

Propagation in vitro de 07 cultivars de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.).
Evaluation de leur résistance vis-à-vis de Fusarium oxysporum f.sp albedinis, agent causal du bayoud

Présenté par : Khelafi hafida

Promoteur: Aissat AEK. Maitre de conférences A. Université Saad Dahlab. Bida
27-06-2012

Président : Abdelguerfi A. Professeur. Ecole Nationale des Sciences Agronomiques Examineur:
Khelifi L. Professeur. Ecole Nationale des Sciences Agronomiques Examineur Benchabane M.
Maitre de Conférence A. Université Saad Dahlab. Bida

Table des matières

AVANT – PROPOS . . .	5
Résumé . . .	6
Summary . . .	7
ص غلم . . .	8
Liste des Abréviations . . .	9
INTRODUCTION . . .	10
CHAPITRE I : Analyse bibliographique . . .	12
I-1- Le palmier dattier . . .	12
I-1-1- Origine . . .	12
I-1- 2- Répartition géographique . . .	12
I-1-3- Importance économique . . .	13
I-1-4- Caractéristiques du palmier dattier . . .	14
I-1-5- Ecologie du palmier dattier . . .	15
I-1-6- Propagation du palmier dattier . . .	16
I-1-7- Variation somaclonale . . .	19
I-2- Fusariose vasculaire du palmier dattier . . .	19
I-2-1- Origine et extension géographique du Bayoud . . .	20
I-2-2- Impact économique . . .	22
I-2-3- Caractéristique de la maladie . . .	23
I-2-4- Agent causal du bayoud . . .	23
I-2-5- Moyens de lutte . . .	24
I-3- SELECTION <i>IN VITRO</i> DES PLANTES . . .	29
I-3-1- Sélection <i>in vitro</i> en utilisant le pathogène . . .	30
I-3-2- Sélection <i>in vitro</i> par l'utilisation du filtrat de culture . . .	30
I-3-3- Sélection <i>in vitro</i> en utilisant les toxines du pathogène . . .	31
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES . . .	34
II-1- Embryogenèse somatique . . .	34
II-1-1- Dissection des rejets . . .	35
II-1-2- Désinfection du cœur de rejet . . .	35
I-1-3- Conditions de culture . . .	37
II-2- Matériel fongique . . .	38
II-2-1- Collection des souches de <i>Fusarium o.xysporum f.sp albedinis</i> . . .	38
II-2-2- Isolement des souches de <i>Fusarium o.xysporum f.sp albedinis</i> . . .	38
II-2-3- Régénération des souches fongiques par culture monospore . . .	39
II-3- Sélection des souches agressives . . .	39
II-3-1- Matériel végétal . . .	39
II-3-2- Préparation de l'inoculum . . .	39
II-3-3- Inoculation des plantules . . .	40
II-4- Evaluation <i>in vitro</i> des cals embryogènes . . .	41
II-4-1- Production de filtrat de culture . . .	41

II-4-2- Application du filtrat de culture sur les cals embryogènes . . .	41
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION . . .	42
III-1- Embryogenèse somatique . . .	42
III-1-1- Initiation des cals. . .	42
III-1-2- Evolution des explants. . .	42
III-1-3- Etude de la callogenèse . . .	42
III-1-4- Réactions des différents types d'explants à la callogenèse . . .	44
III-1-5- Induction de l'embryogenèse somatique . . .	46
III-2- Sélection des souches agressives . . .	49
III-2-1- Isolement des souches de <i>Fusaarium oxysporum</i> f .sp <i>albedinis</i> . . .	49
III-2-2- Taux de germination des graines de palmier dattier . . .	50
III-2-3- Pouvoir pathogène des différentes souches de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>albedinis</i> . . .	51
III- 3- Effet des concentrations du filtrat de culture de <i>F.o.a</i> sur les cals embryogènes . . .	54
III-3-1- Réactions des cals en présence du filtrat de culture du <i>F.o.a</i> . . .	54
III-3-2- Effet des concentrations de filtrat de culture en fonction des cultivars. . . .	54
CONCLUSION . . .	63
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES . . .	65
ANNEXES . . .	76
Annexe 1 : Descriptions des cultivars de palmier dattier . . .	76
Annexe 2 : Milieu de culture Murachige . . .	76
Annexe 3 : Milieu de culture PDA (Potato Dextros Agar) . . .	78
Annexe 4 : Milieu de culture CZapek . . .	78
Annexe 5 : Analyse de la variance . . .	78
Annexe 6: Indice de similarité des différentes souches de <i>F.o.a</i> . . .	79
Annexe 7: Indice de similarité des différentes concentration de filtrat de culture de <i>F.o.a</i> . . .	80

AVANT – PROPOS

Ce travail a été réalisé au Laboratoire de Physiologie végétale et d'Amélioration des Plantes à l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie. Ce travail par ailleurs, rentre dans le cadre du Projet National de la Recherche entrant dans le Programme Agriculture et Alimentation

Je tiens à remercier vivement Mr Aissat A, Maître de conférences A à l'Université Saad Dahlab de Blida, d'avoir encadré ce travail, de part toute sa compréhension et sa disponibilité.

Avec un grand respect, je remercie Mr Abdelguerfi A, Professeur à l'ENSA, qui a bien voulu accepter la présidence de mon jury et m'avoir encouragé à finaliser ce travail

J'exprime ma profonde reconnaissance à Mr Khelifi L, Professeur à l'ENSA d'avoir mis tout son savoir pour examiner ce travail.

Mes remerciements vont également à Mr Benchabane M, Maître de conférences A à l'université Saad Dahlab de Blida qui me fait l'honneur de juger ce travail.

Mes remerciements sont vivement présentés à tous mes collègues de l'INRAA, en particulier mes collègues du Laboratoire de Physiologie Végétale et d'Amélioration des Plantes pour leurs conseils et encouragements qui m'ont toujours été d'un grand réconfort.

Résumé

Le bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier, demeure une menace pour les régions phoenicicoles. L'utilisation des cultivars résistants est le moyen le plus préconisé pour lutter contre cette maladie. Le repeuplement des palmeraies dévastées nécessite la disponibilité d'un grand nombre de rejets qui ne peut être obtenu que par la technique de la culture *in vitro*.

Sept cultivars de palmier dattier ont été multiplié *in vitro* afin d'évaluer de leurs capacités de tolérance, ou de résistance au *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* (*F.o.a*). L'inoculation artificielle de plants de cultivar sensible Deglet Nour avec 15 souches de *F.o.a* a permis de sélectionner les plus agressives. Les cals embryogènes ont été testés pour leur comportement vis-à-vis de la fusariose vasculaire. L'évaluation de leur degré de résistance est appréciée par l'introduction du filtrat de culture de la souche la plus agressive de *F.o.a* comme agent sélectif.

Les résultats obtenus ont permis de classer les cultivars en 03 groupes en fonction du pourcentage de nécroses de leurs cals.

Mots clés : *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, Palmier dattier, cals embryogènes, Agressivité, Résistance, Filtrat de culture

Summary

The bