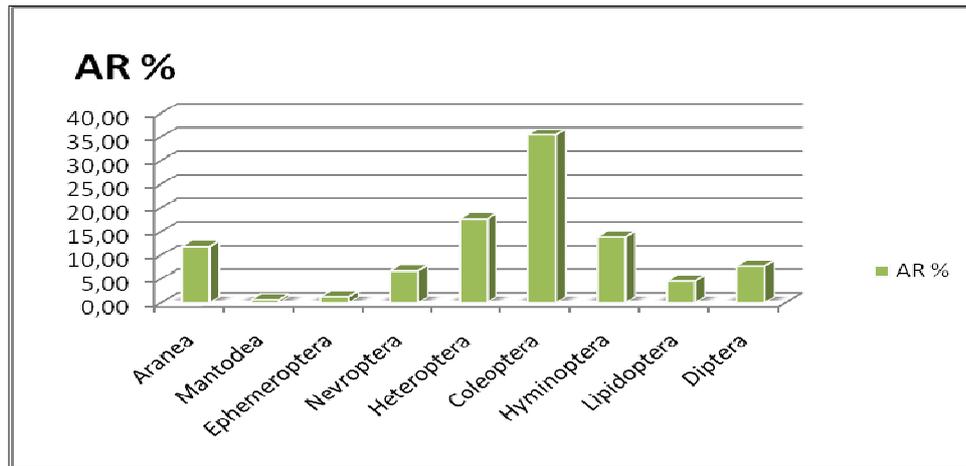


Fig.16- Abondances relatives des espèces en fonction des ordres capturées grâce au parapluie japonais dans la palmeraie de l'ITAS

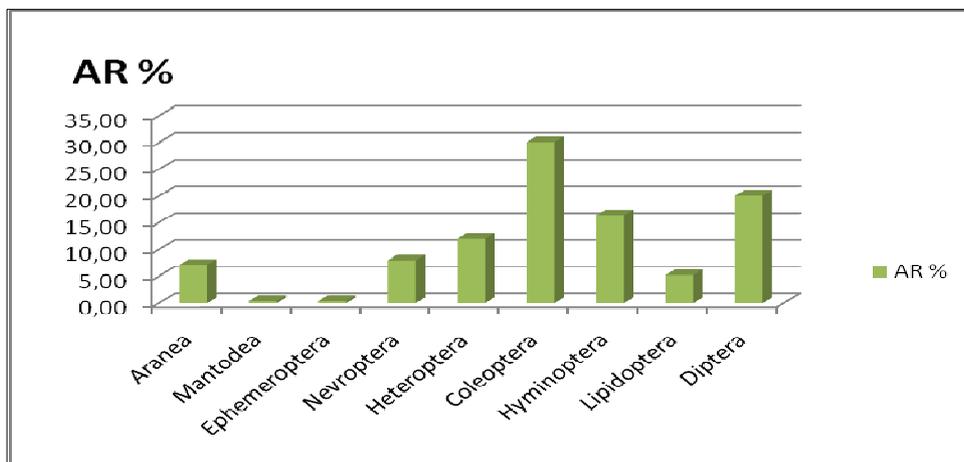


Fig.17- Abondances relatives des espèces en fonction des ordres capturées grâce au parapluie japonais dans la palmeraie Mékhadma

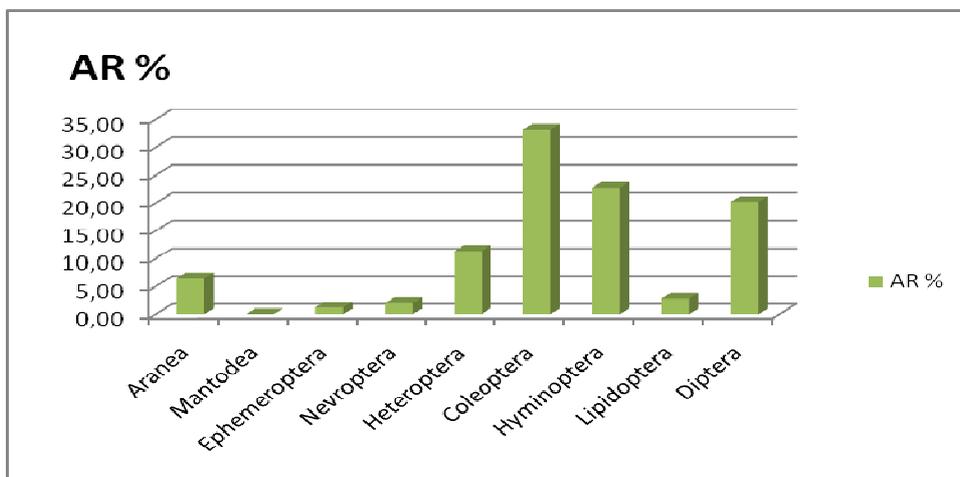


Fig.18-

Abondances relatives des espèces en fonction des capturées grâce au parapluie japonais dans la palmeraie de Hassi ben Abdallah

III.1.3.- Indices écologiques de composition

L'étude de la composition des arthropodes échantillonnés en espèces signalées est mentionnée grâce à des indices écologiques de composition telle la richesse totale (S), la richesse moyenne (Sm), et la constance.

III.1.3.1.- Richesse totale mensuelle et moyenne dans les trois palmeraies

Les valeurs de la richesse totale (S) mensuelle et de la richesse moyenne (Sm) des arthropodes échantillonnés grâce aux parapluie japonais dans les trois palmeraies durant l'année 2007 – 2008 sont enregistrées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Richesse totale (S) et moyenne (Sm) en espèces capturées avec les Parapluie japonais dans

les trois palmeraies durant l'année 2007 - 2008

Années	Mois	ITAS			Mekhadma			H,B,A		
		S	Sm	N°	S	Sm	N°	S	Sm	N°
2007	VI	11	10,91	35	9	10,33	22	11	9,08	34
	VII	12		39	11		29	10		37
	VIII	16		42	12		34	13		35
	IX	19		38	21		25	16		32
	X	17		35	16		22	14		17
	XI	14		29	13		28	11		12
	XII	10		21	10		15	5		9
2008	I	3		15	8		13	2		7
	II	4		11	6		11	4		11
	III	7		14	5		7	9		14
	IV	7		17	7		11	6		17
	V	9		14	6		14	8		22
Totaux		36	/	310	33	/	231	29	/	247

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **N°** : le nombre d'arthropodes échantillonnés; **S** : Richesse totale; **Sm** : Richesse moyenne

L'analyse du contenu des 8 relevés, répartis sur 12 mois d'étude correspondant à un relevé par mois. Dans la palmeraie de l'ITAS, la richesse totale est de 36 espèces, les résultats de

recensement de chaque mois par la méthode de parapluie japonais varient entre 19 aux mois de Septembre et 3 aux mois du janvier. La valeur de la richesse moyenne est de 10.91 espèces. Concernant la palmeraie de Mékhadma permis de noter une richesse totale de 33 espèces durant l'année 2007 – 2008 correspondant à une richesse moyenne de 10.33 espèces par mois. L'ensemble de des espèces a échantillonnées dans la palmeraie de Hassi Ben Abdallah sont égale 29 espèces, avec une richesse moyenne est de 9.08 espèces par mois.

III.1.3.2.- Constance d'arthropode dans les trois palmeraies

Les données concernant la constance des espèces capturées par la méthode de parapluie japonais dans les trois palmeraies sont portées dans le tableau 10.

Tableau 10 : Constance des espèces capturées par la méthode de parapluie japonais dans les trois palmeraies

Classe	Ordre	Famille	Espece	ITAS			Mékhadma			H.B.A		
				ni	C %	CAT	ni	C %	CAT	ni	C %	CAT
Arachnida	Aranea	Aranea f, ind	Aranea sp. ind	3	25,00	Acce	.	.	.	4	33,33	Acce
			Aranea sp2. ind	1	8,33	Acci	.	.	.	.	.	.
			Aranea sp3. ind	2	16,67	Acci	.	.	.	.	.	.
			Aranea sp4. ind	7	58,33	Rég	4	33,33	Acce	.	.	.
			Aranea sp6. ind	5	41,67	Acce	3	25,00	Acce	4	33,33	Acce
		Dysderidae	Dysderidae sp. ind	9	75,00	Const	7	58,33	Rég	5	41,67	Acce
Insecta	Mantodea	Mantidae	<i>Elaea marchali pallida</i>	6	50,00	Rég	2	16,67	Acci	.	.	.
	Ephemeroptera	Ephemeroptera f, ind	Ephemeroptera sp. ind	4	33,33	Acce	1	8,33	Acci	2	16,67	Acci
	Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	6	50,00	Rég	6	50,00	Rég	1	8,33	Acci
			<i>Chrysoperla</i> sp.	9	75,00	Const	5	41,67	Acce	3	25,00	Acce
	Heteroptera	Lygaeidae	<i>Lygaeus militaris</i>	5	41,67	Acce	3	25,00	Acce	2	16,67	Acci
			<i>Corizus</i> sp.	3	25,00	Acce	1	8,33	Acci	.	.	.
			<i>Geocoris</i> sp.	7	58,33	Rég	.	.	.	4	33,33	Acce
			<i>Lygaeus militaris</i>	4	33,33	Acce	2	16,67	Acci	2	16,67	Acci
		Pyrochoridae	<i>Pyrochoris aegyptus</i>	5	41,67	Acce	3	25,00	Acce	3	25,00	Acce
	Coleoptera	Carabeidae	<i>Anthia venator</i>	1	8,33	Acci	1	8,33	Acci	.	.	.
			<i>Scarites</i> sp.	3	25,00	Acce	2	16,67	Acci	2	16,67	Acci
			<i>Harpalus</i> sp.	2	16,67	Acci	1	8,33	Acci	2	16,67	Acci
		Scarabaeidae	<i>Scarabaeidae</i> sp.	1	8,33	Acci	1	8,33	Acci	2	16,67	Acci
		Nitidulidae	<i>Stethorus punctillum</i>	10	83,33	Acci	9	75,00	Const	10	83,33	Const
<i>Carpophilus hemipterus</i>			7	58,33	Rég	1	8,33	Acci	4	33,33	Acce	

	Coccinelidae	<i>Pharoscymnus ovoideus</i>	9	75,00	Const	10	83,33	Const	10	83,33	Const	
		<i>Pharoscymnus numidicus</i>	11	91,67	Const	9	75,00	Const	9	75,00	Const	
	Dermestidae	Dermestidae sp. ind	5	41,67	Acce	3	25,00	Acce	.	.	.	
	Leioididae	<i>Agathidium</i> sp.	8	66,67	Rég	3	25,00	Acce	2	16,67	Acci	
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Cataglyphis</i> sp.	10	83,33	Const	2	16,67	Acci	4	33,33	Acce
			<i>Cataglyphis bombycina</i>	8	66,67	Rég	1	8,33	Acci	3	25,00	Acce
			<i>Tapinoma nigerrimum</i>	6	50,00	Rég	4	33,33	Acce	2	16,67	Acci
			<i>Pheidole</i> sp.	4	33,33	Acce	6	50,00	Rég	7	58,33	Rég
		Fulgoridae	Fulgoridae sp. ind	2	16,67	Acci	1	8,33	Acci	2	16,67	Acci
		Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	3	25,00	Rég	2	16,67	Acci	.	.	.
	Lipidoptera	Tinaeidae	Tinaeidae sp. ind	3	25,00	Acce	1	8,33	Acci	2	16,67	Acci
	Diptera	Nematocera f, ind	Nematocera sp. ind	2	16,67	Acci	2	16,67	Acci	1	8,33	Acci
		Cyclorrhapha f, ind	Cyclorrhapha sp. ind	4	33,33	Acce	4	33,33	Acce	2	16,67	Acci
			Cyclorrhapha sp1. ind	1	8,33	Acci	3	25,00	Acce	2	16,67	Acci
Cyclorrhapha sp2.ind			4	33,33	Acci	2	16,67	Acce	1	8,33	Acci	
Syrphidae		Syrphidae sp. ind	.	.	.	.	.	.	2	16,67	Acci	

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **Acci** : Accidentelle; **Acce** : Accessoire; **Reg** : Régulière; **Cat** : Catégories, **Pi** : nombre de relevés au niveau desquels l'espèce est présent; **C %** : fréquences d'occurrence

Les espèces qui entre dans la catégorie accidentelles sont au nombre de 10 espèces dans la palmeraie de l'ITAS, dans la catégorie des accessoires sont de nombre 12 espèces, dans la catégorie des Régulières sont de nombre 9 espèces, dans la catégorie des constants sont de nombre 5 espèces. La palmeraie de Mékhadma, les espèces qui entre dans la catégorie des espèces accidentelles sont au nombre de 16 espèces et dans la catégorie des accessoires sont au nombre de 11 espèces, dans la catégorie des Régulières sont au nombre de 3 espèces, dans la catégorie des constants sont de nombre 3 espèces, La palmeraie de Hassi Ben Abdallah, les espèces qui entre dans la catégorie des espèces accidentelles sont au nombre de 16 espèces et dans la catégorie des accessoires sont au nombre de 9 espèces, Une espèce de la catégorie de Régulière c'est *Pheidole* sp. , dans la catégorie des constants sont de nombre 3 espèces,

III.1.4.- Indices écologiques de structures

L'indice de diversité de Shannon-Weaver et celui de l'équitabilité appliqués aux espèces capturées par le parapluie japonais sont utilisés.

III.1.4.1.- Diversité de Shannon-Weaver et diversité maximale dans les trois palmeraies

les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver et de la densité maximale des espèces capturées à l'aide de parapluie japonais dans les trois palmeraies durant l'année 2007 – 2008 sont globales, d'où dans notre échantillonnage les valeurs mensuelles de la diversité du milieu en espèces sont élevées qui possèdent une diversité totale H' sont de 4.8 – 4.6 – et 4.5 bits dans les trois palmeraies, ce qui exprime la diversité du peuplement échantillonné. La diversité maximale dans les trois palmeraies sont H'_{max} ; 5.1 – 5.0 – et 4.8, elles sont élevée, à conséquence d'effet d'effort température qui ce qui s'implique une diversité élevé.

III.1.4.2.- Equitabilité dans les trois palmeraies

Les valeurs de l'équitabilité (E) enregistrées durant la période d'échantillonnages sont globales dans les trois palmeraies pendant 8 mois tendent vers 1. Elles varient entre 0.92 et 0.94, d'où la palmeraie de l'ITAS possède E de 0.94, la palmeraie de Mékh&dma E de 0.92, et la palmeraie de Hassi Ben Abdallah E de 0.93. Ce qui implique que les effectifs des différentes espèces ont tendance à être en équilibre entre eux.

III.2.- Résultats sur la faune arthropodologiques piégée dans les trois palmeraies grâce à la méthode de capture directe

En fonction de nos sorties sur les palmeraies, nous avons résulté des arthropodes capturés par la méthode de capture directe par la qualité d'échantillonnage, l'abondance relative, les indices écologiques de composition.

III.2.1.- Qualité de l'échantillonnage appliquée dans les trois palmeraies grâce à la méthode de capture directe

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage dans les trois palmeraies sont présentées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Valeurs de la qualité d'échantillonnage dans les trois palmeraies durant l'année 2007-2008 grâce à la capture directe

Paramètres	Type de palmeraie		
	ITAS	Mékhdma	H.B.A.
Nombre de relevés (N)	120	120	120
Nombre d'espèces vues une seule fois (a)	35	29	29
Qualité d'échantillonnage (Q)	0.29	0.24	0.24

H.B.A. : Hassi ben abdellah.

Le tableau 6 représente la qualité d'échantillonnage au cours des 12 relevés correspondant à 120 capture directe, a / N dans les trois palmeraies est de 0.29 pour la palmeraie moderne ITAS, la palmeraie traditionnelle de Mékhadma est de 0.24, et 0.24 pour la palmeraie abandonnée de Hassi ben abdallah d'où la qualité d'échantillonnage considérée comme bonne avec précision suffisante, puisque les valeurs obtenues sont rapproche de zéro.

III.2.2. Liste des espèces capturées dans les trois palmeraies grâce à la méthode de capture directe

L'inventaire des espèces et des individus capturés grâce à la méthode de capture directe dans les stations d'études est effectué avec l'abondance relative des individus en fonction des espèces et des classes et des ordres.

Tableau 12 : Liste globale des espèces capturées grâce à la méthode de capture directe des différentes stations :

Classe	Ordre	Famille	Espèce	ITAS	Mékhadma	H.B.A
Arachnida	Aranea	Aranea f. ind	Aranea sp. Ind	7	0	4
			Aranea sp1. Ind	0	5	3
			Aranea sp2. Ind	0	7	5
			Aranea sp3. Ind	5	8	6
			Aranea sp4. Ind	3	4	5
			Aranea sp5. Ind	9	7	4
			Aranea sp7. Ind	7	5	9
		Dysderidae	Dysderidae sp. Ind	4	3	1
Insecta	Odonata	Libellulidae	Libellulidae sp. ind	1	0	2
	Mantoptera	Mantidae	<i>Elaea marchali pallida</i>	1	2	0
	Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i> sp.	7	4	0
	Hétéroptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i> sp.	2	3	4
			<i>Corizus</i> sp.	3	0	0
		Lygaeidae	<i>Corizus</i> sp1.	0	1	0
			<i>Geocoris</i> sp.	7	0	5
			<i>Lygaeus militaris</i>	11	7	17
			Pyrrochoridae	<i>Pyrrochoris aegyptus</i>	12	4	0
		Carabeidae	<i>Anthia venator</i>	2	1	0
			<i>Scarites</i> sp.	4	3	1
			<i>Harpalus</i> sp.	4	1	3
		Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Scarabaeidae</i> sp.	2	1	3
	<i>Pentodon</i> sp.			2	0	1
	Nitidulidae		<i>Cybocephalus</i> sp.	3	1	4
	Tenebrionidae		<i>Prionothea</i> sp.	1	1	2
			Tinibrionidae sp. Ind	4	5	3
	Leiodidae		<i>Agathidium</i> sp.	9	7	11
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.	6	4	4
			<i>Tapinoma nigerrimum</i>	11	5	7
<i>Cataglyphis</i> sp.			5	0	7	
<i>Cataglyphis bombycina</i>			4	3	5	

		Fulgoridae	Fulgoridae sp. Ind	2	1	3
		Vespoidea	Vespoidea sp. Ind	5	2	0
	Diptera	Drosophilidae	Drosophilidae sp. Ind	7	0	0
		Tabanidae	Tabanidae sp. Ind	5	0	0
		Hippoboscidae	Hippoboscidae sp. ind	0	2	0
		Cyclorrhapha f. ind	Cyclorrhapha sp. Ind	11	0	17
	Ephéméroptera	Ephemeroptera f. ind	Ephemeroptera sp. Ind	7	5	9
		Ephemeroptera f. ind	Ephemeroptera sp1. Ind	9	6	14
	2	9	23	38	182	108	159

H.B.A. : Hassi ben abdallah.

III.2.2.1.- Abondance relative des individus en fonction des espèces capturées dans les trois palmeraies

L'inventaire de toutes les espèces échantillonnées durant la période d'étude dans le milieu grâce à la méthode de capture directe est rapporté dans le tableau 13 avec ses effectifs et ses abondances relatives en fonction des espèces. Toutes les espèces sont classées selon leur appartenance taxonomique, par classe, ordre, et famille.

Tableau 13 : Effectifs et abondance relative des espèces capturées dans les trois palmeraies grâce à la méthode de capture directe

Classe	Ordre	Famille	Espèce	ITAS		Mékhadma		H.B.A	
				Ni	A%	ni	A%	ni	A%
Arachnida	Aranea	Aranea f. ind	Aranea sp. Ind	7	3,85	0	0,00	4	2,52
			Aranea sp1. Ind	0	0,00	5	4,63	3	1,89
			Aranea sp2. Ind	0	0,00	7	6,48	5	3,14
			Aranea sp3. Ind	5	2,75	8	7,41	6	3,77
			Aranea sp4. Ind	3	1,65	4	3,70	5	3,14
			Aranea sp5. Ind	9	4,95	7	6,48	4	2,52
			Aranea sp7. Ind	7	3,85	5	4,63	9	5,66
		Dysderidae	Dysderidae sp. Ind	4	2,20	3	2,78	1	0,63
Insecta	Odonata	Libellulidae	Libellulidae sp. ind	1	0,55	0	0,00	2	1,26
	Mantoptera	Mantidae	<i>Elaea marchali pallida</i>	1	0,55	2	1,85	0	0,00
	Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i> sp.	7	3,85	4	3,70	0	0,00
	Hétéroptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i> sp.	2	1,10	3	2,78	4	2,52
		Lygaeidae	<i>Corizus</i> sp.	3	1,65	0	0,00	0	0,00
			<i>Corizus</i> sp1.	0	0,00	1	0,93	0	0,00

		<i>Geocoris</i> sp.	7	3,85	0	0,00	5	3,14
		<i>Lygaeus militaris</i>	11	6,04	7	6,48	11	10,69
	Pyrrochoridae	<i>Pyrrochoris aegyptus</i>	12	6,59	4	3,70	0	0,00
Coleoptera	Carabeidae	<i>Anthia venator</i>	2	1,10	1	0,93	3	1,89
		<i>Scarites</i> sp.	2	1,10	0	0,00	1	0,63
	Scarabaeidae	<i>Harpalus</i> sp.	2	1,10	1	0,93	0	0,00
		<i>Scarabaeidae</i> sp.	4	2,20	3	2,78	1	0,63
		<i>Pentodon</i> sp.	4	2,20	1	0,93	3	1,89
	Nitidulidae	<i>Cybocephalus</i> sp.	3	1,65	1	0,93	4	2,52
	Tenebrionidae	<i>Prionothea</i> sp.	1	0,55	1	0,93	2	1,26
		Tinibrionidae sp. Ind	4	2,20	5	4,63	3	1,89
	Leiodidae	<i>Agathidium</i> sp.	9	4,95	7	6,48	11	6,92
Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.	6	3,30	4	3,70	4	2,52
		<i>Tapinoma nigerrimum</i>	11	6,04	5	4,63	7	4,40
		<i>Cataglyphis</i> sp.	4	2,20	3	2,78	5	3,14
		<i>Cataglyphis bombycina</i>	5	2,75	0	0,00	7	4,40
	Fulgoridae	Fulgoridae sp. Ind	2	1,10	1	0,93	3	1,89
	Vespoidea	Vespoidea sp. Ind	5	2,75	2	1,85	0	0,00
Diptera	Drosophilidae	Drosophilidae sp. Ind	7	3,85	0	0,00	0	0,00
	Tabanidae	Tabanidae sp. Ind	5	2,75	0	0,00	0	0,00
	Hippoboscidae	Hippoboscidae sp. ind	0	0,00	2	1,85	0	0,00
	Cyclorrhapha f. ind	Cyclorrhapha sp. Ind	11	6,04	0	0,00	11	10,69
Ephéméroptera	Ephemeroptera f. ind	Ephemeroptera sp. Ind	7	3,85	5	4,63	9	5,66
	Ephemeroptera f. ind	Ephemeroptera sp1. Ind	9	4,95	6	5,56	14	8,81
		Totaux	182	100	108	100	159	100

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **ni** : Effectifs total; **A R %** : Abondance relative.

Dans les trois palmeraies d'étude, nous remarquons les différentes classes d'arthropodes qui réparties en deux classes, parmi les 38 espèces d'arthropodes capturées dans les trois milieux, on compte 34 espèces pour la palmeraie de l' ITAS, appartenant à 2 classes et 8 ordres la classe des Insecta sont le plus dominant parmi eux, cette dernière renferme 29 espèces réparties entre 8 ordres, sont :, ce sont les Coleoptera avec (07 espèces), Hymenoptera Avec (05 espèces), Hétéroptéra avec (05 espèces), et Diptera avec (03 espèces), Ephéméroptéra avec (02 espèces), Mantoptéra, Névroptéra et Odonata Avec Une espèce représentés par une seul espèce chacun. La classe Arachnida est mentionnées par 6 espèces appartenant à l'ordre Aranea, représentés par une seule espèce de la famille des Dysderidae et 5 non déterminée.

Au niveau de la palmeraie Mékhadma, l'inventaire des espèces capturées grâce à la méthode de capture directe est de 29 espèces appartenant à 2 classes et 7 ordres. La classe d'Insecta est le

plus importante. Elle est représentée par 8 ordres, sont : ce sont les Coléoptera avec (07 espèces), Hyménoptera Avec (5 espèces), Hétéroptère avec (04 espèces), Ephéméroptère avec (02 espèces), et Diptera, Mantoptère, et Névroptère Avec Une espèce représentés par une seul espèce chacun. La classe Arachnida est mentionnées par 7 espèces appartenant à l'ordre Aranea, représentés par une seule espèce de la famille des Dysderidae et 6 non déterminée.

Au niveau de la palmeraie Hassi Ben Abdallah, l'inventaire des espèces capturées grâce à la méthode de capture directe est de 28 espèces appartenant à 2 classes et 6 ordres. La classe d'Insecta est le plus importante. Elle est représentée par 7 ordres, sont : ce sont les Coléoptera avec (06 espèces), Hyménoptère avec (05 espèces) et Hétéroptère Avec (03 espèces), Ephéméroptère avec (02 espèces), et Odonata Avec Une espèce représentés par une seul espèce chacun. La classe Arachnida est mentionnées par 8 espèces appartenant à l'ordre Aranea, représentés par une seule espèce de la famille des Dysderidae et 7 non déterminée.

III.2.2.2.- Abondance relative d'arthropode en fonction des ordres dans Les trois palmeraies

Les valeurs de l'abondance relative des espèces d'arthropodes recueillies grâce à la méthode de capture directe entre juin 2007 et juillet 2008 dans les trois stations de palmeraie sont regroupées dans le tableau 14.

Tableau 14: Effectifs et Abondances relatives des individus et des espèces échantillonnés à trois palmeraies grâce à la méthode de capture directe

Ordre	ITAS		Mékhadma		H.B.A	
	ni	A%	ni	A%	ni	A%
Aranea	35	19,23	39	36,11	37	23,27
Odonata	1	0,55	0	0,00	2	1,26
Mantoptère	1	0,55	2	1,85	0	0,00
Nevroptère	7	3,85	4	3,70	0	0,00
Hétéroptère	35	19,23	15	13,89	26	16,35
Coleoptère	31	17,03	20	18,52	28	17,61
Hyménoptère	33	18,13	15	13,89	26	16,35
Diptère	23	12,64	2	1,85	17	10,69
Ephéméroptère	16	8,79	11	10,19	23	14,47
9	182	100,00	108	100,00	159	100,00

H.B.A. : Hassi ben Abdallah., **A R %** : abondance relative; **ni** : effectifs.

Nous avons récolté 182 individus dans la palmeraie de l'ITAS. L'ordre des Hétéroptera et Aranea c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Ils renferment 35 individus avec 19.23 % puis vient l'ordre des Hyménoptères qui a 33 individus avec 18.13 %. Suivie par les Coléoptères 31 individus avec 17,03. Les ordres qui restent présentées avec une proportion faible est inférieure 12.64 % (23 individus). Même la palmeraie de Mékhadma avec 108 individus sont recensés. L'ordre des Aranea c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Il renferme 39 individus avec 36.11 % puis vient l'ordre des Coléoptères qui a 20 individus avec 18.52 %. Suivie par les Hyménoptères et Hétéroptères 15 individus avec 13.89%. Les ordres qui restent présentées avec une proportion faible est inférieure 10.19% (11 individus) ce sont les plus faibles durant la période d'échantillonnage 2007 – 2008. Aussi la palmeraie H.B.A., L'ordre des Aranea c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Il renferme 37 individus avec 23.27 % puis vient l'ordre des Coléoptères qui a 28 individus avec 17.61%. Suivie par les Hétéroptères et Hyménoptères 26 individus avec 16.35 %. Les ordres qui restent présentées avec une proportion faible est inférieure 14.47 % (23 individus) ce sont les plus faibles durant la période d'échantillonnage 2007 – 2008.

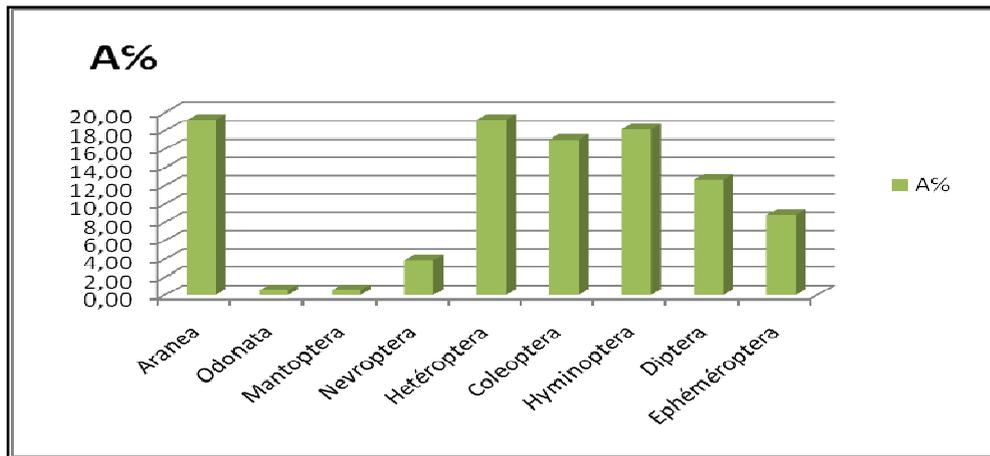


Fig.19- Abondances relatives des espèces en fonction des ordres capturées grâce à la méthode de capture directe dans la palmeraie de l'ITAS

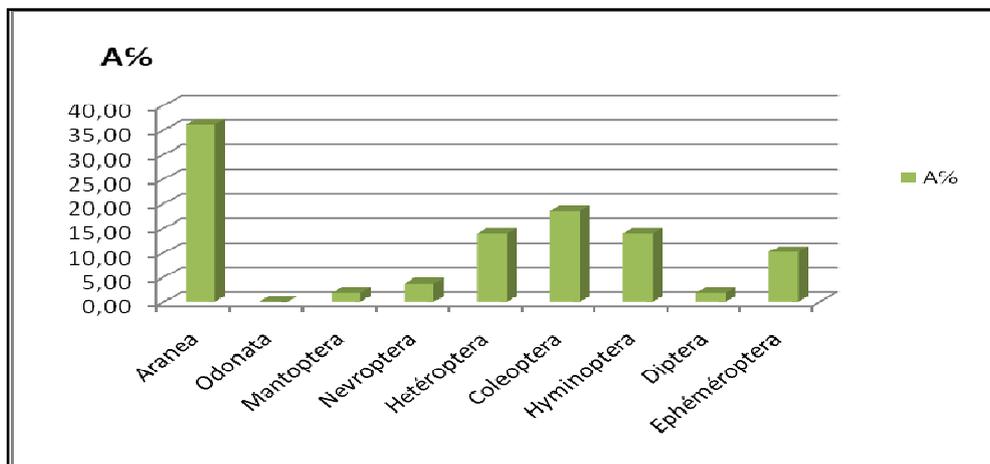


Fig.20- Abondances relatives des espèces en fonction des ordres capturées grâce à la méthode de capture directe dans la palmeraie Mékhadma

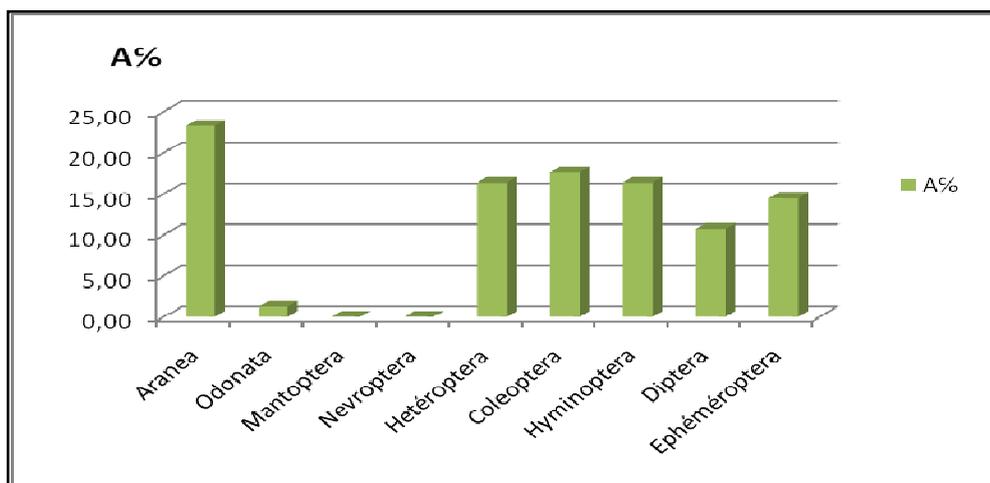


Fig.21- Abondances relatives des espèces en fonction des capturées grâce à la méthode de capture directe dans la palmeraie de Hassi ben Abdallah

III.1.3.- Indices écologiques de composition

L'étude de la composition des arthropodes échantillonnés en espèces signalées est mentionnée grâce à des indices écologiques de composition telle la richesse totale (S), la richesse moyenne (Sm), et la constance.

III.1.3.1.- Richesse totale mensuelle et moyenne dans les trois palmeraies

Les valeurs de la richesse totale (S) mensuelle et de la richesse moyenne (Sm) des arthropodes échantillonnés grâce à la méthode de capture directe dans les trois palmeraies sont enregistrées dans le tableau 15.

Tableau 15 : Richesse totale (S) et moyenne (Sm) en espèces échantillonnés grâce à la méthode de capture directe dans les trois palmeraies

Années	Mois	ITAS			Mekhadma			H,B,A			
		S	Sm	N°	S	Sm	N°	S	Sm	N°	
2007	VI	8	10,25	21	9	10,67	18	9	10,08	14	
	VII	7		14	5		11	5		11	
	VIII	5		11	3		7	7		9	
	IX	7		9	8		5	11		11	
	X	4		13	7		2	13		8	
	XI	8		17	11		7	12		12	
	XII	17		19	13		9	11		11	
	2008	I		11	21		18	7		15	17
		II		14	19		21	14		9	21
		III		16	15		14	11		10	17
		IV		15	12		11	9		12	15
		V		11	11		8	8		7	13
Totaux		34	/	182	29	/	108	28	/	159	

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, N° : le nombre d'arthropodes échantillonnés; S : Richesse totale; Sm : Richesse moyenne.

L'analyse du contenu des 12 relevés, répartis sur 12 mois d'étude correspondant à un relevé par mois. Dans la palmeraie de l'ITAS, la richesse totale est de 36 espèces, les résultats de recensement de chaque mois grâce à la méthode de capture directe varie entre 17 aux mois de Décembre et 4 aux mois d'Octobre. La valeur de la richesse moyenne est de 10.25 espèces. Concernant la palmeraie de Mékhadma permis de noter une richesse totale de 29 espèces durant

l'année 2007 – 2008 correspondant à une richesse moyenne de 10.67 espèces par mois. L'ensemble de des espèces a échantillonnées dans la palmeraie de Hassi Ben Abdallah sont égale 28 espèces, avec une richesse moyenne est de 10.08 espèces par mois.

III.1.3.2.- Constance d'arthropode dans les trois palmeraies

Les données concernant la constance des espèces capturées grâce à la méthode de capture directe dans les trois palmeraies sont portées dans le tableau 16.

Tableau 16 : Constance des espèces capturées grâce à la méthode de capture directe dans les trois palmeraies

Classe	Ordre	Famille	Espèce	ITAS			Mékhadma			H.B.A		
				ni	C%	CAT	ni	C%	CAT	ni	C%	CAT
Arachnida	Aranea	Aranea f. ind	Aranea sp. Ind	7	58,33	Reg	.	.	.	4	33,33	Acce
		Aranea f ind	Aranea sp1. Ind	.	.	.	5	41,67	Acce	3	25,00	Acce
		Aranea f ind	Aranea sp2. Ind	.	.	.	7	58,33	Reg	5	41,67	Acce
		Aranea F, ind	Aranea sp3. Ind	5	41,67	Acce	8	66,67	Reg	6	50,00	Reg
		Aranea F, ind	Aranea sp4. Ind	3	25,00	Acce	4	33,33	Acce	5	41,67	Acce
		Aranea F, ind	Aranea sp5. Ind	9	75,00	Const	7	58,33	Reg	4	33,33	Acce
		Aranea F, ind	Aranea sp7. Ind	7	58,33	Reg	5	41,67	Acce	9	75,00	Const
		Dysderidae	Dysderidae sp. Ind	4	33,33	Acce	3	25,00	Acce	1	8,33	Acci
Insecta	Odonata	Libellulidae	Libellulidae sp. ind	1	8,33	Acci	.	.	.	2	16,67	Acci
	Mantoptera	Mantidae	<i>Elaea marchali pallida</i>	1	8,33	Acci	2	16,67	Acci	.	.	.
	Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla sp.</i>	7	58,33	Reg	4	33,33	Acce	.	.	.
	Hétéroptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris sp.</i>	2	16,67	Acci	3	25,00	Acce	4	33,33	Acce
		Lygaeidae	<i>Corizus sp.</i>	3	25,00	Acce	.	.	.	.	.	.
		Lygaeidae	<i>Corizus sp1.</i>	.	.	.	1	8,33	Acci	.	.	.
		Lygaeidae	<i>Geocoris sp.</i>	7	58,33	Reg	.	.	.	5	41,67	Acce
		Lygaeidae	<i>Lygaeus militaris</i>	11	91,67	Const	7	58,33	Reg	11	91,67	Const
		Pyrrochoridae	<i>Pyrrochoris aegyptus</i>	11	91,67	Const	4	33,33	Acce	.	.	.
	Coleoptera	Carabeidae	<i>Anthia venator</i>	2	16,67	Acci	1	8,33	Acci	3	25,00	Acce
		Scarabeidae	<i>Scarites sp.</i>	2	16,67	Acci	.	.	.	1	8,33	Acci
		Scarabaeidae	<i>Harpalus sp.</i>	2	16,67	Acci	1	8,33	Acci	.	.	.
			<i>Scarabaeidae sp.</i>	4	33,33	Acce	3	25,00	Acce	1	8,33	Acci
			<i>Pentodon sp.</i>	4	33,33	Acce	1	8,33	Acci	3	25,00	Acce
		Nitidulidae	<i>Cybocephalus sp.</i>	3	25,00	Acce	1	8,33	Acci	4	33,33	Acce
Tenebrionidae		<i>Prionotheca sp.</i>	1	8,33	Acci	1	8,33	Acci	2	16,67	Acci	
		<i>Tinibrionidae sp. Ind</i>	4	33,33	Acce	5	41,67	Acce	3	25,00	Acce	
Leiodidae		<i>Agathidium sp.</i>	9	75,00	Const	7	58,33	Reg	11	91,67	Const	

	Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.	6	50,00	Reg	4	33,33	Acce	4	33,33	Acce
			<i>Tapinoma nigerrimum</i>	11	91,67	Const	5	41,67	Acce	7	58,33	Reg
			<i>Cataglyphis</i> sp.	4	33,33	Acce	3	25,00	Acce	5	41,67	Acce
			<i>Cataglyphis bombycina</i>	5	41,67	Acce	.	.	.	7	58,33	Reg
		Fulgoridae	Fulgoridae sp. Ind	2	16,67	Acce	1	8,33	Acci	3	25,00	Acce
	Vespoidea	Vespoidea sp. Ind	5	41,67	Acce	2	16,67	Acci	.	.	.	
	Diptera	Drosophilidae	Drosophilidae sp. Ind	7	58,33	Reg	.	.	.	.	.	.
		Tabanidae	Tabanidae sp. Ind	5	41,67	Acce	.	.	.	.	.	.
		Hippoboscidae	Hippoboscidae sp. Ind	.	.	.	2	16,67	.	.	.	.
		Cyclorrhapha f. ind	Cyclorrhapha sp. Ind	11	91,67	Const	.	.	.	11	91,67	Reg
	Ephéméroptera	Ephemeroptera f. ind	Ephemeroptera sp. Ind	7	58,33	Reg	5	41,67	Acce	9	75,00	Const
		Ephemeroptera f. ind	Ephemeroptera sp1. Ind	9	75,00	Const	6	50,00	Reg	11	91,67	Const

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **Acci** : Accidentelle; **Acce** : Accessoire; **Reg** : Régulière; **Cat** : Catégories; **Pi** : nombre de relevés au niveau desquels l'espèce est présent; **C %** : fréquences d'occurrence

Les espèces qui entre dans la catégorie accidentelles sont au nombre de 07 espèces dans la palmeraie de l'ITAS, dans la catégorie des accessoires sont de nombre 13 espèces, dans la catégorie des Régulières sont de nombre 07 espèces, dans la catégorie des constants sont de nombre 07 espèces. La palmeraie de Mékhadma, les espèces qui entre dans la catégorie des espèces accidentelles sont au nombre de 09 espèces et dans la catégorie des accessoires sont au nombre de 13 espèces, dans la catégorie des Régulières sont au nombre de 06 espèces, dans la catégorie des constants aucune espèces relevé. La palmeraie de Hassi Ben Abdallah, les espèces qui entre dans la catégorie des espèces accidentelles sont au nombre de 05 espèces et dans la catégorie des accessoires sont au nombre de 14 espèces, dans la catégorie des Régulières sont au nombre de 04 espèces, dans la catégorie des constants sont de nombre 5 espèces.

III.3.- Résultats sur la faune arthropodologiques piégée dans les trois palmeraies grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées

En fonction de nos sorties sur les palmeraies, nous avons résulté des arthropodes piégés par la méthode de prélèvement des dattes infestées par la qualité d'échantillonnage, l'abondance relative, les indices écologiques de composition et de structure.

I

II.3.1.- Qualité de l'échantillonnage appliquée dans les trois palmeraies grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage dans les trois palmeraies sont présentées dans le tableau 17.

Tableau 17 : Valeurs de la qualité d'échantillonnage dans les trois palmeraies durant l'année 2007-

2008 grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées

Paramètres	Type de palmeraie		
	ITAS	Mékhadma	H.B.A.
Nombre de relevés (N)	120	120	120
Nombre d'espèces vues une seule fois (a)	28	19	18
Qualité d'échantillonnage (Q)	0.23	0.16	0.15

H.B.A. : Hassi ben abdellah.

Le tableau 6 représente la qualité d'échantillonnage au cours des 12 relevés correspondant à 120 Boite de dattes infestées, a / N dans les trois palmeraies est de 0.23 pour la palmeraie moderne ITAS, la palmeraie traditionnelle de Mékhadma est de 0.16, et 0.15 pour la palmeraie abandonnée de Hassi ben abdallah d'où la qualité d'échantillonnage considérée comme bonne avec précision suffisante, puisque les valeurs obtenues sont rapproche de zéro.

III.3.2. Liste des espèces capturées dans les trois palmeraies grâce au Parapluie japonais

L'inventaire des espèces et des individus capturés grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées dans les stations d'étude sont effectués avec l'abondance relative des individus en fonction des espèces et des classes et des ordres.

Tableau 18 : Liste globale des espèces capturées grâce à la méthode de prélèvement des dattes Infestées des différentes stations :

Classe	Ordre	Famille	Espèce	ITAS	Mékhadma	H.B.A.	
Insecta	Hémiptèra	Lygaeidae	<i>Lygaeus militaris</i>	4	3	7	
		Braconidae	<i>Habrobracon brévicornis</i>	11	0	11	
			<i>brobracon hebetor</i>	11	11	0	
			<i>Phanerotoma Flaviatetatae</i>	11	10	11	
			<i>Phanerotoma sp.</i>	11	0	0	
			<i>Chalcis sp.</i>	7	0	9	
			<i>Chalcidae sp. Ind</i>	0	10	7	
			<i>Trichogramma sp.</i>	3	0	0	
		Ichneumonidae	<i>Ichneumonidae sp. ind</i>	3	5	0	
		Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole sp.</i>	10	10	10
	Lépidoptèra	Pyralidae	<i>Ectomyelois ceratonea</i>	2	3	4	
			<i>Cadra calidella</i>	4	5	0	
			<i>Cadra cautella</i>	7	0	5	
			<i>Cadra figulilella</i>	7	4	0	
			<i>Plodia cautella</i>	0	0	9	
			<i>Plodia interpunctella</i>	8	6	4	
		Tinaeidae	<i>Tinaeidae sp. Ind</i>	9	10	11	
	Coléoptèra	Dermestidae	<i>Dermestidae sp. ind</i>	8	11	7	
		Elateridae	<i>Elateridae sp. Ind</i>	5	0	0	
			<i>Tribolium castaneum</i>	7	11	0	
			<i>Tribolium confusum</i>	6	11	0	
			<i>Tribolium sp.</i>	9	5	8	
		Ténébrionidae	<i>Tinibrionidae sp. ind</i>	3	1	0	
		Cucujidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	7	9	0	
		Leiodidae	<i>Agathidium sp.</i>	6	0	11	
		Diptèra	Drosophilidae	<i>Cyclorrhapha sp. ind</i>	0	0	10
				<i>Cyclorrhapha sp.1 ind</i>	2	0	0
	<i>Cyclorrhapha sp2 ind</i>			0	7	0	
	<i>Nematocera sp ind</i>			0	0	7	
	<i>Trypetidae sp ind</i>			5	0	0	
	<i>Drosophilidae sp ind</i>			9	11	0	
	Diptèra	Drosophilidae	<i>Drosophilidae sp1 ind</i>	7	0	9	
	Blatoptèra	Blatidae	<i>Blatidae sp ind</i>	4	0	1	
2	6	18	33	186	143	141	

H.B.A. : Hassi ben abdellah.

III.3.2.1.- Abondance relative des individus en fonction des espèces capturées dans les trois palmeraies

L'inventaire de toutes les espèces échantillonnées durant la période d'étude dans le milieu grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées est rapporté dans le tableau 19 avec ses effectifs et ses abondances relatives en fonction des espèces. Toutes les espèces sont classées selon leur appartenance taxonomique, par classe, ordre, et famille.

Tableau 19 : Effectifs et abondance relative des espèces capturées dans les trois palmeraies grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	ITAS		Mékhadma		H.B.A.	
				ni	A%	ni	A%	ni	A%
Insecta	Hétéroptèra	Lygaeidae	<i>Lygaeus militaris</i>	4	2,15	3	2,10	7	4,96
	Hyménoptèra	Braconidae	<i>Habrobracon brévicornis</i>	11	5,91	0	0,00	11	7,80
			<i>brobracon hebetor</i>	11	5,91	11	7,69	0	0,00
			<i>Phanerotoma Flaviatestacae</i>	11	5,91	10	6,99	11	7,80
			<i>Phanerotoma</i> sp.	11	5,91	0	0,00	0	0,00
			<i>Chalcis</i> sp.	7	3,76	0	0,00	9	6,38
		Chalcidae	Chalcidae sp. Ind	0	0,00	10	6,99	7	4,96
			Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	3	1,61	0	0,00	0	0,00
		Ichneumonidae	Ichneumonidae sp. Ind	3	1,61	5	3,50	0	0,00
		Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.	10	5,38	10	6,99	10	7,09
		Lépidoptèra	Pyrilidae	<i>Ectomyelois ceratonea</i>	2	1,08	3	2,10	4
	<i>Cadra calidella</i>			4	2,15	5	3,50	0	0,00
	<i>Cadra cautella</i>			7	3,76	0	0,00	5	3,55
	<i>Cadra figulilella</i>			7	3,76	4	2,80	0	0,00
	<i>Plodia cautella</i>			0	0,00	0	0,00	9	6,38
	<i>Plodia interpunctella</i>			8	4,30	6	4,20	4	2,84
	Tinaeidae		Tinaeidae sp. Ind	9	4,84	10	6,99	11	7,80
	Coléoptèra	Dermestidae	Dermestidae sp. Ind	8	4,30	11	7,69	7	4,96
		Elateridae	Elateridae sp. Ind	5	2,69	0	0,00	0	0,00
		Ténébrionidae	<i>Tribolium castaneum</i>	7	3,76	11	7,69	0	0,00
			<i>Tribolium confusum</i>	6	3,23	11	7,69	0	0,00
			<i>Tribolium</i> sp.	9	4,84	5	3,50	8	5,67
			Tinibrionidae sp. Ind	3	1,61	1	0,70	0	0,00
		Cucujidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	7	3,76	9	6,29	0	0,00
		Leiodidae	<i>Agathidium</i> sp.	6	3,23	0	0,00	11	7,80
	Diptèra	Cyclorrhapha sp ind	<i>Cyclorrhapha</i> sp. Ind	0	0,00	0	0,00	10	7,09
			<i>Cyclorrhapha</i> sp1. Ind	2	1,08	0	0,00	0	0,00
			<i>Cyclorrhapha</i> sp2. Ind	0	0,00	7	4,90	0	0,00
		Nematocera sp ind	Nematocera sp. Ind	0	0,00	0	0,00	7	4,96
		Trypetidae	Trypetidae sp. Ind	5	2,69	0	0,00	0	0,00
Drosophilidae		Drosophilidae sp. Ind	9	4,84	11	7,69	0	0,00	
	Drosophilidae sp1. Ind	7	3,76	0	0,00	9	6,38		
Blatoptèra	Blatidae	Blatidae sp. Ind	4	2,15	0	0,00	1	0,71	
				186	100	143	100	141	100

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **ni** : Effectifs total; **A R %** : Abondance relative.

Dans les trois palmeraies d'étude, nous remarquons les différentes classes d'arthropodes qui réparties en deux classes, parmi les 33 espèces d'arthropodes capturées dans les trois milieux, on compte pour la palmeraie de l' ITAS, 28 espèces réparties en 6 ordres ces derniers appartiennent à la classe des Insecta, ce sont les Coleoptera et Hymenoptera avec (08 espèces), Lépidoptera Avec (06 espèces), Diptera avec (04 espèces), Hétéroptera et Blattoptère avec une seule espèce.

Au niveau de la palmeraie Mékhadma, l'inventaire des espèces échantillonnées grâce à le prélèvement de dattes infestées est de 19 espèces appartenant à la classe d'Insecta. Elle est représentée par 6 ordres, sont : ce sont les Coléoptera avec (06 espèces), Hyménoptera et Lépidoptera Avec (5 espèces) Diptera avec (02 espèces), Hétéroptera Avec une espèce.

Au niveau de la palmeraie Hassi Ben Abdallah, l'inventaire des espèces échantillonnées grâce à le prélèvement de dattes infestées est de 18 espèces appartenant à la classe d'Insecta. Elle est représentée par 6 ordres, sont : ce sont les Hyménoptera et Lépidoptera Avec (5 espèces) Coléoptera et Diptera avec (03 espèces), Hétéroptera et Blattoptère Avec Une seule espèce pour chacun.

III.3.2.2.- Abondance relative d'arthropode en fonction des ordres dans Les trois palmeraies

Les valeurs de l'abondance relative des espèces d'arthropodes recueillies grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées entre juin 2007 et juillet 2008 dans les trois stations de palmeraie sont regroupées dans le tableau 20.

Tableau 20 : Effectifs et Abondances relatives des espèces échantillonnées dans trois palmeraies grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées

Classe	Ordre	ITAS		Mékhadma		H.B.A.	
		Ni	A%	Ni	A%	ni	A%
Insecta	Hétéroptera	4	2,15	3	2,10	7	4,96
	Hymenoptera	67	36,02	46	32,17	48	34,04
	Lépidoptera	37	19,89	28	19,58	33	23,40
	Coléoptera	51	27,42	48	33,57	26	18,44
	Diptera	23	12,37	18	12,59	26	18,44
	Blattoptera	4	2,15	0	0,00	1	0,71
1	6	186	100	143	100	141	100

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **A R %** : abondance relative; **ni** : effectifs.

Nous avons récolté 186 individus dans la palmeraie de l'ITAS. L'ordre des Hyménoptères c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Il renferme 67 individus avec 36.02 % puis vient l'ordre des Coléoptères qui a 51 individus avec 27.42 %. Les ordres qui restent présentés avec une proportion faible est inférieure 19.89 % (37 individus).

Même la palmeraie de Mékhadma avec 143 individus sont recensés. L'ordre des Coléoptères c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Il renferme 48 individus avec 33.57% puis vient l'ordre des Hyménoptères qui a 46 individus avec 32.17 %. Suivie par les Lépidoptères 28 individus avec 19.58%. Les ordres qui restent présentés avec une proportion faible est inférieure 12.59 % (18 individus) ce sont les plus faibles durant la période d'échantillonnage.

Aussi la palmeraie Hassi Ben Abdallah, L'ordre des Hyménoptères c'est le plus dominant au cours de la période d'échantillonnage. Il renferme 48 individus avec 34.04 % puis vient l'ordre Lépidoptères 33 individus avec 23.40 %, Suivie par les Coléoptères et Diptères avec 26 individus avec 18.44 %. Les ordres qui restent présentés avec une proportion faible est inférieure 4.96 % (7 individus) ce sont les plus faibles durant la période d'échantillonnage 2007 – 2008.

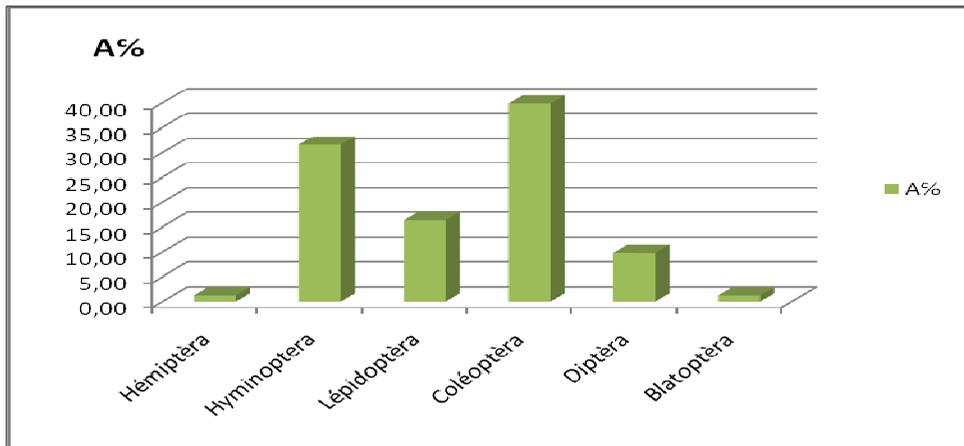


Fig.22-

Abondances relatives des espèces en fonction des ordres capturées grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées dans la palmeraie de l'ITAS

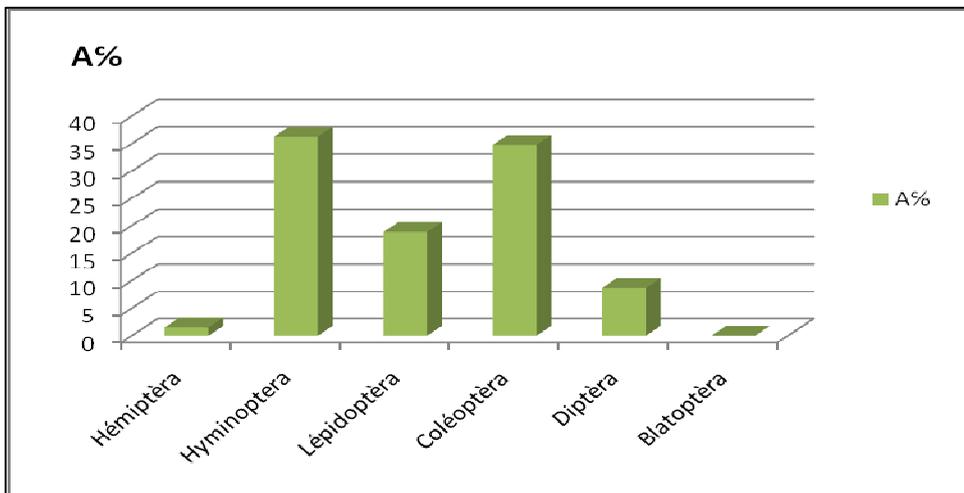


Fig.23- Abondances relatives des espèces en fonction des ordres capturées grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées dans la palmeraie Mékhadma

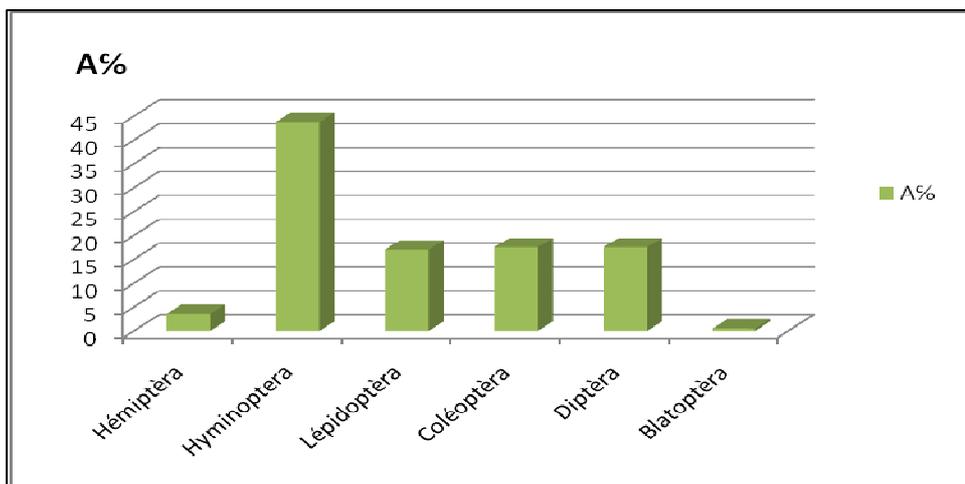


Fig.18- Abondances relatives des espèces en fonction des capturées grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées dans la palmeraie de Hassi ben Abdallah

III.1.3.- Indices écologiques de composition

L'étude de la composition des arthropodes échantillonnés en espèces signalées est mentionnée grâce à des indices écologiques de composition telle la richesse totale (S), la richesse moyenne (Sm), et la constance.

III.1.3.1.- Richesse totale mensuelle et moyenne dans les trois palmeraies

Les valeurs de la richesse totale (S) mensuelle et de la richesse moyenne (Sm) des arthropodes échantillonnés grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées dans les trois palmeraies durant l'année 2007 – 2008 sont enregistrées dans le tableau 9.

Tableau 21 : Richesse totale (S) et moyenne (Sm) dse espèces capturées grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées dans les trois palmeraies

Années	Mois	ITAS			Mekhadma			H,B,A		
		S	Sm	N°	S	Sm	N°	S	Sm	N°
2007	VI	13		31	12		19	11		14
	VII	11		35	17		21	13		16
	VIII	17		39	22		30	16		22
	IX	15		42	16		24	11		15
	X	17		37	11		18	7		11
	XI	13		31	9		14	5		9
	XII	2		14	2		6	2		8
2008	I	1		11	1		3	1		2
	II	3		14	3		13	6		29
	III	5		19	6		25	11		32
	IV	12		25	9		15	14		24
	V	7	9,67	28	14	10,17	19	17	9,50	12
Totaux		28	/	326	19	/	207	18	/	194

H .B.A : Hassi ben Abdallah, **N °** : le nombre d'arthropodes échantillonnés; **S** : Richesse totale; **Sm** : Richesse moyenne.

L'analyse du contenu des 8 relevés, répartis sur 12 mois d'étude correspondant à un relevés par mois. Dans la palmeraie de l'ITAS, la richesse totale est de 28 espèces, les résultats de recensement de chaque mois par la méthode de prélèvement des dattes infestées varie entre 17 aux mois de Octobre et 1 aux mois du janvier. La valeur de la richesse moyenne est de 9.67 espèces. Concernant la palmeraie de Mékhadma permis de noter une richesse totale de 19 espèces durant l'année 2007 – 2008 correspondant à une richesse moyenne de 10.17 espèces par

mois. L'ensemble de des espèces a échantillonnées dans la palmeraie de Hassi Ben Abdallah sont égale 18 espèces, avec une richesse moyenne est de 9.50 espèces par mois.

III.1.3.2.- Constance d'arthropode dans les trois palmeraies

Les données concernant la constance des espèces capturées par la méthode de parapluie japonais dans les trois palmeraies sont portées dans le tableau 22.

Tableau 22 : Constance des espèces capturées par la méthode de parapluie japonais dans les trois palmeraies

Classe	Ordre	Famille	Espèce	ITAS			Mékhadma			H.B.A.				
				ni	C %	CAT	ni	C %	CAT	ni	C %	CAT		
Insecta	Hétéroptère	Lygaeidae	<i>Lygaeus militaris</i>	4	33,33	Acce	3	25,00	Acce	7	58,33	Reg		
		Braconidae	<i>Habrobracon brévicornis</i>	11	91,67	Const	.	.	.	11	91,67	Const		
			<i>brobracon hebetor</i>	11	91,67	Const	11	91,67	Const	.	.	.		
			<i>Phanerotoma Flaviatestacae</i>	11	91,67	Const	10	83,33	Const	11	91,67	Const		
			<i>Phanerotoma sp.</i>	11	91,67	Const	.	.	.	.	.	.
			<i>Chalcis sp.</i>	7	58,33	Reg	.	.	.	9	75,00	Const		
			Chalcidae	Chalcidae sp. ind	0	0,00		10	83,33	Const	7	58,33	Reg	
			Trichogrammatidae	<i>Trichogramma sp.</i>	3	25,00	Acce	
			Ichneumonidae	Ichneumonidae sp. ind	3	25,00	Acce	5	41,67	Acce	.	.	.	
			Hyménoptère	Formicidae	<i>Pheidole sp.</i>	10	83,33	Const	10	83,33	Const	10	83,33	Const
				Pyralidae	<i>Ectomyelois ceratonea</i>	2	16,67	Acci	3	25,00	Acce	4	33,33	Acce
	<i>Cadra calidella</i>	4			33,33	Acce	5	41,67	Acce	.	.	.		
	<i>Cadra cautella</i>	7			58,33	Reg	.	.	.	5	41,67	Acce		
	<i>Cadra figulilella</i>	7			58,33	Reg	4	33,33	Acce	.	.	.		
	<i>Plodia cautella</i>	.			.	.	.	.	.	9	75,00	Const
	<i>Plodia interpunctella</i>	8			66,67	Reg	6	50,00	Const	4	33,33	Acce		
	Lépidoptère	Tinaeidae			Tinaeidae sp. ind	9	75,00	Const	10	83,33	Const	11	91,67	Const
		Dermestidae	Dermestidae sp. ind	8	66,67	Const	11	91,67	Const	7	58,33	Reg		
			Elateridae	Elateridae sp. ind	5	41,67	Acce	
				<i>Tribolium castaneum</i>	7	58,33	Reg	11	91,67	Const	.	.	.	
			<i>Tribolium confusum</i>	6	50,00	Reg	11	91,67	Const	.	.	.		
			<i>Tribolium sp.</i>	9	75,00	Const	5	41,67	Acce	8	66,67	Reg		
			Ténébrionidae	Tinibrionidae sp. ind	3	25,00	Acce	1	8,33	Acci	.	.	.	
			Cucujidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	7	58,33	Reg	9	75,00	Reg	.	.	.	
			Coléoptère	Leiodidae	<i>Agathidium sp.</i>	6	50,00	Reg	.	.	.	11	91,67	Const
		Cyclorrhapha sp ind	Cyclorrhapha sp. ind	.	.	.	.	.	.	10	83,33	Const
			Cyclorrhapha sp1. ind	2	16,67	Acci	.	.	.	.	.	.

		Cyclorrhapha sp2. ind	.	.	.	7	58,33	Reg	.	.	.
	Nematocera sp ind	Nematocera sp. ind	.	.	.	.	.	.	7	58,33	Reg
	Trypetidae	Trypetidae sp. ind	5	41,67	Acce	.	.	.	.	.	.
	Drosophilidae	Drosophilidae sp. ind	9	75,00	Const	11	91,67	Const	.	.	.
		Drosophilidae sp1. ind	7	58,33	Reg	.	.	.	9	75,00	Const
Blatoptèra	Blatidae	Blatidae sp. ind	4	33,33	Acce	.	.	.	1	8,33	Acci

H.B.A. : Hassi ben Abdallah, **Acci** : Accidentelle; **Acce** : Accessoire; **Reg** : Régulière; **Cat** : Catégories; **Pi** : nombre de relevés au niveau desquels l'espèce est présent; **C %** : fréquences d'occurrence

Une seule espèce dans la catégorie accidentelle sont dans la palmeraie de l'ITAS, dans la catégorie des accessoires sont de nombre 08 espèces, dans la catégorie des Régulières sont de nombre 08 espèces, dans la catégorie des constants sont de nombre 09 espèces. Dans La palmeraie de Mékhadma on trouve une seule espèce dans la catégorie accidentelles et dans la catégorie des accessoires sont au nombre de 06 espèces, dans la catégorie des Régulières sont au nombre de 3 espèces, dans la catégorie des constants sont de nombre 10 espèces, La palmeraie de Hassi Ben Abdallah, Une seule espèce dans la catégorie accidentelles et dans la catégorie des accessoires sont au nombre de 3 espèces, dans la catégorie des Régulière sont au nombre de 6 espèces, dans la catégorie des constants sont de nombre 9 espèces,

Chapitre IV.1.– Discussions portant sur les arthropodes échantillonnés dans les trois types de palmeraie grâce aux parapluie japonais, capture directe, prélèvement des dattes infestées.

La présente partie concerne les résultats discutés sur les disponibilités d'arthropodes mises en évidence à l'aide du parapluie japonais, capture directe, prélèvement des dattes infestées. Il est à rappeler que les paramètres utilisés pour l'exploitation des résultats sont la qualité d'échantillonnage, les indices écologiques de composition et de structure.

4.1. – Discussion sur les espèces d'arthropodes capturée grâce à la méthode du parapluie japonais dans Trois types de palmeraie

L'inventaire réalisé dans les trois types de palmeraie de I.T.A.S, Mekhadma, Hassi Ben abdallah sur 58 espèces, réparties en 2 classes, 10 ordres et 54 familles. Ces espèces d'arthropodes sont récoltées dans une palmeraie moderne de I.T.A.S (35 espèces), palmeraie traditionnelle Mekhadma (31 espèces) et dans palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah (29 espèces). Dans la palmeraie ITAS 35 espèces sont mentionnées et appartiennent à 2 classes, 9 ordres, et 19 familles. Même aussi dans la palmeraie de Mékhadma, le nombre des espèces notées est de 31, appartenant à 2 classes, 9 ordres, et 20 familles. En revanche la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah, renferme le plus faible nombre d'effectif, soit avec 2 classes, 8 ordres, 18 familles et 29 espèces (Tab. 5). Au sein de ces résultats, on observe que dans les trois palmeraies (moderne, traditionnelle, et abandonnée) une convergence entre les résultats dans les trois modèles : espèces, ordres, et familles, car les trois milieux est phénicicoles. Nos résultats se différent à ceux mentionné par CHENNOUF (2008), au niveau de la périmètre de Hassi Ben Abdallah 72 espèces, réparties entre 3 classes, 13 ordres et 47 familles, BOUKTIR (1999), au niveau du même périmètre de Hassi Ben Abdallah. En effet cet auteur, dans un milieu Phœnicicole a récoltée uniquement 18 espèces, dont 17 espèces appartiennent à la classe des Insecta et une seule appartenant à la classe des Arachnida. Au sein des Insecta, le même auteur note la présence des Dermaptera, des Homoptera, des Coleoptera, des Hymenoptera et des Lepidoptera. Dans la même région d'Ouargla. BEKKARI et BENZAOUÏ (1991) ont récoltés 137 espèces d'invertébrés dans la station de Mekhadma et l'Institut Technique d'Agronomie Saharienne (I.T.A.S). L'ordre des Coleoptera, ajoutent les mêmes auteurs interviennent le plus souvent. Nos

résultats se rapprochent à ceux retrouvés par REMINI (1997). Cet auteur dans la palmeraie organisée de Ben Noui (Biskra,) a récolté 280 espèces réparties 3 classes telles que les Arachnida, Crustacea et les Insecta qui renferment la majorité des espèces (273) répartie entre 15 ordres. Par contre dans une étude faunistique dans trois régions du M'Zab, KADI et KORICHI (1993), ont mentionné l'existence de 193 espèces d'invertébrés répartie en 3 classes, celles des Arachnida, des Gastropoda et celles des Insecta qui représentent 86,0 % de l'ensemble des espèces d'invertébrés. Egalement, DJAAKAM et KEBIZI (1993) dans les palmeraies des régions Sud-Ouest de l'Algérie (Timimoun, Adrar et Beni –Abbés) ont capturé 242 espèces d'invertébrés appartenant à trois classes comme les Gastropoda, les Arachnida et les Insecta qui dominent avec 85,1 %. AGAOUD (2000) ayant travaillé dans trois milieux agricoles dans la région de Djanet en utilisant les méthodes des pots Barber, le filet fauchoire, et les assiettes jaunes a échantillonné 118 espèces réparties entre 3 classes d'arthropodes dont celle des Insecta est la plus importante avec 107 espèces (12 ordres), suivie par la classe des Arachnida (2 ordres), et celle des Crustacea (1 ordre). En utilisant la technique des pièges-trappes dans la région de Filiach à Biskra, SOUTTOU et *al.* (2006) dans la palmeraie de l'oued Sidi Zarzour, ont capturés 70 espèces d'arthropodes, qui se repartissent entre 3 classes. Celles des Insecta est la mieux représentés avec 8 ordres, 36 familles et 69 espèces. De même DEGACHI (1992) cite 57 espèces dans les palmeraies d'El Oued.

4.1.1. – Qualité d'échantillonnage

L'étude des résultats des arthropodes dans le chapitre précédent, a montré que le rapport a / N dans la palmeraie moderne de I.T.A.S est de 0,29 ; il diminue au niveau de la palmeraie traditionnelle Mékhadma 0,26 et il atteint 0,24 dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah. Il faut affirmer que le rapport a/N est assez bon dans les 3 types de palmeraie, ce qui indique que l'effort d'échantillonnage est insuffisant. Nos résultats sont comparable de ceux de CHENNOUF (2008), qui a noté dans le périmètre de Hassi Ben Abdallah un rapport a / N a égal à 0,4 au niveau de plantation phoenicicole.

4.1.2. – Résultats exploités par des indices écologiques de composition

Les indices écologiques de compositions employées sont la richesse totale et moyenne, les fréquences centésimales des espèces échantillonnées.

4.1.2.1. – Discussion sur la richesse totale et moyenne des espèces

d'arthropodes piégés grâce à la parapluie japonais dans Trois types de palmeraie

A l'aide du parapluie japonais 35 espèces sont mentionnée dans la palmeraie moderne de I.T.A.S, 31 espèces dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma et 29 espèces dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah. Cependant, il existe une convergence entre les résultats dans les trois types de palmeraie. Nos résultats sont comparables à ceux signalés par CHENNOUF (2008), trouvée que la richesse totale est égale 72 espèces. SOUTTOU *et al.* (2006) dans un milieu Phoenicicole près de Filiach à Biskra. Ces auteurs ont noté la présence de 70 espèces d'invertébrés. On ce qui concerne la richesse moyenne (Sm) à les trois de palmeraie elle est égale à l'I.T.A.S 10,91 espèces et à peine de 10,33 espèces dans Mékhadma et de 9,08 à Hassi Ben Abdallah par relevé. En revanche, CHENNOUF (2008) trouve la richesse moyenne (Sm) à Hassi Ben Abdallah elle est égale 1 espèce par relevé sous les palmiers dattier.

4.1.2.2. – Discussion sur les fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturé par le parapluie japonais

Parmi nos résultats l'ordre des Coléoptera qui dominant nettement dans les trois types de palmeraie, dans la palmeraie de l'I.T.A.S (35,48 %), de Mékhadma (30,12) et à Hassi Ben Abdallah (33,2 %), dont la famille de Coccinellidae la plus dominante parmi ce dernier. Au sein, de cette famille les espèces les plus représentatives sont *Pharoscygnus ovoideus* (9.07 %), *Pharoscygnus numidicus* (5.81%) et la famille Nitidulidae l'espèces la plus représentative est *Stethorus punctillum*. Les résultats GOURREAU (1974), SAHRAOUI (1988), concernent les coccinelles entomophages et aussi FAUVEL (1974 et 1989), Il s'agit des especes importantS sont les coccinelles :

Stethorus punctillum, *Pharoscymnus numidicus* et *Pharoscymnus ovoideus*. BEKKARI et BENZAOUI (1991) en utilisant les pots Barber remarquent que les Coléoptères sont mieux représentés avec un taux de 30,3 % dans la région d'Ouargla.

4.1.3. – Indices écologiques de structures appliqués aux espèces capturées grâce au parapluie japonais

Les discussions qui concernent l'indice de la diversité de Shannon – Weaver et l'équitabilité dans les points qui suivent.

4.1.3.1. – L'indice de la diversité de Shannon-Weaver et l'équitabilité

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver enregistrée dans les trois types de palmeraie, 5.1, et dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma est égale 5.0 bits et dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah 4.8 bits.

On ce qui concerne, l'équitabilité prend les valeurs suivantes 0,94 dans la palmeraie moderne de I.T.A.S, 0.92 dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma et 0,93 dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah.

4.2. – Discussion sur les espèces d'arthropodes piégées grâce la capture directe dans les trois types de palmeraie

Les résultats sur les arthropodes piégés grâce au capture directe sont discutés. Il est à rappeler que les paramètres utilisés pour l'exploitation des résultats sont la qualité d'échantillonnage, des indices écologiques de composition.

4.2.1. – Qualité de l'échantillonnage

L'étude des résultats des arthropodes dans le chapitre précédent, a montré que le rapport a/N dans la palmeraie moderne de I.T.A.S est de 0,29 ; il diminue au niveau de la palmeraie traditionnelle Mékhadma 0,24 et il atteint 0,24 dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah. Il faut affirmer que le rapport a/N est assez bon dans les

3 types de palmeraie, ce qui indique que l'effort d'échantillonnage est insuffisant. Nos résultats sont comparable de ceux de CHENNOUF (2008), dans la périmètre de Hassi ben Abdelah que le rapport de a/N dans la plantation phœnicicole est de (0,11).

4.2.2. – Discussions des résultats exploités par des indices écologiques de composition

Les discussions portent sur les indices écologiques de composition comme les richesses totale et moyenne, les fréquences centésimales appliquées aux espèces capturées a la capture directe.

4.2.2.1. – Richesse totale et moyenne des espèces d'arthropodes dans les les trois types de palmeraie

Au sein, de 38 espèces mentionnées dans les trois types de palmeraie, 34 espèces dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, 29 espèces dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma et 28 espèces dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah sont capturées directe. Au niveau de la palmeraie traditionnelle, la richesse totale est grande soit avec 10.67 espèces, mais dans la palmeraie la moderne avec 10.25 et palmeraie abandonnée avec 10.08, la richesse totale est faible par rapport a la palmeraies de Mekhadma. Nos valeurs sont incomparable a celle trouvées par CHENNOUF (2008), qui ont trouves 18 espèces dans la plantation phœnicicole.

4.2.2.2. – Fréquences centésimales

Dans le présent inventaire, nous avons notée 38 espèces, appartenant a deux classe. 34 espèces trouvées dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S et 29 espèces capturées dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma, et 28 espèces dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah. Parmi des Arthropodes capturés, l'ordre le plus dominant dans la palmeraie de l'I.T.A.S est celui des Aranea et Hétéroptera avec 19.23 %, de même dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma, nous avons mentionné pour l'ordre des Aranea 36.11 %. Aussi dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah l'ordre le plus dominant est Aranea 23.27 %. Par contre, d'après CHENNOUF (2008), l'ordre le plus dominant c'est Coleoptera avec 52,3 %. Suivi par celui des Lepidoptera (26,15 %). Au sein des coléoptères, *Adonia variegata* est une coccinelle qui est la plus

représentée sous les palmiers dattiers (49 %). D'après YOUMBAI (1994), les Arachnides pourraient être des prédateurs du boufaroua ou d'autres Arthropodes. Ils peuvent également être des ravageurs des dattes ou seulement utilisent le palmier dattier comme refuge.

4.3. – Discussion sur les espèces d'arthropodes piégées grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées

Les résultats sur les arthropodes capturés grâce au prélèvement des dattes infestées sont discutés. Il est à rappeler que les paramètres utilisés pour l'exploitation des résultats sont la qualité d'échantillonnage, des indices écologiques de composition.

4.3.1. – Qualité de l'échantillonnage

Le rapport a/N parmi l'échantillonnage fait par l'utilisation de la méthode de prélèvement des dattes infestées dans les trois types de palmeraie prend les valeurs suivantes, dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, 0.23 et de 0.16 pour palmeraie traditionnelle Mékhadma et 0.15 pour la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah.

4.3.2. – Discussions des résultats exploités par des indices écologiques de composition

Les discussions portent sur les indices écologiques de composition comme les richesses totale et moyenne, les fréquences centésimales appliquées aux espèces capturées grâce au prélèvement des dattes infestées.

4.1.2.1. – Richesse totale et moyenne des espèces d'arthropodes dans les les trois types de palmeraie

L'utilisation de la méthode de prélèvement des dattes infestées on compte 28 espèce dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, et 19 espèce dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma et 18 espèce dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah.

On ce qui concerne la richesse moyenne (Sm) dans les trois palmeraies sont égale à 9,67 dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, et 10,17 dans palmeraie traditionnelle Mékhadma et 9,50 dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah.

4.1.2.2. – Fréquences centésimales.

Dans le présent travail, nous avons mentionnée 33 espèces, appartenant à 6 ordres et 18 familles. 28 espèce dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, et 19 espèce dans palmeraie traditionnelle Mékhadma et 18 espèces dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah. L'ordre le plus dominant dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S c'est l'ordre des Coléoptèra avec 39,87%, dont les espèces les plus dominantes sont ; *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum* et *Oryzaephilus surinamensis*. Et dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma Les ordres les plus dominants sont ; Hyménoptera avec 36,23% et Coléoptèra 34,79%, dont les espèces Hyménoptères les plus dominantes sont ; *Phanerotoma Flaviatetatae* et *brobracon hebetor*, et dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah l'ordre le plus dominant c'est l'ordre des Hyménoptères les plus dominantes sont ; *Habrobracon brévicornis* et *Phanerotoma Flaviatetatae* et *Chalcis sp.* D'après DOUMANDJI-MITICHE (1983) Les principaux parasites de la pyrale des dattes *Ecotomyelois ceratoniae* sont *Phanerotoma flavistestacea*, *Habrobrcon hebetor* et *Trichogramma embryophagum*.

Chapitre IV.1.– Discussions portant sur les arthropodes échantillonnés dans les trois types de palmeraie grâce aux parapluie japonais, capture directe, prélèvement des dattes infestées.

La présente partie concerne les résultats discutés sur les disponibilités d'arthropodes mises en évidence à l'aide du parapluie japonais, capture directe, prélèvement des dattes infestées. Il est à rappeler que les paramètres utilisés pour l'exploitation des résultats sont la qualité d'échantillonnage, les indices écologiques de composition et de structure.

4.1. – Discussion sur les espèces d'arthropodes capturée grâce à la méthode du parapluie japonais dans Trois types de palmeraie

L'inventaire réalisé dans les trois types de palmeraie de I.T.A.S, Mekhadma, Hassi Ben abdallah sur 58 espèces, réparties en 2 classes, 10 ordres et 54 familles. Ces espèces d'arthropodes sont récoltées dans une palmeraie moderne de I.T.A.S (35 espèces), palmeraie traditionnelle Mekhadma (31 espèces) et dans palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah (29 espèces). Dans la palmeraie ITAS 35 espèces sont mentionnées et appartiennent à 2 classes, 9 ordres, et 19 familles. Même aussi dans la palmeraie de Mékhadma, le nombre des espèces notées est de 31, appartenant à 2 classes, 9 ordres, et 20 familles. En revanche la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah, renferme le plus faible nombre d'effectif, soit avec 2 classes, 8 ordres, 18 familles et 29 espèces (Tab. 5). Au sein de ces résultats, on observe que dans les trois palmeraies (moderne, traditionnelle, et abandonnée) une convergence entre les résultats dans les trois modèles : espèces, ordres, et familles, car les trois milieux est phénicicoles. Nos résultats se différent à ceux mentionné par CHENNOUF (2008), au niveau de la périmètre de Hassi Ben Abdallah 72 espèces, réparties entre 3 classes, 13 ordres et 47 familles, BOUKTIR (1999), au niveau du même périmètre de Hassi Ben Abdallah. En effet cet auteur, dans un milieu Phœnicicole a récoltée uniquement 18 espèces, dont 17 espèces appartiennent à la classe des Insecta et une seule appartenant à la classe des Arachnida. Au sein des Insecta, le même auteur note la présence des Dermaptera, des Homoptera, des Coleoptera, des Hymenoptera et des Lepidoptera. Dans la même région d'Ouargla. BEKKARI et BENZAOUÏ (1991) ont récoltés 137 espèces d'invertébrés dans la station de Mekhadma et l'Institut Technique d'Agronomie Saharienne (I.T.A.S). L'ordre des Coleoptera, ajoutent les mêmes auteurs interviennent le plus souvent. Nos

résultats se rapprochent à ceux retrouvés par REMINI (1997). Cet auteur dans la palmeraie organisée de Ben Noui (Biskra,) a récolté 280 espèces réparties 3 classes telles que les Arachnida, Crustacea et les Insecta qui renferment la majorité des espèces (273) répartie entre 15 ordres. Par contre dans une étude faunistique dans trois régions du M'Zab, KADI et KORICHI (1993), ont mentionné l'existence de 193 espèces d'invertébrés répartie en 3 classes, celles des Arachnida, des Gastropoda et celles des Insecta qui représentent 86,0 % de l'ensemble des espèces d'invertébrés. Egalement, DJAAKAM et KEBIZI (1993) dans les palmeraies des régions Sud-Ouest de l'Algérie (Timimoun, Adrar et Beni –Abbés) ont capturé 242 espèces d'invertébrés appartenant à trois classes comme les Gastropoda, les Arachnida et les Insecta qui dominent avec 85,1 %. AGAOUD (2000) ayant travaillé dans trois milieux agricoles dans la région de Djanet en utilisant les méthodes des pots Barber, le filet fauchoire, et les assiettes jaunes a échantillonné 118 espèces réparties entre 3 classes d'arthropodes dont celle des Insecta est la plus importante avec 107 espèces (12 ordres), suivie par la classe des Arachnida (2 ordres), et celle des Crustacea (1 ordre). En utilisant la technique des pièges-trappes dans la région de Filiach à Biskra, SOUTTOU et *al.* (2006) dans la palmeraie de l'oued Sidi Zarzour, ont capturés 70 espèces d'arthropodes, qui se repartissent entre 3 classes. Celles des Insecta est la mieux représentés avec 8 ordres, 36 familles et 69 espèces. De même DEGACHI (1992) cite 57 espèces dans les palmeraies d'El Oued.

4.1.1. – Qualité d'échantillonnage

L'étude des résultats des arthropodes dans le chapitre précédent, a montré que le rapport a / N dans la palmeraie moderne de I.T.A.S est de 0,29 ; il diminue au niveau de la palmeraie traditionnelle Mékhadma 0,26 et il atteint 0,24 dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah. Il faut affirmer que le rapport a/N est assez bon dans les 3 types de palmeraie, ce qui indique que l'effort d'échantillonnage est insuffisant. Nos résultats sont comparable de ceux de CHENNOUF (2008), qui a noté dans le périmètre de Hassi Ben Abdallah un rapport a / N a égal à 0,4 au niveau de plantation phoenicicole.

4.1.2. – Résultats exploités par des indices écologiques de composition

Les indices écologiques de compositions employées sont la richesse totale et moyenne, les fréquences centésimales des espèces échantillonnées.

4.1.2.1. – Discussion sur la richesse totale et moyenne des espèces

d'arthropodes piégés grâce à la parapluie japonais dans Trois types de palmeraie

A l'aide du parapluie japonais 35 espèces sont mentionnées dans la palmeraie moderne de I.T.A.S, 31 espèces dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma et 29 espèces dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah. Cependant, il existe une convergence entre les résultats dans les trois types de palmeraie. Nos résultats sont comparables à ceux signalés par CHENNOUF (2008), trouvée que la richesse totale est égale 72 espèces. SOUTTOU *et al.* (2006) dans un milieu Phoenicicole près de Filiach à Biskra. Ces auteurs ont noté la présence de 70 espèces d'invertébrés. On ce qui concerne la richesse moyenne (Sm) à les trois de palmeraie elle est égale à l'I.T.A.S 10,91 espèces et à peine de 10,33 espèces dans Mékhadma et de 9,08 à Hassi Ben Abdallah par relevé. En revanche, CHENNOUF (2008) trouve la richesse moyenne (Sm) à Hassi Ben Abdallah elle est égale 1 espèce par relevé sous les palmiers dattier.

4.1.2.2. – Discussion sur les fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par le parapluie japonais

Parmi nos résultats l'ordre des Coléoptera qui dominant nettement dans les trois types de palmeraie, dans la palmeraie de l'I.T.A.S (35,48 %), de Mékhadma (30,12) et à Hassi Ben Abdallah (33,2 %), dont la famille de Coccinellidae la plus dominante parmi ce dernier. Au sein, de cette famille les espèces les plus représentatives sont *Pharoscygnus ovoideus* (9,07 %), *Pharoscygnus numidicus* (5,81%) et la famille Nitidulidae l'espèce la plus représentative est *Stethorus punctillum*. Les résultats GOURREAU (1974), SAHRAOUI (1988), concernent les coccinelles entomophages et aussi FAUVEL (1974 et 1989), Il s'agit des espèces importantes sont les coccinelles :

Stethorus punctillum, *Pharoscymnus numidicus* et *Pharoscymnus ovoideus*. BEKKARI et BENZAOUI (1991) en utilisant les pots Barber remarquent que les Coléoptères sont mieux représentés avec un taux de 30,3 % dans la région d'Ouargla.

4.1.3. – Indices écologiques de structures appliqués aux espèces capturées grâce au parapluie japonais

Les discussions qui concernent l'indice de la diversité de Shannon – Weaver et l'équitabilité dans les points qui suivent.

4.1.3.1. – L'indice de la diversité de Shannon-Weaver et l'équitabilité

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver enregistrée dans les trois types de palmeraie, 5.1, et dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma est égale 5.0 bits et dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah 4.8 bits.

On ce qui concerne, l'équitabilité prend les valeurs suivantes 0,94 dans la palmeraie moderne de I.T.A.S, 0.92 dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma et 0,93 dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah.

4.2. – Discussion sur les espèces d'arthropodes piégées grâce la capture directe dans les trois types de palmeraie

Les résultats sur les arthropodes piégés grâce au capture directe sont discutés. Il est à rappeler que les paramètres utilisés pour l'exploitation des résultats sont la qualité d'échantillonnage, des indices écologiques de composition.

4.2.1. – Qualité de l'échantillonnage

L'étude des résultats des arthropodes dans le chapitre précédent, a montré que le rapport a/N dans la palmeraie moderne de I.T.A.S est de 0,29 ; il diminue au niveau de la palmeraie traditionnelle Mékhadma 0,24 et il atteint 0,24 dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah. Il faut affirmer que le rapport a/N est assez bon dans les

3 types de palmeraie, ce qui indique que l'effort d'échantillonnage est insuffisant. Nos résultats sont comparable de ceux de CHENNOUF (2008), dans la périmètre de Hassi ben Abdelah que le rapport de a/N dans la plantation phœnicicole est de (0,11).

4.2.2. – Discussions des résultats exploités par des indices écologiques de composition

Les discussions portent sur les indices écologiques de composition comme les richesses totale et moyenne, les fréquences centésimales appliquées aux espèces capturées a la capture directe.

4.2.2.1. – Richesse totale et moyenne des espèces d'arthropodes dans les les trois types de palmeraie

Au sein, de 38 espèces mentionnées dans les trois types de palmeraie, 34 espèces dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, 29 espèces dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma et 28 espèces dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah sont capturées directe. Au niveau de la palmeraie traditionnelle, la richesse totale est grande soit avec 10.67 espèces, mais dans la palmeraie la moderne avec 10.25 et palmeraie abandonnée avec 10.08, la richesse totale est faible par rapport a la palmeraies de Mekhadma. Nos valeurs sont incomparable a celle trouvées par CHENNOUF (2008), qui ont trouves 18 espèces dans la plantation phœnicicole.

4.2.2.2. – Fréquences centésimales

Dans le présent inventaire, nous avons notée 38 espèces, appartenant a deux classe. 34 espèces trouvées dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S et 29 espèces capturées dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma, et 28 espèces dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah. Parmi des Arthropodes capturés, l'ordre le plus dominant dans la palmeraie de l'I.T.A.S est celui des Aranea et Hétéroptera avec 19.23 %, de même dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma, nous avons mentionné pour l'ordre des Aranea 36.11 %. Aussi dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah l'ordre le plus dominant est Aranea 23.27 %. Par contre, d'après CHENNOUF (2008), l'ordre le plus dominant c'est Coleoptera avec 52,3 %. Suivi par celui des Lepidoptera (26,15 %). Au sein des coléoptères, *Adonia variegata* est une coccinelle qui est la plus

représentée sous les palmiers dattiers (49 %). D'après YOUMBAI (1994), les Arachnides pourraient être des prédateurs du boufaroua ou d'autres Arthropodes. Ils peuvent également être des ravageurs des dattes ou seulement utilisent le palmier dattier comme refuge.

4.3. – Discussion sur les espèces d'arthropodes piégées grâce à la méthode de prélèvement des dattes infestées

Les résultats sur les arthropodes capturés grâce au prélèvement des dattes infestées sont discutés. Il est à rappeler que les paramètres utilisés pour l'exploitation des résultats sont la qualité d'échantillonnage, des indices écologiques de composition.

4.3.1. – Qualité de l'échantillonnage

Le rapport a/N parmi l'échantillonnage fait par l'utilisation de la méthode de prélèvement des dattes infestées dans les trois types de palmeraie prend les valeurs suivantes, dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, 0.23 et de 0.16 pour palmeraie traditionnelle Mékhadma et 0.15 pour la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah.

4.3.2. – Discussions des résultats exploités par des indices écologiques de composition

Les discussions portent sur les indices écologiques de composition comme les richesses totale et moyenne, les fréquences centésimales appliquées aux espèces capturées grâce au prélèvement des dattes infestées.

4.1.2.1. – Richesse totale et moyenne des espèces d'arthropodes dans les les trois types de palmeraie

L'utilisation de la méthode de prélèvement des dattes infestées on compte 28 espèce dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, et 19 espèce dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma et 18 espèce dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah.

On ce qui concerne la richesse moyenne (Sm) dans les trois palmeraies sont égale à 9,67 dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, et 10,17 dans palmeraie traditionnelle Mékhadma et 9,50 dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah.

4.1.2.2. – Fréquences centésimales.

Dans le présent travail, nous avons mentionnée 33 espèces, appartenant à 6 ordres et 18 familles. 28 espèce dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S, et 19 espèce dans palmeraie traditionnelle Mékhadma et 18 espèces dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah. L'ordre le plus dominant dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S c'est l'ordre des Coléoptera avec 39,87%, dont les espèces les plus dominantes sont ; *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum* et *Oryzaephilus surinamensis*. Et dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma Les ordres les plus dominants sont ; Hyménoptera avec 36,23% et Coléoptera 34,79%, dont les espèces Hyménoptères les plus dominantes sont ; *Phanerotoma Flaviatetatae* et *brobracon hebetor*, et dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah l'ordre le plus dominant c'est l'ordre des Hyménoptères les plus dominantes sont ; *Habrobracon brévicornis* et *Phanerotoma Flaviatetatae* et *Chalcis sp.* D'après DOUMANDJI-MITICHE (1983) Les principaux parasites de la pyrale des dattes *Ecotomyelois ceratoniae* sont *Phanerotoma flavistestacea*, *Habrobrcon hebetor* et *Trichogramma embryophagum*.

Chapitre I – Présentation de la région d'Ouargla

Plusieurs aspects concernant la région d'Ouargla sont abordés dans ce chapitre. Après les caractéristiques géographiques, les sols sont abordés, puis les facteurs climatiques, floristiques et enfin faunistiques.

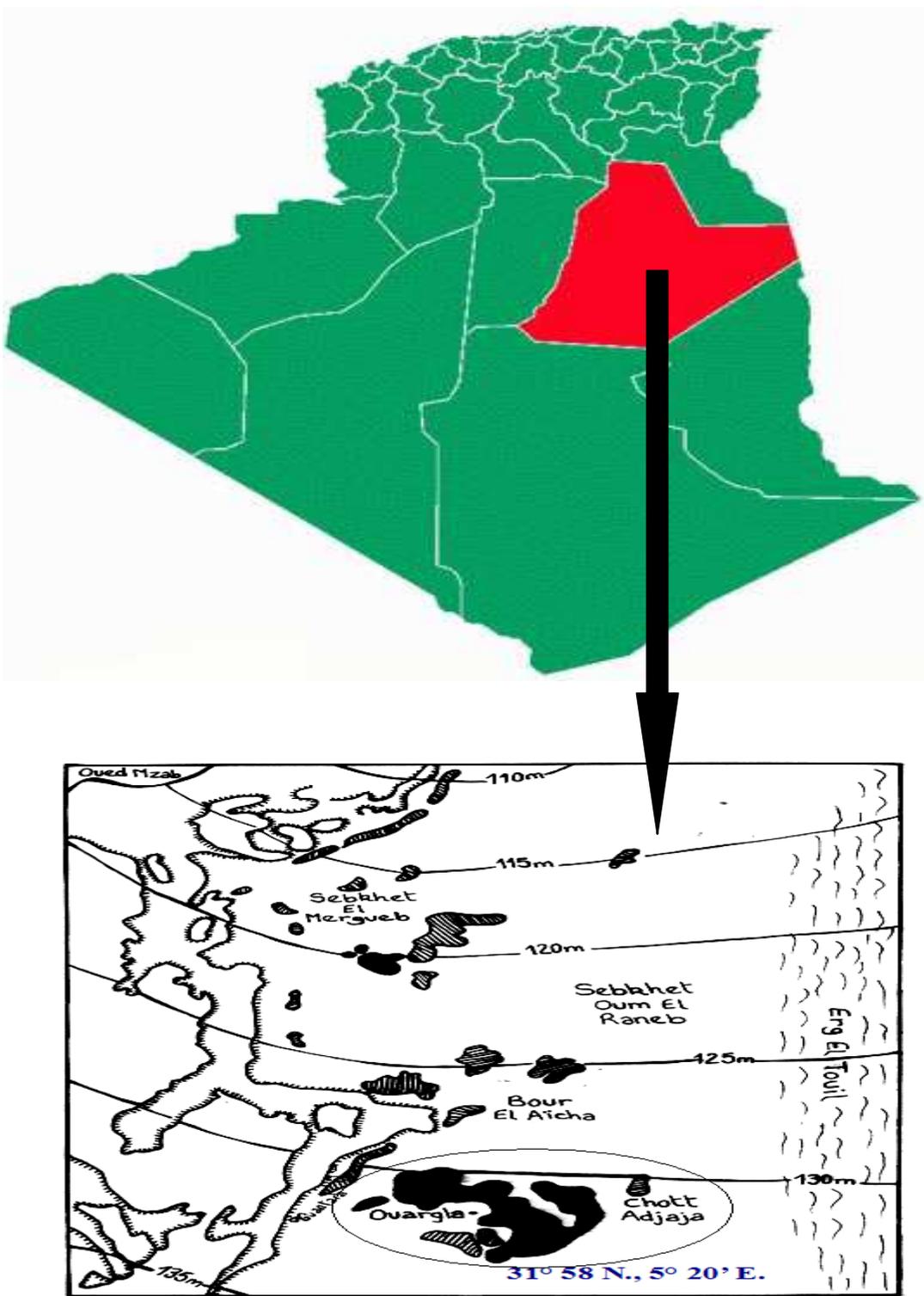
1.1. – Situation géographique de la région d'étude

La région d'Ouargla (31°58 N., 5° 20' E.) se situe au Sud – Est à 800 km d'Alger, au fond d'une cuvette de la basse de la vallée de l'Oued M'ya (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Selon le même auteur, cette région est limitée au Nord par le seuil de Bour El Haïcha et au Sud par des palmiers éparpillés qui sont les témoins d'anciennes plantations. L'Erg Touil s'étend à l'Est. A l'Ouest, la région d'études est bordée par la falaise terminale du plateau de Guantara.

1.2. – Caractéristiques pédologiques

Les sols dans les régions arides sont classés en fonction du niveau des sols, nous pouvons distinguer les sols sans accumulation des sels, les sols calcaires, les sols gypseux, les sols calcaires gypseux et les sols salés (HALITIM, 1988). Selon le même auteur, La région d'Ouargla est caractérisée par des sols légers à prédominance sableux et à structure particulière d'une part, et d'autre part, ces sols sont connus par un faible taux de matière organique, une forte salinité, un pH alcalin et une bonne aération. 3 types de sol sont distingués, un sol salsodique, un sol hydromorphe et un sol minéral brut (HALILAT, 1993). Toutefois, HAMDI AISSA (2001), que le taux de salinité est du à la remontée des eaux de la nappe phréatique, et des eaux d'irrigation chargées en sels.

Fig. 1



Ech :1 / 20 000

(NESSON, 1975)

Fig.1- Situation géographique de la région de Ouargla

1.3. – Caractéristiques climatiques

Le climat d'Ouargla est particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrional (ROUVILLOIS-BRIGOL,1975). Néanmoins, le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (FAURRIE et *al*,1998). D'après DAJOZ (1974), les facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des animaux, notamment sur les insectes. En effet, parmi les facteurs météorologiques les plus importants qui interviennent dans la région d'étude, il faut citer la température, les précipitations, l'insolation et les vents aussi bien dominants que particuliers comme le Sirocco.

1.3.1. – Température

La température est l'élément le plus important du climat étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Des phénomènes comme la photosynthèse, la respiration, la digestion suivent la loi de van't Hoff qui précise que la vitesse d'une réaction est fonction de la température (DAJOZ,2006). De même, DREUX (1980) considère que la température est un facteur écologique capital car elle agit sur la répartition géographique des espèces animales. Les températures mensuelles, maxima et minima de la région d'Ouargla pour l'année d'étude 2008 est mentionnée dans le tableau 1.

Tableau 1 – Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales d'Ouargla durant l'année 2008.

Mois T (°C)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M (°C)	18.42	20.74	25.67	30.21	34.67	38.88	43.30	42.62	37.85	32.22	23.73	18.60
m (°C)	4.72	6.78	10.39	15.43	20.21	25.10	28.03	27.44	24.04	18.11	10.35	5.87
(M + m)/2	11.57	13.76	18.03	22.82	27.44	31.99	35.66	35.03	30.94	25.16	17.04	12,33

(O.N.M. Ouargla, 2009)

M est la moyenne mensuelle des températures maxima.

m est la moyenne mensuelle des températures minima.

(M+m)/2 est la moyenne mensuelle des températures maxima et minima

Les températures moyennes de la région d'étude en 2007 sont relativement tempérées (Tab.1). Les mois les plus chauds vont de juin (31,99 °C) à septembre (30.94°C). Les valeurs les plus élevées de la température moyenne mensuelle sont observées en juillet (35.66 °C). Le mois le plus froid est noté en janvier (11,57 °C).

1.3.2. – Précipitation

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale. Le volume annuel des précipitations conditionne en grande partie les biomes continentaux (RAMADE, 1984). Dans la cuvette d'Ouargla, les pluies sont rares et irrégulières d'un mois à un autre et suivant les années (ROUVILLOISE – BRIGOL, 1975). Les quantités pluviométriques enregistrées durant l'année 2008 au niveau d'Ouargla sont placées dans le tableau 2.

Tableau 2 – Précipitations mensuelles durant l'année 2008 dans la région d'Ouargla

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Totaux
P (mm)	4.12	0.78	4.03	1.48	1.55	0.12	0.7	1.84	1.67	7.49	8.73	2.31	* 34.82

(O.N.M. Ouargla, 2009)

P (mm) = Précipitations mensuelles

Les valeurs des précipitations mensuelles de la région de Ouargla en 2007 sont mentionnées dans le tableau 02.

Les résultats enregistrés durant 2007 qui sont situent dans le tableau précédent montrent que le total des précipitations en cours d'année atteint seulement 34.82 mm. Le mois le plus pluvieux est de Novembre avec 8.73 mm.

1.3.4 . – Vents

Le vent est un élément caractéristique du climat, il est caractérisé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence, le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants (FAURIE *et al.*, 1980). C'est un facteur écologique qui est souvent sous-estimé dans l'étude de fonctionnement des écosystèmes (LÉVÊQUE, 2001). Les vents les plus forts d'Ouargla soufflent du Nord-Est au Sud (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Egalement, le vent particuliers comme le Siroco ou Chihili apparaissent pendant la période estivale venant du Sud ou Sud-Ouest (GUEZOUL *et al.*, 2003).

Tableau 4 – Valeurs du vent de la région d'Ouargla de l'année 2008

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vitesses des vents (m/s)	2,7	3,2	4,2	4,9	5,1	5,5	3,8	3,2	4,4	4,1	3,2	2,6

(O.N.M Ouargla, 2009)

La vitesse moyenne du vent, au cours de l'année 2008 à Ouargla varie entre 2.6 m/s au mois de décembre et 5,5 m/s au mois de juin (Tab. 4).

1.4. – Synthèse climatique de la région d'Ouargla

RAMADE (2003) montre que les facteurs écologiques n'agissent jamais de façon isolée mais simultanément. La température, les précipitations représentent les facteurs les plus important du climat (FAURIE *et al.*, 1980). En effet, la synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme ombrothermique de Gaussen et par le climagramme d'Emberger.

1.4.1. – Diagramme ombrothermique de Bagnole Gausсен

GAUSSEN considère le climat d'un mois comme sec si les précipitations exprimées en millimètre y sont inférieures au double de la température moyenne en °C. Il préconise l'usage très parlant d'un diagramme ombrothermique tracé pour un lieu obtenu en portant en abscisse les mois de l'année, et, en ordonnée les précipitations et les températures, ce dernier avec une échelle double des premiers.

Le diagramme ombrothermique de la région d'Ouargla pour l'année 2007 montre qu'il y a une seule période sèche qui s'étale durant toute l'année (Fig. 2).

1.4.2. – Climagramme d'Emberger appliqué au niveau de la région d'étude

Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (DAJOZ, 1971). Le quotient pluviothermique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante (STEWART, 1969) :

$$Q_3 = 3,43 \frac{P}{T_{\max.} - T_{\min.}}$$

P est la somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

T max. est la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud. T min. est la moyenne des températures minima du mois le plus froid.

Le quotient Q_3 de la région d'étude est égal à 2,8, calculé à partir des données climatiques obtenues durant une période s'étalant sur 10 ans de 1998 jusqu'en 2007.

En rapportant cette valeur sur le Climagramme d'EMBERGER, il est à constater que la région d'Ouargla se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hivers doux (Fig. 03).

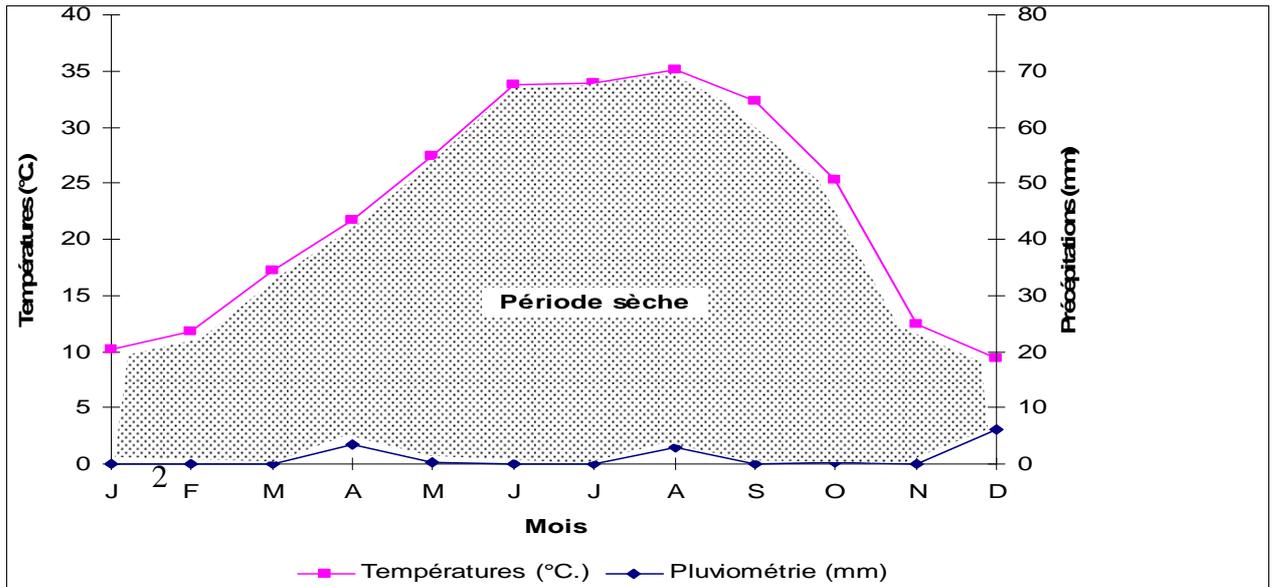


Fig. - Diagramme ombrothermique de Bagnol et Gausсен de la région de Ouargla pour l'année 2007

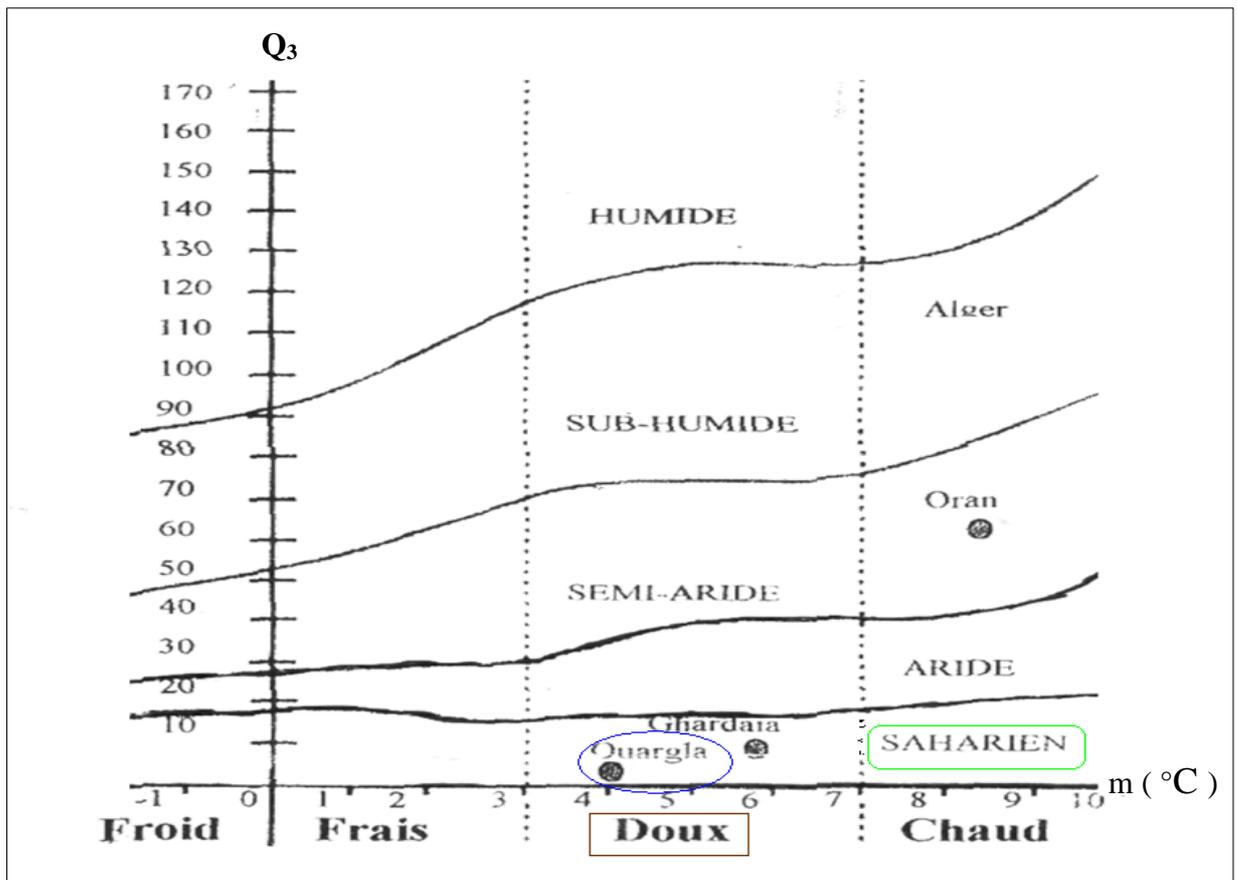


Fig. 3 : Climagramme d'EMBERGER de la région de Ouargla

1.5. – Facteurs biotique du milieu d'étude

Dans cette partie nous allons citer les différentes études qui ont été faites, en premier lieu sur la flore, ensuite sur la faune de la région d'Ouargla.

1.5.1. – Données bibliographiques sur la végétation de la région d'étude

FAURIE *et al.* (1980), signalent que les plantes constituent souvent le meilleur réactif aux conditions du milieu. Une étude détaillée de la végétation, aussi bien sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif apporte de précieux renseignements sur les différents facteurs qui déterminent ce milieu. En effet, la flore de l'Oued M'ya apparaît comme très pauvre, si l'on compare le petit nombre des espèces qui habitent cette région à l'énormité de la surface qu'il couvre (OZENDA, 1983).

Selon OULD EL HADJ (1991), les familles les plus représentatives dans cette région sont composées par des Poaceae, des Fabaceae, des Asteraceae et des Zygophyllaceae, soit avec un taux de 40%. D'après CHEHMA (2005), BISSATI *et al.* (2005), EDDOUD et ABDELKRIM (2006) et GUEDIRI (2006), la flore messicole regroupe une gamme d'espèces réparties entre plusieurs familles. Egalement, dans le périmètre irrigué de Hassi Ben Abdellah beaucoup d'auteurs ont signalé une diversité importante de plantes cultivées (HADEF, 2005; ABABSA *et al.*, 2005) (Annexe I).

1.3.2. – Données bibliographiques sur la richesse faunistique de la région d'étude

L'adaptation animale au milieu est toujours moins parfaite que l'adaptation végétale au Sahara (ILLIASSOU, 2004).

Selon CATALISANO (1986), le nombre d'espèces qu'un désert peut abriter par unité de surface est relativement faible, par rapport à celui d'autres milieux de la planète. Il existe, toutefois, dans le désert une variété surprenante d'animaux invertébrés, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères. Dans le Sahara algérien, peu d'études sur la faune ont été menées (LEBERRE, 1989). Le même auteur ajoute que la faune de la région de Ouargla est assez importante et diversifiée. En effet, elle se compose d'invertébrés et de vertébrés. Toutefois, selon plusieurs auteurs comme LE BERRE (1990), BENKHALIFA (1991), BEKKARI et BENZAOUI (1991), IDDER (1992), ABABSA *et al.* (2004) et HADDOU (2005) au sein des invertébrés, les insectes sont les plus dominants. Ils se répartissent en

plusieurs ordres, tels que ceux des Orthoptera, des Homoptera, des Coleoptera, des Hymenoptera, des Dermaptera, des Lepidoptera, et Diptera (Annexe II).

Comme tous les milieux, les vertébrés à Ouargla sont représentés par 5 classes (Annexe III ,IV,V, VI). La mieux représentée est celle des oiseaux, comme ils affirment GUEZOUL et DOUMANDJI (1995), HADJAIDJI-BENSEGHIER (2000), ABABSA et *al.* (2005) et BOUZID et HANNI (2008).

Conclusion générale

Conclusion générale

Les prélèvements effectués à l'aide des pots Barber dans trois différents types de palmeraie (I.T.A.S, Mékhadma et Hassi Ben Abdallah) ont permis de recueillir 58 espèces d'arthropodes. Ils appartiennent à 2 classes, 11 ordres et 38 familles sont recensés durant la période d'étude qui s'étale entre le mois de juin 2007 à juillet 2008.

Dont 35 espèces d'arthropodes inventoriées à l'aide de parapluie japonais au niveau de trois types de palmeraie, moderne de l'I.T.A.S., 31 espèces traditionnelles de Mékhadma et 29 espèces abandonnées de Hassi Ben Abdallah. Le rapport a / N est de 0,29 dans palmeraie de l'I.T.A.S, 0,26 à Mékhadma et 0,24 à Hassi Ben Abdallah. Ce qui nous laisse dire que la qualité d'échantillonnage est qualifiée comme assez bonne en montrant que l'effort de échantillonnage est insuffisant, alors on doit augmenter le nombre de relevés. En nombre d'individus et d'espèces, c'est la classe des Insecta qui domine largement au niveau des trois types de palmeraie soit avec un taux de 88,06%. Au sein des Insecta, c'est l'ordre Coléoptera qui domine nettement de (35,48 %), de Mékhadma (30,12%) et à Hassi Ben Abdallah (33,2 %), dans la palmeraie de l'I.T.A.S. Ce pourcentage se répartit en 6 familles. En effet, la famille des Coccinellidae avec 46 individus sont *Pharoscyrnus ovoideus* (9,07%) avec 28 individus, *Pharoscyrnus numidicus* (5,81%) avec 18 individus, et la famille Nitidulidae (9,03%) avec 28 individus l'espèce la plus représentative est *Stethorus punctillum* (7,74%) avec 24 individus. Également au niveau de la palmeraie traditionnelle Mékhadma, c'est l'ordre des Coléoptera qui est le mieux représenté dominant.

En effet la famille des Coccinellidae avec 26 individus sont *Pharoscyrnus ovoideus* (6,02%) avec 18 individus, *Pharoscyrnus numidicus* (4,42%) avec 18 individus, et la famille Nitidulidae avec 18 individus l'espèce la plus représentative est *Stethorus punctillum* (6,83%) avec 17 individus. Dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah, parmi les 29 espèces qui sont inventoriées, c'est encore l'ordre des Coléoptera qui est le mieux représenté dominant, En effet la famille des Coccinellidae avec 35 individus sont *Pharoscyrnus ovoideus* (7,69%) avec 19 individus, *Pharoscyrnus numidicus* (6,48%) avec 16 individus, et la famille Nitidulidae avec 29 individus l'espèce la plus représentative est *Stethorus punctillum* (10,93%) avec 27 individus.

L'emploi de la méthode de la capture directe a permis de capturer 38 espèces (182 individus) répartissent en 9 ordres et 22 familles au niveau des trois types de palmeraie. En

Conclusion générale

effet, 34 espèces seulement sont capturées dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S. Cet effectif des espèces diminue au niveau de la palmeraie traditionnelle de Mékhadma atteignant les 29 espèces. Par contre elle diminue au nouveau de la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah avec un nombre de 28 espèces. La valeur de a/N se rapproche de 0 que ce soit dans la palmeraie moderne (0,29), traditionnelle (0,24) et abandonnée (0,24) ce qui nous permis à dire que l'effort de l'échantillonnage est qualifier de bonne.

Le nombre des espèces capturées dans le cadre de la présente étude par la méthode prélèvement des dattes infestées est de 28 espèces dans la palmeraie moderne de l' I.T.A.S, 19 espèces dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma, et 18 espèces dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah. A travers cette technique d'échantillonnage c'est l'ordre Coléoptera qui dominant avec (39,87 %) dans la palmerais de l'I.T.A.S, (34,79) de Mékhadma et à (17,52 %) Hassi Ben Abdallah.

En effet les espèces les plus dominantes dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S sont ; *Tribolium castaneum* (3,76%) avec 7 individus, *Tribolium confusum* (3,23%) avec 6 individus et *Oryzaephilus surinamensis* (3,76%) avec 7 individus, dont les espèces Hyménoptères les plus dominantes dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma sont ; *Phanerotoma Flaviatetacae* (6,99%) avec 10 individus et *brobracon hebetor* (7,69%) avec 11 individus, et les espèces Hyménoptères dominantes dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah sont ; *Habrobracon brévicornis*(7,80%) avec 11 individus et *Phanerotoma Flaviatetacae* (7,80%) avec 11 individus et *Chalcis sp* (6,38%) avec 9 individus.

En perspectives, il est intéressant de compléter l'étude des arthropodes par l'utilisation d'autres techniques comme les pièges jaunes et le piège lumineux, afin de mieux cerner les espèces a activité nocturne notamment les lépidoptères.

Il serait intéressant de classer les espèces prédatrices et déprédatrices. Il serait intéressant d'adopter des techniques d'échantillonnage appliquées aux dénombrements des populations des d'arthropodes notamment celle des captures-recaptures et d'envisager une opération de piégeage couvrant l'ensemble de la zone d'étude durant tout le cycle annuel.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les prélèvements effectués à l'aide des pots Barber dans trois différents types de palmeraie (I.T.A.S, Mékhadma et Hassi Ben Abdallah) ont permis de recueillir 58 espèces d'arthropodes. Ils appartiennent à 2 classes, 11 ordres et 38 familles recensés durant la période d'étude qui s'étale entre le mois de juin 2007 à juillet 2008.

Dont 35 espèces d'arthropodes inventoriées à l'aide de parapluie japonais au niveau de trois types de palmeraie, moderne de l'I.T.A.S., 31 espèces traditionnelles de Mékhadma et 29 espèces abandonnées de Hassi Ben Abdallah. Le rapport a / N est de 0,29 dans palmeraie de l'I.T.A.S, 0,26 à Mékhadma et 0,24 à Hassi Ben Abdallah. Ce qui nous laisse dire que la qualité d'échantillonnage est qualifiée comme assez bonne en montrant que l'effort de échantillonnage est insuffisant, alors on doit augmenter le nombre de relevés. En nombre d'individus et d'espèces, c'est la classe des Insecta qui domine largement au niveau des trois types de palmeraie soit avec un taux de 88,06. Au sein des Insecta, c'est l'ordre Coléoptera qui domine nettement de (35,48 %), de Mékhadma (30,12) et à Hassi Ben Abdallah (33,2 %), dans la palmeraie de l'I.T.A.S Ce pourcentage se répartit en 6 familles. En effet, la famille des Coccinellidae avec 46 individus sont *Pharoscyrnus ovoideus* (9,07%) avec 28 individus, *Pharoscyrnus numidicus* (5,81%) avec 18 individus, et la famille Nitidulidae (9,03%) avec 28 individus l'espèce la plus représentative est *Stethorus punctillum* (7,74%) avec 24 individus. Également au niveau de la palmeraie traditionnelle Mékhadma, c'est l'ordre des Coléoptera qui est le mieux représenté dominant.

En effet la famille des Coccinellidae avec 26 individus sont *Pharoscyrnus ovoideus* (6,02%) avec 18 individus, *Pharoscyrnus numidicus* (4,42%) avec 18 individus, et la famille Nitidulidae avec 18 individus l'espèce la plus représentative est *Stethorus punctillum* (6,83%) avec 17 individus. Dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah, parmi les 29 espèces qui sont inventoriées, c'est encore l'ordre des Coléoptera qui est le mieux représenté dominant, En effet la famille des Coccinellidae avec 35 individus sont *Pharoscyrnus ovoideus* (7,69%) avec 19 individus, *Pharoscyrnus numidicus* (6,48%) avec 16 individus, et la famille Nitidulidae avec 29 individus l'espèce la plus représentative est *Stethorus punctillum* (10,93%) avec 27 individus.

L'emploi de la méthode de la capture directe a permis de capturer 38 espèces (182 individus) répartissent en 9 ordres et 22 familles au niveau des trois types de palmeraie. En

Conclusion générale

effet, 34 espèces seulement sont capturées dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S. Cet effectif des espèces diminue au niveau de la palmeraie traditionnelle de Mékhadma atteignant les 29 espèces. Par contre elle diminue au nouveau de la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah avec un nombre de 28 espèces. La valeur de a/N se rapproche de 0 que ce soit dans la palmeraie moderne (0,29), traditionnelle (0,24) et abandonnée (0,24) ce qui nous permis à dire que l'effort de l'échantillonnage est qualifier de bonne.

Le nombre des espèces capturées dans le cadre de la présente étude par la méthode prélèvement des dattes infestées est de 28 espèces dans la palmeraie moderne de l' I.T.A.S, 19 espèces dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma, et 18 espèces dans la palmeraie abandonnée Hassi Ben Abdallah. A travers cette technique d'échantillonnage c'est l'ordre Coléoptera qui dominant avec (39,87 %) dans la palmerais de l'I.T.A.S, (34,79) de Mékhadma et à (17,52 %) Hassi Ben Abdallah.

En effet les espèces les plus dominantes dans la palmeraie moderne de l'I.T.A.S sont ; *Tribolium castaneum* (3,76%) avec 7 individus, *Tribolium confusum* (3,23%) avec 6 individus et *Oryzaephilus surinamensis* (3,76%) avec 7 individus, dont les espèces Hyménoptères les plus dominantes dans la palmeraie traditionnelle Mékhadma sont ; *Phanerotoma Flaviatetacae* (6,99%) avec 10 individus et *brobracon hebetor* (7,69%) avec 11 individus, et les espèces Hyménoptères dominantes dans la palmeraie abandonnée de Hassi Ben Abdallah sont ; *Habrobracon brévicornis*(7,80%) avec 11 individus et *Phanerotoma Flaviatetacae* (7,80%) avec 11 individus et *Chalcis sp* (6,38%) avec 9 individus.

En perspectives, il est intéressant de compléter l'étude des arthropodes par l'utilisation d'autres techniques comme les pièges jaunes et le piège lumineux, afin de mieux cerner les espèces a activité nocturne notamment les lépidoptères.

Il serait intéressant de classer les espèces prédatrices et déprédatrices. Il serait intéressant d'adopter des techniques d'échantillonnage appliquées aux dénombrements des populations des d'arthropodes notamment celle des captures-recaptures et d'envisager une opération de piégeage couvrant l'ensemble de la zone d'étude durant tout le cycle annuel.

Chapitre II – Matériels et méthodes

Dans ce chapitre plusieurs aspects retiennent l'attention. Ce sont d'abord la description des stations choisies, données bibliographiques sur le palmier dattier, les techniques d'échantillonnages que ce soit au terrain ou en laboratoire et l'exploitation des résultats.

2.1. – Choix des stations d'étude

Le choix des stations a été retenu suite d'une recherche bibliographique, qui a révélé l'existence des ravageurs de la culture (palmier dattier) dans ces lieux, de même a été retenu suite à un travail de prospection à travers toute la région de Ouargla pendant une période d'environ deux semaines. Seules sont retenues, celles qui présenteraient un intérêt vis-à-vis du déprédateur en question et de ses ennemis naturels.

La station est également choisie en fonction de la disponibilité, l'accès et la hauteur des palmiers.

Dans ce travail on a choisi 03 stations d'étude, ont été retenues pour la recherche des ennemis naturels. Le travail consiste à dresser une liste aussi complète que possible de toute l'entomofaune utile et nuisible présente dans les stations retenues dans le but de connaître la richesse de chaque station ainsi que la diversité et la similarité entre les stations.

L'expérimentation a été réalisée dans 03 stations d'étude à travers la cuvette de Ouargla. Les prospections ainsi que les échantillonnages ont été menés uniquement sur la strate Arborescente (Palmier dattier).

2.1.1. – Station de l'I. T. A. S.

L'exploitation de l'institut est située à 5km environ au Sud-Ouest de la ville de Ouargla, elle couvre une superficie de 28.8 ha répartie en 8 secteurs de 3.6 ha chacun st dont 4 secteurs (A, B, C, D) aménagés et exploités.

Pour effectuer notre travail expérimental nous avons choisi le secteur A2 qui comprend 220 pieds de palmiers dattiers avec une plantation de 9mx9m.

La composition variétale est de : 64.1% Deglet Nour, 21.82% Ghars, 4.54% Dgoul, 2.72% Degla Beïda, 0.91% Tafezouine, 1.36% Dokkar et 4.54% autres.

Le secteur est entouré par deux drains fonctionnels et trois rangées de brise-vent vivants et inertes. (Photo 01).

2.1.2. – Station de Hassi Ben Abdallah

Le périmètre de Hassi Ben Abdallah, a été créé en 1971 (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Il se situe à 30 Km environ au Nord-Est de Ouargla ville. Il s'étend dans une cuvette de sable, couvrant une superficie de 450 ha, répartis en 300 lots, de 1.5 ha chacun. La palmeraie est de type moderne, organisée, caractérisée par une plantation régulière du palmier dattier avec un écartement entre les pieds de 10m x 10m et 12m x 12m.

La variété Deglet Nour est prédominante par rapport aux autres variétés telles que le Ghars et autres cultivars.

L'entretien des palmiers dattiers, telles que la toilette, la pollinisation et l'irrigation est régulier durant l'année, sauf en période estivale où un manque d'eau a été constaté (Photo 02).

L'étude s'est déroulée au niveau de l'exploitation agricole " DIF Dif ", localisée dans la commune de Hassi Ben Abdallah à 24 km au Nord de la ville de Ouargla, sur l'axe routier Ouargla-Touggourt.

L'exploitation a été créée le 03/05/1987 d'une superficie totale de 64 ha, ayant pour coordonnées géographiques les suivantes:

- Altitude 134 m.
- Latitude 31°, 37', 10" nord.
- Longitude 5°, 9', 54" est.

2.1.3. – Station de Mékhadma

La palmeraie de Mekhadma est située à 5km environ au Sud-Ouest de la ville de Ouargla. Elle a été créée en 1929, et occupe une superficie de 1200 ha. Elle constitue plus de 90 % de la cuvette de Ouargla (HANACHI et KHITRI, 1991).

La palmeraie de Mekhadma constitue un exemple typique de la palmeraie traditionnelle arrosée (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Elle renferme différents puits, en nombre de 10, appelés localement "Aïn". L'irrigation se fait par submersion, mais le système de drainage n'est pas fonctionnel. L'écartement entre les pieds est de 5m x 5m, mais n'est pas régulière, ce qui montre une couverture totale. En association avec les palmiers, nous trouvons des arbres fruitiers tels que l'olivier, l'abricotier, le figuier, le grenadier, le citronnier et le pommier.

Nous citerons *Phragmites communis* "El-goussaiba" qui est considéré comme un sérieux problème pour les agriculteurs (Photo 03).



Photo 01 : Station d'étude I. T. A. S.



Photo 02 : Station d'étude Hassi Ben Abdallah



Photo 03 : Station d'étude Mékhadma

2.2. – Bibliographie sur le palmier dattier

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera*, est cultivé comme un arbre fruitier dans les régions chaudes, aride et parfois cultivé comme plante ornementale.

2.2.1. – Origine et historique du palmier dattier

En ce qui concerne l'origine du palmier qui paraît très controversée, les recherches se poursuivent jusqu'à aujourd'hui.

Selon les travaux de BOUGUEDOURA (1991), l'ancêtre sauvage de cette espèce est identifié. Il est distribué sur la frange méridionale chaude et sèche du proche orient, sur le Nord-Est du Sahara et le Nord du désert d'Arabie.

La culture du dattier aurait été pratiquée 10.000 ans avant JC. Ce sont les Phéniciens qui l'ont introduite en Afrique du Nord (BOUGUEDOURA, 1979).

Cette culture a connu un grand essor d'abord avec les arbres du septième siècle puis pendant le douzième siècle.

C'est en 1980, d'après BOUGUEDOURA (1979), que les palmiers en provenance d'Algérie, d'Égypte et d'Arabie Saoudite sont introduits aux États-Unis.

2.2.2. – Taxonomie

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par LINNÉE en 1734 où phoenix dérive de *phœnix*, nom du dattier chez les grecs de l'antiquité et *dactylifera* vient de latin dactylus dérivant du grec daktulos signifiant doigt en raison de la forme du fruit (MUNIER, 1973).

Le dattier est une plante Angiosperme, Monocotylédone, de la famille Arecaceae (1832) anciennement Palmaceae (1789) (BOUGUEDOURA, 1991).

D'après BENMEHCENE (1998), il appartient à la sous famille des Coryphoideae et reste le seul genre de la tribu des Phoeniceae.

Le genre Phoenix comporte douze (12) espèces (MUNIER, 1973).

2.2. 3. – Exigences écologiques du palmier dattier

Plusieurs aspects concernant les exigences écologiques du palmier dattier du palmier dattier sont abordés dans cette partie tel que : Exigences climatiques, Exigences édaphiques, Exigences hydriques.

2.2. 3. 1. – Exigences climatiques

Plusieurs aspects concernant les Exigences climatiques du palmier dattier du palmier dattier sont abordés dans cette partie tel que : Température, Lumière, Humidité de l'air, Vent.

2.2.3.1.1. – Température

Le palmier dattier est une espèce thermophile. Son activité végétative se manifeste à partir de 7°C à 10°C, selon les individus, les cultivars et les conditions climatiques (MUNIER, 1973) et (PEYRON, 2000).

Elle atteint son maximum de développement vers 32°C et commence à décroître à partir de 38°C. La floraison se produit après une période fraîche ou froide, quand la température devient assez élevée et atteint un seuil appelé le zéro de floraison, il varie en fonction des cultivars et des régions (DJERBI, 1994) et (PEYRON, 2000).

Le zéro de floraison varie entre 17°C et 24°C, selon les régions phoenicicoles. La nouaison des fruits se fait à des températures journalières supérieures à 25°C.

La somme des températures nécessaires à la fructification (indice thermique) est de 1000°C à 1660°C, selon les régions phoenicicoles (1854°C à Tougourt et 1620°C à Bechar) (MUNIER, 1973).

La période de fructification débute à la nouaison et se termine à la maturation des dattes, elle varie de 120 à 200 jours selon les cultivars et les régions (DJERBI, 1994).

2.2.3.1.2. – Lumière

Le dattier est une espèce héliophile, et la disposition des ses folioles facilite la photosynthèse, la faible luminosité favorise le développement des organes végétatifs au dépend de la production de dattes. Ainsi, les fortes densités de plantation sont à déconseiller (MUNIER, 1973).

2.2.3.1.3. – Humidité de l'air

Les faibles humidités de l'air stoppent l'opération de fécondation et provoquent le dessèchement des dattes au stade de maturité, au contraire les fortes humidités provoquent des pourritures des inflorescences et des dattes, respectivement au printemps et à l'automne.

Donc, le dattier est sensible à l'humidité de l'air (MUNIER, 1973). Les meilleures dattes sont récoltées dans les régions où l'humidité de l'air est moyennement faible (40%) (BOUGUEDOURA, 1991).

2.2.3.1.4. – Vent

Les vents ont une action mécanique et un pouvoir desséchant. Ils augmentent la transpiration du palmier, entraînent la brûlure des jeunes pousses et le dessèchement des dattes (BOUGUEDOURA, 1991).

Les vents ont aussi une action sur la propagation de quelques prédateurs du palmier dattier comme l'*Ectomyelois ceratoniae* (HADDAD, 2000).

2.2.3.2. – Exigences édaphiques

Le palmier dattier s'accommode aux sols de formation désertique et sub-désertique très divers, qui constituent les terres cultivables de ces régions.

Il croit plus rapidement en sol léger qu'en sol lourd, ou il entre en production plus précocement.

Il exige un sol neutre, profond, bien drainé, assez riche ou susceptible d'être fertilisé (TOUTAIN, 1979).

Le dattier est très tolérant au sel, (Chlorure de Sodium et de Magnésium) (MUNIER, 1973).

Il végète normalement à des concentrations supérieures à 10 g/l, la concentration extrême de la solution de sel est de 15%. Au-delà de 30% le dattier dépérit (BOUGUEDOURA, 1991).

2.2.3.3. – Exigences hydriques

Malgré que le palmier dattier soit cultivé dans les régions les plus chaudes et les plus sèches du globe, il est toujours localisé aux endroits où les ressources hydriques du sol sont suffisantes pour subvenir à ses besoins au niveau des racines.

Les besoins en eau sont estimés à 21024 m³/an/palmier repartis de façons périodiques (BOUGUEDOURA, 1991).

2.2.4. – Principaux déprédateurs du palmier dattier et de la datte

Le palmier dattier est sujet à divers déprédateurs et maladies qui peuvent occasionner des dégâts très importants au niveau des différents organes du pied. Dans ce chapitre nous citerons les plus importants et les plus rencontrés dans les palmeraies algériennes.

2.2.4.1. – Acariens

Le Boufaroua est présent dans toutes les régions phœnicicoles du monde. Il est inféodé au palmier dattier et au chiendent *Cynodon dactylon* (DJERBI, 1994).

2.2.4.1.1. – Boufaroua *Oligonychus afrasiaticus*

Le Boufaroua est présent dans toutes les régions phœnicicoles du monde. Il est inféodé au palmier dattier et au chiendent *Cynodon dactylon* (DJERBI, 1994).

Cet acarien mesure 0.3 à 0.4mm de couleur jaune verdâtre. Il dépose, sur les jeunes fruits à la nouaison, ses œufs qui donnent des larves ; ces dernières se nourrissent des fruits et les entourent d'une toile de filaments soyeux qui retiennent les grains de sables soulevés par le vent. Il entraîne une chute précoce du fruit ; les dattes mûres obtenues ne sont pas commercialisables (DJERBI, 1994).

D'après les derniers travaux réalisés par AOUIDANE (2000), dans la station de Hassi Ben Abdallah à Ouargla, le nombre d'adultes de Boufaroua atteint 23 acariens par dattes au niveau des régimes externes et 15 acariens par dattes au niveau des régimes internes.

Un essai de lutte chimique contre ce déprédateur par l'utilisation de l'acaricide BEYBYE 200 a donné des résultats satisfaisants surtout au cours de la première semaine du traitement et lorsque la température est élevée (AOUIDANE, 2000).

2.2.4.2. – Insectes

Plusieurs aspects concernant les Insectes associés avec le palmier dattier sont abordés dans cette partie tel que : Homoptères, Coléoptères, Lépidoptères.

2.2.5.2.1. – Homoptères

La Cochenille blanche est un Homoptères qu'il attaque le palmier dattier il cause inhibition de la photosynthèse et après le dessèchement des palmes.

2.2.4.2.1.1. – Cochenille blanche *Parlatoria blanchardi*

Elle est présente dans toutes les régions phœnicicoles du monde sauf aux USA où elle a été éradiquée en 1936.

La cochenille colonise les parties vertes du palmier et forme un encroûtement qui peut recouvrir de grandes surfaces, empêchant la respiration et la photosynthèse ; la conséquence est un vieillissement rapide du palmier et sa mort prématurée.

Lors d'une prospection dans presque la totalité des palmeraies algériennes, IDDER (1992), a constaté qu'aucun palmier dattier n'était indemne de l'attaque de ce ravageur.

D'après BOUSSAID et MAACHE (2000), cet insecte présente dans la région de Ouargla trois générations ; printanière et c'est la plus redoutable, estivale, et automnale.

2.2.4.2.3. – Lépidoptères

Dans les oasis algériennes, les dattes sont attaquées par diverses espèces de Lépidoptères, de la famille des Pyralidées et la sous famille des Physcitinées. Se sont quelques espèces du genre *Cadra*, *Plodia interpunctella*, *Ephestia calidella*, et essentiellement *Ecotomyelois ceratoniae* (DOUMANDJ-MITICHE, 1983).

2.2.4.2.3.1. – Genre *Cadra*

Les caractères morphologiques et le comportement de ces espèces se rapprochent de ceux d'*Ecotomyelois ceratoniae* (BALACHOWSKY, 1972).

D'après DOUMANDJI-MITICHE (1983), les espèces trouvées dans les oasis algériennes sont *Cadra cautella* Walk, *Cadra calidella* Gn et *Cadra figulilella* Gerg.

Elles sont rencontrées dans les lieux de stockage et rarement dans les dattes demeurées par terre.

Les espèces du genre *Cadra* ont une envergure de 20 à 25mm ; les ailes antérieures sont relativement longues et étroites, grises satinées, les ailes postérieures sont blanchâtres.

Dès leur émergence, les imagos s'accouplent dans les lieux où ils sont issus (BALACHOWSKY, 1972).

2.2.4.2.3.2. – *Plodia interpunctella*

Ce Lépidoptères est un important déprédateur de produits stockés (DOUMANDJ-MITICHE, 1977).

L’imago mesure 15 à 16mm d’envergure, les ailes antérieures sont d’un blanc sale de l’insertion à la moitié, le reste est rougeâtre. Les ailes postérieures sont d’un gris clair sale. L’accouplement a lieu peu après l’émergence et dure 3 à 10 heures (LEPIGRE, 1963).

2.2.4.2.3.3. – *Ephestia calidella*

C’est une espèce qui infeste les entrepôts de datte. L’imago mesure 10 à 15mm de longueur. Il présente des ailes supérieures grises plus ou moins foncées, les inférieures d’un gris clair, blanc sales ou blanc jaunâtre.

Plusieurs espèces d’*Ephestia* peuvent coexister ; *Ephestia cautella* Walk, *Ephestia figulilella* Greg, *Ephestia elutella* (IDDER, 1984).

2.2.4.2.3.4. – *Ectomyelois ceratoniae* Zeller

Ectomyelois ceratoniae est une espèce très nuisible car elle vit sur le fruit mûr ou proche de la maturité auxquels elle cause des dégâts considérables (BALACHOWSKY, 1972).

Ectomyelois ceratoniae est un Lépidoptère de la famille des Phycitidae, plus connu localement sous le nom de pyrale de la datte ou de teigne de la datte (LEBERRE, 1978).

Elle réponde presque dans tous le bassin méditerranéen au Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte,...

L'*Ectomyelois ceratoniae* est aussi signalé en Espagne, Italie, Grèce et France (DOUMANDJ-MITICHE, 1983).

Selon MUNIER (1973), l'*Ectomyelois ceratoniae* en Algérie est signalé essentiellement dans les oasis du Sahara et en Mitidja.

Comme tous les lépidoptères l'*Ectomyelois ceratoniae* passe successivement par les états d'œufs, chenille, nymphe et imago ailé. D'après DOUMANDJ-MITICHE (1977), les émergences ont lieu dans la première partie de la nuit.

VILARDEBO (1975), confirme qu'une femelle peut prendre 60 à 120 œufs isolément ou par petits groupement sur la surface du fruit.

2.2.5. – Principaux auxiliaires en palmeraie

Il s'agit de détruire les insectes par l'utilisation de leurs ennemis naturels (DOUMANDJ-MITICHE, 1983).

L'utilisation d'insectes prédateurs occupe depuis fort longtemps une place prépondérante tant par le nombre d'applications que par celui des résultats obtenus (NENON, 1981). A titre d'exemple, des résultats spectaculaires ont été obtenus en République Islamique de Mauritanie par l'utilisation de *Chilocorus bipustulatus*, variété *iraniensis* en vue de lutter contre *Parlatoria blanchardi* (IPERTI, 1968).

2.2.5.1. – Auxiliaires utilisés contre les acariens

Il existe quelques travaux réalisés sur les acariens déprédateurs et de leurs ennemis naturels, GUESSOUM (1981) et (1988), IDDER (1991), MOULAI (1993), YOUMBAI (1994), etc.

Les ennemis naturels de ces acariens déprédateurs sont représentés essentiellement par les acariens prédateurs et les insectes. Parmi ces espèces : *Phytoseiulus persimilis*, *Typhlodromus rhenanus*, *Typhlodromus pomorum*, *Phytoseius amba*, *Amblyseius finlandicus*, *Amblyseius andersoni*, *Typhlodromus phiolattus*, *Zetzellia mali*, *Stethorus*

punctillum, *Chrysopa sp*, *Anthocoris musculus*, *Anthocoris nemorum*, *Orius minutus*, *Orius insidiosus* (GUESSOUM, 1981).

2.2.5.2. – Auxiliaires utilisé contre insectes

Plusieurs aspects concernant les Insectes associier avec palmier dattier du palmier dattier sont abordés dans cette partie tel que : Homoptères, Coléoptères, Lépidoptères.

2. 2.5.2.1. –Homoptères

La cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* C'est avec IDDER et ZENKHRI (1987), qu'une étude a réalisée sur la lutte biologique par l'intermédiaire de *Pharoscymnus semiglobosus*, coccinelle très active de *Parlatoria blanchardi* dans les palmeraies de Ouargla dans le sud algérien.

D'après ZENKHRI (1987), Trois prédateurs et un parasite de *Parlatoria blanchardi* sont signalés dans les palmeraies de Ouargla

- *Cybocephalus seminulum*, présente dans toutes les palmeraies de Ouargla.
- *Chrysopa vulgaris*.
- *Pharoscymnus semiglobosus*.
- *Aphytis mytilapidis*, parasite rencontré seulement dans les palmeraies du ksar et celles de Mékhadma.

2.2. 5. 2. 2. – Lépidoptères

Les principaux parasites de la pyrale des dattes *Ecotomyelois ceratoniae* sont *Phanerotoma flavistestacea*, *Habrobrcon hebetor* et *Trichogramma embryophagum* (DOUMANDJI-MITICHE, 1983)

Dans la région de Ouargla, les lâchers de *Trichogramma embryophagum* ont donné des résultats satisfaisants en 1984 par IDDER. En effet jusqu'à 15,38% des œufs de la pyrale ont peut être parasités sur le palmier par cette parasite.

Les Trichogrammes sont des parasites dont le développement embryonnaire, larvaire et nymphale se déroule dans l'œuf de l'hôte (IDDER, 1984).

Bracon hebetor est signalé par DOUMANDJI (1983), sur des dattes Ghars stockées. Ses larves sont des ectoparasites très Polyphages des chenilles des pyrales des dattes.

2. 3. – Méthodes d'échantillonnage des arthropodes

Notre étude s'intéresse à l'inventaire des ennemis du palmier dattier et de la datte et de leurs auxiliaires. Donc la technique utilisée est celle de l'échantillonnage au niveau de la strate arbustive et arborescente (palmier dattier) tel que : le parapluie japonais, capture directe et prélèvement des dattes infestées.

2.3.1– Méthode de battage à l'aide de parapluie japonais

Comme les deux techniques suivants pots Barber et filet fauchoir, la description, les avantages et les inconvénients de leur utilisation sont développés dans cette partie.

2.3.1.1. – Description de méthode de parapluie japonais

Schématiquement, le parapluie japonais est constitué d'un carré de toile de 60 à 75 cm jusqu'à 1 m de coté. Il est tendu par deux tiges de bois ou de tubes de métal de 16 mm de section, maintenus perpendiculairement ou rassemblés par un croisillon, placé à leur intersection et traversé par une vis de serrage. Les quatre extrémités s'insèrent facilement dans des reptiles à quatre coins de la toile (BENKHELIL, 1991). On peut également utiliser un battoir pliant à partir de la monture d'un parapluie, il suffit par la suite d'adapter un carré de tissu identique à celui décrit précédemment (BENKHELIL, 1991). La méthode consiste à frapper la branche de haut en bas de la toile. Les insectes sont alors recueillis à l'aide d'un aspirateur et conservés, mais pour la prise des petits insectes un petit pinceau humecté est nécessaire (BENKHELIL, 1991).

2.3.1.2. – Avantages de parapluie japonais

Ces appareils classiques pour la récolte entomologique furent surtout conçus pour faciliter la capture d'insecte d'assez bonne taille (BENKHELIL, 1991).

2.3.1.3. – Inconvénients de parapluie japonais

Le fauchage fournit des indications plutôt que des données précises qui varient selon l'utilisateur, l'activité des insectes et les conditions atmosphériques au moment de son emploi (BENKHELIL, 1991).



Photo 04 : Parapluie japonais

3. 3. 2 – – Capture directe des arthropodes associés

Les prospections ont été menées durant la période printanière et estivale sur le palmier dattier correspondant à la période estivale du mois de juillet 2007 à juin 2008.

Trois stations différentes ont été retenues pour la réalisation des échantillonnages sur le palmier dattier.

Les prédateurs (Araignée, Insectes) ainsi capturés sont mis dans les boîtes de pétri et les tubes à essai pour leur transport au laboratoire.

Les boîtes de pétri et les tubes à essai portent des étiquettes qui portent les indications suivantes (date, lieux de collecte, variété).

3. 3. 3. –Méthode de prélèvement des dattes infestées

Consiste à prélever des dattes infestées on les ramener au laboratoire pour l'observation sous la loupe.

L'expérimentation s'effectue sur des pieds de palmier dattier (*Phoenix dactylifera*. L), choisir aléatoirement, et sur différentes variétés, Takarmoust, Ghars, Daglet noir, Dagla beida et Lytime.

Nous prélevons 30 dattes sur 4 orientations Nord, Sud, Est et Ouest du palmier dattier sur différents niveaux (Régime, cœur du palmier, cournafe, sol et dattes des rejets).

Chaque prélèvement est mis dans un sac en papier Kraft, Ces échantillons sont transportés le même jour au laboratoire pour les analyses et le comptage.

2.4. – Méthodes utilisées au laboratoire

Dans le présent paragraphe, la détermination et la conservation à sec des espèces de d'arthropodes au niveau des trois milieux d'études sont décrites.

2.4.1. – Manipulation et observation des dattes au laboratoire

On a vérifié la présence des œufs sur les dattes, après on fait ouvrir (cicatriser) pour la vérification de la présence de larve ou des nymphes a l'intérieur. Les dattes infestés sont stockées dans des bocaux fermés à l'aide d'une toile à maille fine de façon à permettre leur aération et à éviter la fuite des parasites et des papillons. L'ensemble des bocaux est placé au laboratoire à une température ambiante.

Les dattes stockées seront observées ultérieurement afin de vérifier l'émergence des papillons et celle d'éventuels parasites et auxiliaires

2.4.2. — Triage des espèces

Le triage des espèces a lieu sous la loupe binoculaire. En effet après avoir récolté les différentes espèces présentes dans les différentes échantillons, et conservés dans l'alcool, on place le tout dans une boîte de pétris. Après le triage, les différentes espèces sont placées séparément dans des petites boîtes de pétris accompagnées d'information sur le lieu de prélèvement, date de l'échantillon, etc.

Certains échantillons sont ramènes au fur a mesure à, au département de zoologie agricole et forestière pour leur identification.

2.4.3. — Détermination des insectes

Une bonne partie relative à la détermination des insectes a été réalisée par Pr. DOUMANDJI S., au département de zoologie agricole et forestière de l'Institut National Agronomique (I. N. A.).

L'autre partie est déterminée par M. IDDER M. A. au niveau du Laboratoire de Protection des Écosystèmes en Zones arides et Semi-arides.

L'identification c'est fait à l'aide des clés d'identifications des insectes, qui nécessite un examen de d'un certain nombre de caractères morphologiques et anatomiques. L'identification est basée sur l'observation et la comparaison, entre nos échantillons et la clé de détermination.

2.4.3.1. — Critères morphologiques

Les principaux critères morphologiques entrant dans détermination des espèces sont :

La forme de l'adulte, de la tête, des antennes, du pronotum, du prosternum, des carènes des posternum, des lignes fémorales de premier segment abdominal, la ponctuation du pronotum, des élytres et en fin la forme et la couleur des élytres, les ailes. On prend d'abord la taille de l'échantillon en mm.

2.4.3.1. — Critères anatomiques

Consiste à la description et l'examen des pièces sclérotinisées de l'appareil de reproduction (génitalia ou pièce génitales) mâles. Ces pièces sont utilisées en systématique.

On a basé beaucoup sur les Critères anatomiques dans la détermination des Lépidoptères et les coccinelles, par contre on a basé sur les Critères morphologiques dans la détermination pour le reste des spécimens.

2. 5 – Exploitation des résultats

Les résultats de la présente étude sont exploités par la qualité d'échantillonnage, par des indices écologiques de composition et de structure, ainsi que par des méthodes statistiques.

2.5.1. – Qualité de l'échantillonnage

Selon BLONDEL (1975), la qualité d'échantillonnage est donnée par la formule suivante :

$$Q = \frac{a}{N}$$

a est le nombre des espèces de fréquence 1.

N est le nombre de relevés.

Le rapport a/N correspond à la pente de la courbe entre le n – 1^{ème} et le n^{ème} relevé. Il met en évidence un manque à gagner. Il permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne. Plus ce rapport a / N se rapproche de 0 plus la qualité est bonne (RAMADE, 1984). Pour un peuplement entomologique il suffit que a / N atteigne le niveau 1.

2.5.2. – Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition retiennent l'attention sont les richesses totales (S) et moyenne (Sm), la fréquence centésimale (F.C.) et la fréquence d'occurrence ou constance (C).

2.5.2.1. – Richesse totale (S) appliquée aux espèces arthropodes piégés

Selon RAMADE (1984), la richesse totale (S) est le nombre des espèces présentes dans un écosystème. Dans le présent travail, la richesse totale est utilisée pour avoir des précisions sur la richesse de l'arthropofaune au niveau des trois types de palmeraies.

2.5.2.2. – Richesse moyenne (Sm) des arthropodes piégés

Selon BLONDEL (1979), la richesse moyenne est le nombre moyen des espèces piégées à chaque relevé. Elle correspond au nombre moyen des espèces présentes dans l'échantillon. Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement. Plus l'écart-type de la richesse moyenne sera élevée, plus l'hétérogénéité sera forte. A l'opposé, l'homogénéité est maximale si l'écart-type est égal à zéro, c'est-à-dire si toutes les espèces sans exception sont présentes dans chaque relevé (RAMADE, 1984).

Dans le présent travail, la richesse moyenne des insectes attrapés dans les pots Barber, par le filet fauchoir et par le parapluie japonais permet de mettre en évidence l'hétérogénéité éventuelle des peuplements constituant les différentes classes.

2.5.2.3. – Abondance relative (AR%) des espèces capturées

L'abondance relative (AR%) est le rapport du nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre ni au nombre total des individus de toutes les espèces confondues N (ZAIME et GAUTIER, 1989). Elle est calculée selon la formule suivante :

$$AR (\%) = ni / N \times 100$$

AR (%) est l'abondance relative.

ni est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

Cet indice est appliqué aux invertébrés capturés à l'aide des trois méthodes de piégeages au niveau des trois différentes plantations phœnicicoles.

2.5.2.4. – Fréquence d'occurrence C (%)

La fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée, par rapport au nombre total de relevés (DAJOZ, 1982). Elle est calculée par la formule suivante :

$$C (\%) = P_i / P \times 100$$

C (%) est la constance.

P_i est le nombre de relevés contenant au moins une proie de l'espèce i.

P est le nombre total de relevés effectués.

Nous retenons 6 classes de fréquence d'occurrence on constate :

Une espèce est omniprésente si $C = 100\%$

Une espèce est constante si $75\% \leq C < 100\%$

Une espèce est régulière si $50\% \leq C < 75\%$

Une espèce est accessoire si $25\% \leq C < 50\%$

Une espèce est accidentelle si $5\% \leq C < 25\%$

Une espèce est rare si $C < 5\%$

Egalement, cet indice est utilisé dans ce travail pour interpréter les captures d'invertébrés par les pots Barber, le filet fauchoir et le parapluie japonais.

2.5.3. – Indices écologiques de structure appliqués à l'arthropodofaune capturée dans les trois milieux phœnicicole

Les indices écologiques de structure sont représentés par la diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale et l'équirépartition.

2.5.3.1. – Indice de diversité spécifique de Shannon – Weaver (H') appliqué aux invertébrés des trois différentes palmeraies

Selon RAMADE (1984), il s'avère nécessaire de combiner l'abondance relative des espèces et la richesse totale afin d'obtenir une expression mathématique de l'indice général de la diversité. Le plus utilisé est celui de Shannon-Weaver:

$$H' = - \sum q_i \log_2 q_i$$

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits

$q_i = n_i / N$: Rapport du nombre des individus de l'espèce i au nombre total des individus échantillonnés toutes espèces confondues.

n_i : Nombre des individus de l'espèce i

N : Nombre total des individus

Lg2 : Logarithme népérien à base 2

Une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice H' sera plus grand (BLONDEL, 1979). Dans le présent travail, l'indice de diversité de Shannon-Weaver permet d'avoir des précisions concernant la diversité des peuplements des invertébrés.

2.5.3.2. – Diversité maximale

La diversité maximale H' max. correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement, calculée sur la base d'une égale densité pour toutes les espèces présentes (MULLER, 1985; WEESIE et BELEMSOBGO, 1997). Cette diversité maximale H' max. Est représentée par la formule suivante :

$$H' \text{ max.} = \text{Log}_2 S$$

S est le nombre total des espèces d'arthropodes présentes.

2.5.3.3. – Indice d'équitabilité ou d'équirépartition

L'équitabilité est le rapport de la diversité observée à la diversité théorique maximale (BARBAULT, 1981).

$$E = H' / \log_2 S$$

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité de l'effectif est concentrée sur une ou deux espèces. Elle est égale à 1 lorsque toutes les espèces possèdent la même abondance. L'équitabilité dans le présent travail permet de connaître l'éventuelle présence de la dominance des espèces qui constituent le peuplement d'arthropode au niveau des trois types de palmeraie échantillonnées.

Références bibliographiques

- 1/ ANONYME., 2007:** Information sur la ferme de DIF Dif. Daïra de Sidi Khouiled, Hassi Ben Abdellah.
- 2/ ANONYME, 1976:** Grand dictionnaire des animaux. Bordas. Ed. bordas, Italie, 1002p.
- 3/ ABABSA L., LAMOUCHE K., IDDER M.A., SEKOUR M. et DOUMANDJI S., 2004:** Variation du régime alimentaire de la Pie-grieche grise (*Lanius excubitor elegans*) dans les palmeraies de Mékhadma et de Hassi Ben Abdallah (Ouargla). *9eme journée nationale Ornithologie*, 7 Mars 2005, labo. Ornith.appl., Dep. Zool. Agri., El-Harrach, 31p.
- 4/ AOUIDANE E., 2000 :** Essai de lutte chimique à base d'un Acaricide (BYE BYE 200) contre *Oligonychus afrasiaticus* Mc. Gregor à l'I. T. D. A. S. de Ouargla. Mémoire Ing. D'état, I. A. S. Ouargla, 44p.
- 5/ BALACHOWSKY A., 1972:** Entomologie appliquée à l'agriculture, ED Masson, et cie, Paris, Tome II Volume 2.
- 6/ BENISTON, 1984:** Fleurs d'Algérie. Ed. entreprise nationale du livre, Alger, 359 p.
- 7/ BENKHELIL M. A., 1992:** Les Techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre – ED. O-P-E. Algérie. P 68.
- 8/ BENKHALIFA, 1991:** Introduction à l'étude de la bio-écologie de l'Apante monachus Fab. Avec une proposition d'un programme de lutte. Thèse. Ing. Agro., inst. Teach. agro. sahar. Ouargla, 72p.
- 9/ BENMEHCENE S., 1998:** Contribution à l'amélioration des aspects de la conduite du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Thèse de Magistère, I. N. A. El-Harrach. Alger, 173p.
- 10/ BEN ZAOUÏ S. et BEKKARI A., 1991:** Contribution à l'étude de la contribution à l'étude de la Jaune des palmeraies de deux régions d'Est algérien (Ouargla et Djamaa). Thèse Ing. Agro. Saha. Inst. Tech. Agro. Saha. Ouargla, 109p.
- 11/ BICHE M., 1987:** Bioécologie de *Parlatoria oleae* Colvée (Hom. Diaspididae) Ravageur de l'olivier, *Olea europea* L., Dans la région de Cap-Djinet (Algérie) et étude biologique de son parasite externe *Aphytis maculocornis* Masi (Hym. Aphelinidae). Dipl. Univ. Rech., Univ. Nice, 119 p.
- 12/ BISSATI S., DJEROUDI O., RAACHE I., et HALOUA R., 2005 :** Caractérisation morphologique et anatomique de quelques espèces halophytes dans la cuvette de Ouargla. Séminaire national sur l'Oasis et son environnement : un patrimoine à préserver et à promouvoir. Laboratoire de BIO-RESSOURCES SAHARIENNES : préservation et valorisation, du 12 au 13 Avril 2005. Université de Ouargla 14 p.

- 13/ BOUAFIA S., 1985:** Bioécologie du Boufaroua *Oligonychus afrasiaticus* à l'ITAS d'Ouargla et utilisation de *Trichogramma embryophagum Harting* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) comme agent de lutte biologique contre la pyrale des caroubes et des dattes *Ectomylois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). Mémoire Ing. agro., inst. nati. agro., El Harrach, 67 p.
- 14/ BOUGUEDOURA, 1979:** Contribution à la connaissance du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. Etude des productions axillaires. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle. USTHB. Alger, 201p.
- 15/ BOUGUEDOURA A., 1991:** Connaissance de la morphologie du palmier dattier (*phoenix dactylifera*). Etude inf-situ et in-vitro du développement morphogénétique des appareils végétatif et reproducteur. Thèse doctorat d'état, USTHB, Alger, 201p.
- 16/ BOUSSAID et MAACHE, 2000:** Données sur la bio-écologie et la dynamique des populations de *Parlatoria blanchardi* Targ. Dans la cuvette de Ouargla. Mémoire Ing. I. A. S. Ouargla, 94p.
- 17/ BOUZID et HANNI, 2008:** Ecologie de la reproduction du gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* L. dans le Sahara algérien (Ouargla). Séminaire sur les milieux aquatiques, Université 20 août 1956 SKIKDA du 25 au 25 mai 2008, 21p.
- 18/ CASTANY G., 1983:** Principes et méthodes de l'hydrologie, Paris 230P.
- 19/ CATALISANO A., 1986:** Le désert saharien, Ed. Bruno Masson et Cie, Paris, 127p.
- 20/ CHEHMA A., 2005:** Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algériens. Labo Eco-SYS, Univ de Ouargla, 140p.
- 21/ COUSIN J., 1973:** L'identification des crânes des passereaux (Passeriformes – Aves). Dipl. sup. étud. Rech. Univ. Bourgogne, Dijon, 340p.
- 22/ DAJOZ R., 1971:** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- 23/ DAJOZ R., 1974:** Précis d'écologie. Ed. Gauthier Villars, Paris, 503 p.
- 24/ DJAKAM L., et KEBIZE K., 1993:** Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de trois régions du sud-ouest Algérien. Thèse Ing., d'état, I.N.F.S.A.S., Ouargla, 144p.
- 25/ DJERBI M., 1988:** Les maladies du palmier dattier. Ed, FAO, PNUN et RAB. Alger, 127p.
- 26/ DJERBI M., 1994:** Les précises de la phoeniciculture. Ed, FAO, Rome, 191p.
- 27/ DOUMANDJ-MITICHE B., 1977 :** Les pyrales des dattes stockées. Ann. Ins. Nat. Agr. El-Harrach, Alger, Vol 7, N°1, p-p 32-58.
- 28/ DOUMANDJ-MITICHE B., 1983:** Contribution à l'étude bio-écologique des parasites et prédateurs de la pyrale des caroubes *Ectomylois ceratoniae* en Algérie en

- vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse Doctorat es, Scie, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 253p.
- 29/ DREUX P., 1980 :** Précis décolage. Ed.presse univ . de France, Pris (VIIème), 931 p
- 30/ DURANTON J.F
LAUNOIS-LUONG M.H. et
LECOQ M., 1982:** Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed. CIRAD/PRIFAS Départ. G.E.R.D.A.T, Paris, T.I, 695p.
- 31/ EDDOUD A., et
ABDELKRIM H., 2006:** Aperçu sur la biodiversité des mauvaises herbes dans la région de Ouargla. Rencontres Méditerranéennes d'Ecologie. Université é de Bejaïa du 7 au 9 novembre 2006, 128p.
- 32/ FEREMY D., 2000:** Le quid. Encyclopédie. Ed. ROBERT LAFFONT, France, 2014p.
- 33/ FAURIE C., FERRA C. et
MEDORI P., 1980:** Ecologie. Ed. Baillièrre, Paris, 168 p.
- 34/ FAUVEL G., 1974:** Les Hétéroptères prédateurs en verger. Les organismes auxiliaires en verger de pommier. OI L B / S R O P., pp 125-149.
- 35/ FAUVEL G., 1989:** Les insectes prédateurs d'acariens de cultures. Cloque sur les acariens des cultures. Annale A.N.P.P.N°2, Vol.1, 1989. Montpellier, pp29-49.
- 36/ GUEDIRI K., 2006 :** Biodiversité des messicoles dans la région de Ouargla : Inventaire et caractérisation, Mémoire d'ingéniera. Univ. Ouargla. 125 p.
- 37/ GUESSOUM M.,
1981 ;** Etude des acariens des rosacées cultivées en Mitidja et contribution à la lutte chimique vis-à-vis de *Panonychus ulmi* (Koch) (*Acarina – Tétranychidae*). Thèse Ing. INA., Alger, 105 p.
- 38/ GUESSOUM M.,
1988 :** L'Acarofaune de quelques cultures et bio-écologie de *Panonychus ulmi* (Koch) et *Cenopalpus pulcher* (Can et Fanz) sur pommier en Mitidja et *Oligonychus afrasiaticus* (Mc. Gregor) sur palmier dattier. Essai d'efficacité de quelques insecticides et acaricides. Thèse magistère, INA, Alger, 228 p.
- 39/ GUEZOUL O., et
DOUMANDJI M.,1995:** Inventaire ornithologique préliminaire dans les palmeraies de Oued m'ya (Ouargla). *Seminaire sur la réhbilitation de la faune et la flore*, 13 – 14 juin 1995, agence nati. Conserv. Natu. Mila, 12p.
- 40/ HADDAD, 2000:** Quelques données sur la bio-écologie d'*Ectomyeloides ceratoniae* dans les régions de Touggourt et Ouargla, en vue d'une éventuelle lutte contre ce prédateur. Mémoire Ing. I. A. S. Ouargla, 162p.
- 41/ HADDOU I., 2005:** Etude comparative entre quinze variétés de dattes et leur taux d'infestation par *Ectomyeloides ceratoniae zellar* dans la région de Ouargla. Mem. Ing. Agro., Ouargla, p-p. 37-38-39.
- 42/ HADEF D., 2005:** Effet de la datte de semis sur la productivité du colwa dans la région de Ouargla cas de Hassi ben abdallah Mémoire

d'ingéniorat. Univ.Ouargla. 62p.

**43/ HADJAIDJI-
BENSEGHIER F., 2000:**

Bioécologie des peuplements d'oiseaux de la palmeraie d'Ouargla. 5^{ème} journée Ornithologie, 18 avril 2000, labo. Ornith. Appli., Dép. Zool. Agri. For., Inst. nati. agro., El Harach, 41p.

**44/ HAMDI AISSA B.,
2001:**

Le fonctionnement actuel et passé de sols su Nord Sahara (cuvette de Ouargla). Approches micromorphologique, géochimique, inirologique et organisation spatial, thèse Doct. INA-PG.,Paris, 310p.

**45/ HANNACHI et
KHITIRI, 1991 :**

Inventaire et identification des cultivars de dattier dans la cuvette de Ouargla : organisation de la variabilité. Mémoire Ing. Agr. I. N. F. S. A. S.Ouargla, 58p.

46/ IBRAHIM M., 1995 :

Les ennemis du palmier dattier et de la datte dans le monde arabe. Ed. Ain Shamss. Egypte. 320 p. (en arabe)

47/ IDDER M. A., 1984 :

Inventaire des parasites d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller dans les palmeraies de Ouargla et lâchers de *Trichogramma embryophagum* Hartig contre cette pyrale. Memoire Ing. Agr. I. N. A. El-Harrach, Alger, 70p.

48/ IDDER M. A., 1992 :

Apreçu bio-écologique sur *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera, diaspididae) en palmeraies à Ouargla et utilisation de son ennemi *Pharoscymnus semiglobosus* Karsh. (Coleoptera, coccinellidae) dans le cadre d'un essai de lutte biologique. Thèse de Magistère, I. N. A. El-Hrrach. Alger, 102p.

49/ IDDER A., 1991 :

Contribution à l'étude bio-ecologique de l'acarien *Oligonychus afrasiaticus*(Mc.Gregor) (Acarina- Tetranychidae) dans la palmeraie de l'I.T.A.S. Thèse Ing., d'état, I.N.F.S.A.S., Ouargla 48p.

50/ ILLIASSOU A., 2004 :

Bioécologie des sauterelles et des sauteriaux de quatre stations d'études dans la cuvette de Ouargla. Mém. Ing. Agro. Saha. Ins. Nat. For. Sup. agro. Sah. Ouargla, 68 p.

51/ IPERTI, 1968 :

Les entomophages de *Parlatoria blanchardi* TARG dans les palmeraies de l'Adrar Mauritanien. Ann. Zool. Ecol, p-p 617-639.

52/ KAFI et al (1977)

Morphologie de la région de Ouargla, Thèse Ing. I. T. A. Mostaghanem.

53/ KHELIL A., 1991

Relation entre le niveau d'infestation par la cochenille blanche du palmier dattier. *Parlatoria blanchardi* Targ (Homptera, Dispidae) et la composition glucidique de deux variétés étudiées « Deglet nour- Ghars » . Mémoire Ing. D'état, Arg. Ouargla.

54/ LEBERRE M., 1978 :

Mise au point sur le problème du ver de la datte *Myelois*

- ceratonae* Zeller. Bull. Agr. Sahar., Vol 1, N°1, p-p 1-35.
- 55/ LEBERRE M., 1989 :** Faune du Sahara – Poissons – Amphibiens – Reptiles. Ed. Lechevalier – R. Chabaud, Paris, Coll. “Terres africaines”, T. I, 332 p.
- 56/ LE BERRE M., 1990 :** Faune du Sahara. – Mammifères. Ed. Lechevalier – R. Chabaud, Coll.« Terres africaines », T. II, 359 p.
- 57/ LEPESME, 1947 :** Les insectes des palmiers. Ed. Le chevalier. Paris, 904p.
- 58/ LEPIGRE, 1963 :** Aspect scientifique et pratique de la lutte contre le ver des dattes. Les journées de la datte, p-p 31-37
- 59/ MIHAELA P., 1999 :** Lutte biologique contre les ravageurs. Les chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers. Revue phytoma n° 522. Ed Ruralia France p-p 45 – 46.
- 60/ MOULAI R., 1993 :** Contribution à l'étude de quelques paramètres biologiques au laboratoire de *Stethorus punctillum* (Weise) (Coléoptera – Coccinellidae) prédatrice de Tétanyque. Thèse Ing., d'état, INA, Alger, 88p.
- 61/ MUNIER P., 1973:** Le palmier dattier. Ed, Maison neuve et larose, Paris, 221p.
- 62/ NENON J. P., 1981 :** L'utilisation des entomophages en lutte biologique. Ann. Bio. Lausanne, p-p 324-332.
- 63/OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE, 2008:** Rapport sur les données climatique d'Ouargla.
- 64/ OUELD H'MLLA, 1998 :** Effet de la date de ciselage sur la production dattière chez deux cultivars : Deglet Nour et Ghars dans la région de Ouargla. Mémoire Ing. D'état, I. H. A. S. Ouargla, 125p.
- 65/ OULD EL HADJ M. D., 1991:** Bioécologie des sauterelles et des sauteriaux de trois zones d'étude au sahara, Thèse. Mag. INA El-Harrach, 85 p.
- 66/ OZENDA P., 1983 :** Flore et végétation du Sahara. Ed, CNRS, Paris, 662 p.
- 67/ PERYON G., 2000:** Cultiver le palmier dattier. CIRAD Paris, p-p. 35-50-58
- 68/ TOUTAIN G., 1979:** Eléments d'agronomie saharienne et de la recherche au développement. Marrakech, Maroc, p-p. 57-58-59.
- 69/ RAMADE F., 1984 :** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 379 p.
- 70/ ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975 :** Le pays de Ouargla (Sahara algérien). Ed. Dep de Garg. L'université de SORBONE. Paris, 310p.
- 71/ SAHRAOUI L., 1988 :** Inventaire des coccinelles entomophages (Coleoptera, Coccinellidae) dans la plaine de Mitidja et aperçu bioécologique

des principales espèces rencontrées, en vue une meilleure appréciation de leur rôle entomophage en Algérie. Thèse Diplo. Uni. Rech. Biol. Anim., Université de Nice, France, 131 p.

72/ SAKHRI, 2000 :

Contribution à la connaissance de l'*Apate monochus* (Coleoptera, Bostrychidae) dans la région de Ouargla. Mémoire Ing. D'état, Agr. I. A. S. Ouargla, 119p.

73/ SELTZER P., 1946 :

Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Phys. Glob., univ. Alger, 219 p.

74/ VILARDEBO, 1975 :

Enquête et diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies de dattier du Sud-Est algérien. Bull. Agr. Sahar., Vol 1, N°1, p-p 1-21.

75/ YOUMBAI F., 1994 :

Contribution à l'étude de quelques paramètres écologiques d'*Oligonychus afrasiaticus* (Mc. Gregor) (Acarina Tetranychidae) et de son prédateur *stethorjs punctillum* (Weise) (Coleoptera, Coccinellidae) dans la palmeraie de l'INFSAS de Ouargla. Thèse d'ing. d'état INFSAS de Ouargla. 75 p.

76/ ZAHRDNIK, 1991 :

La grande encyclopédie des insectes. Ed Gruind Paris. 511 p.

77/ ZENKHRI S., 1987 :

Tentative de lutte biologique par l'utilisation de *Pharoscyrnus semiglobosus* Karsh. (Coleoptera, Coccinellidae) contre *Parlatoria blanchardi* TARG (Homoptera, Diaspidinae) dans la région de Ouargla. Thèse Ing. ITAS., Ouargla, 68 p.



Photo 04: *Stethorus punctillum* (Original)



Photo 05: *Pharoscymnus ovideus* (Original)



MEBARKI M.T., 2008

Photo 06 : *Chrysoperla carnea* (Original)



Photo 07 : *Geocoris sp* (Original)



Photo 08 : *Cybocéphalus sp.* (Original)



Photo 09 : *Phanerotoma flavitestacae* (Original)

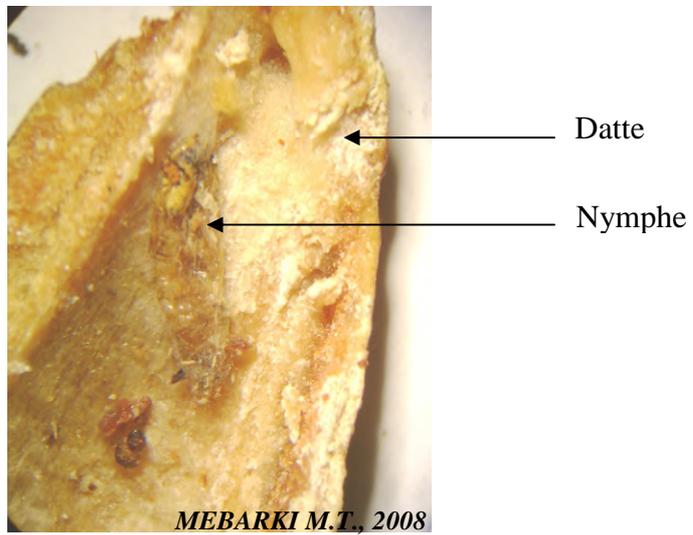


Photo 10 : Nymphe d'*Ectomyelois ceratoniae* parasitée par un auxiliaire

Annexe 01 : Principaux espèces végétales présentés dans la région d'étude

Familles	Espèces
<i>Apocynacées</i>	<i>Nerium oleander</i>
<i>Apiacées</i>	<i>Anethum graveolens</i>
<i>Asclépiadacées</i>	<i>Perularia tomentosa</i>
<i>Boraginacées</i>	<i>Molikia ciliata</i> <i>Echium trygotium</i>
<i>Capparidacées</i>	<i>Capparis spinosa</i> <i>Cleome Arabica</i>
<i>Caryophyllacées</i>	<i>Gymnocarpos decender</i> <i>Herinaria fontansii</i>
<i>Chénopodiacées</i>	<i>Gatophyra galopecuriodes</i> <i>Anabasis articulate</i> <i>Arthrochemum glaucoma</i> <i>Artrophytum scoparium</i> <i>Atriplex halimus</i> <i>Bassia muricata</i> <i>Cornulaca monocantha</i> <i>Traganum nudaium</i> <i>Salicornia ffractiosa</i> <i>Salsola utragona</i> <i>Suaeda mollis</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Beta vulgaris</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Anthemis stiparum</i> <i>Artemisia herba alba</i> <i>Atractylis flava</i> <i>Cardonnettes devoxii</i> <i>Cardenecellus eriocephalus</i> <i>Catananctie marinara</i> <i>Centaurea furfureacea</i> <i>Lactuca sativa</i> <i>Cotula cinerea</i> <i>Ilfoga spicata</i> <i>Launaca eadifolia</i> <i>Launafa essiniana</i> <i>Launafa glomerata</i> <i>Launafa cissiniana</i> <i>Spitezelia coranopifolia</i> <i>Stephanochilus omphanochilos</i> <i>Perralderia coonsprofolia</i> <i>Pulicaria crista</i> <i>Helianthemum lipli</i> <i>Farsetia hanifonu</i> <i>Malcolmia aegyptiaca</i> <i>Salina longistyla</i> <i>Savignya parviflora</i>
<i>Brassicaceae</i>	<i>Ouednoya Africana</i>
<i>Cucurbitacées</i>	<i>Zilla macroptira</i> <i>Colocynthis vulgaris</i>
<i>Convolvulacées</i>	<i>Cucurbita citrillis</i> <i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Cyperacées</i>	<i>Convolvulus supinus</i>
<i>Caryophyllacées</i>	<i>Cyperus congommeratus</i>
<i>Ephédracées</i>	<i>Spergularia pycnorrihiza</i>
<i>Euphorbiacées</i>	<i>Ephedra alata</i> <i>Euphorbia iguoniana</i> <i>Zupherdia gyoniana</i>
<i>Frankeniacées</i>	<i>Frankenia pulverulenta</i>
<i>Geraniacées</i>	<i>Radiums glaucophyllum</i> <i>Monsonia heliotropiodes</i>

<i>Poaceae</i>	<i>Aristida actiflora</i> <i>Aristida plumosa</i> <i>Aristida pungens</i> <i>Arondo donax</i> <i>Agropyrum repens</i> <i>Aeluropus littolis</i> <i>Avena alba</i> <i>Catandia divaricata</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Polypogon monspeliensis</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Phragmites communis</i> <i>Hordeum vulgare</i> <i>Zea mays</i> <i>Danthonia forskalii</i>
<i>Fabaceae</i>	<i>Schismus harbatus</i> <i>Astragalus gombo</i> <i>Astragalus gombi fermis</i> <i>Genista saharea</i> <i>Melilots indica</i> <i>Medicago sativa</i> <i>Retama retam</i>
<i>Liliacées</i>	<i>Allium cepa</i> <i>Asphodelus tenuifolouis</i> <i>Asphodelus refractus</i> <i>Urginea nocliflora</i> <i>Androcymbium punctatum</i>
<i>Malvacées</i>	<i>Malva parviflora</i>
<i>Orobanchacées</i>	<i>Cistanche niolacea</i>
<i>Apiaceae</i>	<i>Ammodacus seucotrichus</i> <i>Daucus sahariensis</i> <i>Daucus carota</i> <i>Ferula vesceritensis</i>
<i>Plantaginacées</i>	<i>Plantago albicans</i> <i>Plantago ciliata</i>
<i>Polygonacées</i>	<i>Calligonium comosum</i> <i>Calligonium avicular</i>
<i>Plombaginacées</i>	<i>Limoniastrum gyonianum</i> <i>Limonium delicatum</i>
<i>Rutacées</i>	<i>Ruta tuberculata</i>
<i>Rosacées</i>	<i>Neuroda procumbens</i>
<i>Solanacées</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Santalacées</i>	<i>Thesuum humile</i>
<i>Tamaricacées</i>	<i>Tamarix galena</i> <i>Fagonia glutinative</i> <i>Fagonia latifolia</i> <i>Fagonia armala</i>
<i>Zygophyllacées</i>	<i>Zygophyllum album</i>

Source: OULD EL HADJ (2002), et ZERROUKI (1996)

Annexe 02: les principales classes et espèces rencontrée dans la région de Ouargla

Classe	Insectes	Arachnides	Crustacées	Oligochététes	Myriapodes	Gastéropodes	total
Nombre d'espèces	223	17	3	1	1	1	246
%	90.65	6.91	1.21	0.41	0.41	0.41	100

Source:BEKKARI et al, (1991)

Annexe 03 : les principaux oiseaux dans le la région d'étude.

Famille	Nom scientifique	Nom commune
PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus ruficollis</i> <i>Podiceps cristatus</i>	Grèbe castageux Gèrbe huppé
ARDEIDAE	<i>Botaurus stellaris</i> <i>Egretta garzetta</i> <i>Ardea cinerea</i> <i>Ardea purpurea</i>	Butor étoile Aigrette gazette Héion cendré Héion pourpé
THRESKIORNITHIDAE	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis falcinelle
ANATIDAE	<i>Tadorna feruginea</i> <i>Tadorna tadorna</i> <i>Anas panelope</i> <i>Anas crecca</i> <i>Anas acuta</i> <i>Anas clypeata</i> <i>Marmaronetta</i> <i>Angustirostris</i> <i>Aythya nyroca</i> <i>Aythya fuligula</i>	Tadorne casarca Tadorne de belon Canard siffleur Sarcelle d'hiver Canard pilet Canard souchet Sarcelle mabrée Fuligule nyroca Fuligule morillon
ACCIPITRIDAE	<i>Gyps fulvus</i> <i>Cotus cygneus</i>	Vautour fauve Busard -saint martin
RALLIDAE	<i>Rallus aquaticus</i> <i>Porphyrio porphyrio</i>	Râle d'eau Talève sultane
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche
CHARADRIIDAE	<i>Charadrius alexandrinus</i> <i>Vanellus vanellus</i>	Gavelot à collier Interrompu vanneau huppé

SCOLAPACIDAE	<i>Calidris ferruginia</i> <i>Gallinago gallinago</i> <i>Limosa limosa</i> <i>Tringa stagnatilis</i> <i>Tringa nebularia</i> <i>Tringa glareola</i> <i>Numenius arquata</i>	<i>Bécasseau cocorli</i> <i>Bécassine des marais</i> <i>Barge à queue noir</i> <i>Chevalier stqgnatile</i> <i>Chevalier aboyeur</i> <i>Chevalier sylvain</i> <i>Courlis cendré</i>
STERCORARIIDAE	<i>Larus ridibundus</i>	<i>Mouette rieuse</i>
STURNIDAE	<i>Sturnus vulgaris</i>	<i>Etourneau sansonnet</i>
TYTONIDAE	<i>Tyto alba</i>	<i>Effraie des clochers</i>
STRIGIDAE	<i>Otus scops</i>	<i>Petit .duc scops</i>
APODIDAE	<i>Apus pallidus</i>	<i>Martinet pale</i>
MEROPIDAE	<i>Merops persicus</i> <i>Merops apiaster</i>	<i>Guepier de peres</i> <i>Guepier d'europe</i>
ALAUDIDAE	<i>Alauda arvensis</i> <i>Eremophila bilopha</i>	<i>Alouette des champs</i> <i>Alouette bilophe</i>
HIRUNDINIDAE	<i>Hirudo rustica</i>	<i>Hirondelle rustique</i>
MOTACILLIDAE	<i>Anthus sipinoletta</i> <i>Motacilla cinerea</i>	<i>Dipit spioncelle</i> <i>Bergeronnette des ruisseaux</i>
TURDIDAE	<i>Sascicola torquata</i> <i>Oenanthe moesta</i> <i>Turdus yorquatus</i>	<i>Tarier patre</i> <i>Traquet à tête grise</i> <i>Merle à plastron</i>
SYHVIIDAE	<i>Cettia cetti</i> <i>Cisticola juncidis</i> <i>Locustella luscinioides</i> <i>Hippolqis pallida</i> <i>Sylvia nana</i>	<i>Bouscarle de cetti</i> <i>Cisticole des joncs</i> <i>Locustelle lusciniode</i> <i>hypolais pale</i> <i>Fauvette naine</i>
TIMALIIDAE	<i>Turdoides fulvus</i>	<i>Cratéerope fauve</i>
PASSERIDAE	<i>Passer simplesc</i>	<i>Moineau blanc</i>
EMBERIZIDAE	<i>Emberiza cia</i>	<i>Bauant fou</i>

Source: ISENMANN et MOALI, (2000)

Annexe 04: Principaux mammifères présentés dans la région d'étude

Ordres	Familles	Espèces	Nom commun		
INSECTIVORA	Erinaceidae	<i>Aethechinus algirus.</i> (DUVERNOY et PEREBOULLET, 1842)	Hérisson d'Algérie.		
		<i>Paraechinus aethiopicus.</i> (HEMPRICH et EHRENBERG, 1833)	Hérisson du désert.		
CHIROPTERA	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus kuhli.</i> (KUHL, 1819)	Pipistrelle de kühl.		
CARNIVORA	Canidae	<i>Fennecus zerda</i> (ZIMMERMAN, 1780)	Fennec		
	Felidae	<i>Felis margarita</i> (LOCHE, 1858)	Chat des sables		
	Mustelidae	<i>Ictonysc striatus</i> (PERRY, 1810)	Zorille commun		
ARTIODACTYLA	Bovidae	<i>Gazella dorcas</i> (LINNAEUS, 1758)	Gazelle dorcas		
TYLOPODIA	Camelidae	<i>Camelus dromedarius</i> (LINNAEUS, 1758)	Dromadaire		
		Genre <i>dromedarius</i> (LINNAEUS, 1758)	Dromadaire		
RODENTIA	Gerbillidae	<i>Gerbillus(Hendecapleura) compestris</i> (LE VAILLANT, 1867)	Gerbille champêtre		
		<i>Gerbillus(Hendecapleura) nanus</i> (BLANFORD, 1875)	Gerbille naine		
		<i>Gerbillus (Gerbillus) gerbillus</i> (OLIVIER, 1800)	Petite gerbille		
		<i>Gerbillus pyramidium</i> (I.GEOFFROY, 1825)	Grande gerbille		
		Genre <i>meriones</i> (SUNDEVALL, 1842)	Mérion du désert		
		<i>Meriones libycus</i> (LICHTENSTEIN, 1823)	Mérion du Libye		
		<i>Psammomys obesus</i> (GRETZSCHMAR, 1828)	Psammomys obèse		
		LAGOMORPHA	muridae	<i>Rattus rattus</i> (LINNAEUS, 1758)	Rat noir
				<i>Mus musculus</i> (LINNAEUS, 1758)	Souris domestique
				<i>Jaculus jaculus</i> (LINNAEUS, 1758)	Petite gerboise d'Egypte
	Leporidae	<i>Lepus capensis</i> (LINNAEUS, 1758)	Lièvre du cap		

Source:LE BERRE, (1990).

Annexe 05 : poissons et amphibiens recensés dans la région de Ouargla.

Classes	Familles	Espèces	Nom commun
POISSONS	Claridae	<i>Clarias garipepinus</i> (BURCHELL, 1822)	Silure de l'Oued imbirou
		<i>Tilapia (coptodon) zillu</i> (GERVAIS, 1848)	Tilape de zill
AMPHIBIENS	Bufonidae	<i>Bufo mauritanicus</i> (SCHLEGEL, 1841)	Crapaud de Maurétanie
		<i>Bufo viridis</i> (LAURENTI, 1768)	Crapaud vert

Source: LE BERRE, (1989)

Annexe 06: listes des principaux reptiles.

Classes	Familles	Espèces	Nom commun
L'EZARDS	Agamidae	<i>Agama mutabilis</i> (MERREM, 1820)	Agame du désert
		<i>Agama savignii</i> (DUMERIL et BIBRON, 1837)	Agame de tournville
	Geckonidae	<i>Uromastisc acanthinurus</i> (BELL, 1825)	Fouette queue
		<i>Stenodactylus petriei</i> (AMDERSON, 1896)	Gecko de pétrie
		<i>Stenodactylus sthenodactylus</i> (LICHTENSTEIN, 1823)	Sténodactyle élégant
		<i>Tarentola neglecta</i> (STAUCH, 1895)	Tarente daignée
		<i>Acanthodactylus scutellatus</i> (AUDOUIN, 1829)	Acanthodactyle doré
		<i>Mesalina rubropunctata</i> (LICHTENSTEIN, 1823)	Erémias à points rouges
		<i>Scincopus fasciatus</i> (PETERS, 1864)	Scinque fascié
	Scincidae	<i>Sphenops sepoides</i> (AUDOUIN, 1829)	Scinque de berbérie
Varanidae	<i>Varanus griseus</i> (DAUDIN, 1803)	Varan du désert	
SERPENTS	Colubridae	<i>Psammophis sibilans</i> (LINNAEUS, 1758)	Couleuvre sifflante
	Viperidae	<i>Cerastes cerastes</i> (LINNAEUS, 1758)	Vipère à corne

Source: LE BERRE, (1989)

Résumé :

Le present travail à été réalisée au niveau de la région de Ouargla atravers trois stations (ITAS, Mékhadma, Hassi Ben Abdallah) trois techniques sont utiliseéespour l'étude des déprédateurs du palmier dattier et l'inventaire de ces auxilliairesdans la région de Ouargla au titre de la compagne 2007 / 2008:

Pour l'entomofaune associe avec la cochenille blanche on a recensé 35 espèces, dont 9 espèces appartient à la classe des Arachnides et 26 espèces appartient à la classe des Insectes, les plus importants sont : *Stethorus punctillum*, *Pharoscyrnus ovoideus*, *Pharoscyrnus numidicus*, *Cybocephalus sp*, *Lygaeus militaris*, *Chrysoperla sp*, *Chrysoperla carnea*, *Cataglyphis bombycina*, *Tapinoma nigerrimum* et *Pheidole sp*, signalé comme prédatrice.

Pour l'entomofaune associe avec la Pyrale de datte, on a recensé 33 espèces appartient à la classe des Insectes, les plus importants sont:
- 2 espèces signalé comme prédatrice des Pyralidae ; *Pheidole sp* et *Lygaeus militaris*.
- 8 espèces signalé comme parasitoides des Pyralidae ; *Habrobracon brevicornis*, *bracon hebetor*, *Phanerotoma Flaviatetataca*, *Phanerotoma sp*, *Chalcis sp* *Chalcidae sp ind* *Trichogramma sp* et *Ichnomonidae sp ind*.

Mots clé : Auxiliaire, Entomofaune, Boufaroua, Pyrale de datte, Cochenille blanche, palmier dattier, Ouargla.

the main pests of date palm and dates contribution to the inventory of their ancillary

Abstract:

Our work on the enemies of date palm and their auxiliaries in the season 2007 / 2008, in stations: I. T. A. S., Mékhadma et Hassi ben abdalalah.

The results obtained on a full year have shown that:

Under the conditions of the region of Ouargla, our inventory of entomofaune associated with the Boufaroua in the period of its activity, has identified 31 species, including 9 species belongs to the class of Arachnida, One of the family Dysderidae and others remain uncertain, and 22 species belongs to the class of Insects, the most important; *Stethorus punctillum*, *Pharoscyrnus ovoideus*, *Pharoscyrnus numidicus*, *Corizus sp*, *Corizus sp1*, *Geocoris sp*, *Lygaeus militaris*, *Chrysoperla sp* and *Chrysoperla carnea*, reported as predatory.

For entomofaune associated with the white cochineal there were 35 species, including 9 species belongs to the class of Arachnida and 26 species belongs to the class of Insects, the most important: *Stethorus punctillum*, *Pharoscyrnus ovoideus*, *Pharoscyrnus numidicus*, *Cybocephalus sp*, *Lygaeus militaris*, *Chrysoperla sp*, *Chrysoperla carnea*, *Cataglyphis bombycina*, *Tapinoma nigerrimum* and *Pheidole sp*, reported as predatory.

For entomofaune associated with the moth of dates, there were 33 species belongs to the class of Insects, the most important:
- 2 species of predatory reported as Pyralidae; *Pheidole sp* and *Lygaeus militaris*.
- 8 species of parasitoids marked Pyralidae; *Habrobracon brevicornis*, *bracon hebetor*, *Phanerotoma Flaviatetataca*, *Phanerotoma sp*, *Chalcis sp* *Chalcidae sp ind* *Trichogramma sp* and *Ichnomonidae sp ind*.

Keywords: Auxiliary, Entomofaune, Boufaroua, moth of dates, Cochineal white, date palm, Ouargla.

ملخص:

2008/2007

)# \$ %&' (!" I.T.A.S
' 8 56 7 034 / 0 12 , - . * +
I ! %&' 4H Dysderidae 7* % (F \$G E' CD' 8 9 31 ! (; BA = 7*? 1*? \$:?*@ * =2 !*> / < : 9 *+ +
K * =2 E' CD' 8 22 8 J
Stethorus punctillum, *Pharoscyrnus ovoideus*, *Pharoscyrnus numidicus*, *Corizus sp*, *Corizus sp1*, *Geocoris sp*, *Lygaeus*
) *R WT , *militaris*, *Chrysoperla spn*, *Chrysoperla carnea*,
K * =2 E' CD' 8 26 F \$G % E' CD' 8 9 35 ! (O \$ @ ! :?*@ * =M \$ L &
Stethorus punctillum, *Pharoscyrnus ovoideus*, *Pharoscyrnus numidicus*, *Cybocephalus sp*, *Lygaeus militaris*, *Chrysoperla sp*,
) *R WT , *Chrysoperla carnea*, *Cataglyphis bombycina*, *Tapinoma nigerrimum*, *Pheidole sp*,
K * =2 E' CD' 8 33 ! (; * 7! :?*@ * =M \$ L &
Pheidole sp *Lygaeus militaris* Q*R . S *R IT 8S P
Q*R . F: R % T FU 8 P
Habrobracon brevicornis, *bracon hebetor*, *Phanerotoma Flaviatetataca*, *Phanerotoma sp*, *Chalcis sp* *Chalcidae sp ind* *Trichogramma sp*
Ichnomonidae sp ind.
) <) * V O \$ @ ! : * 7! ! 1*? & * = (S 8 " !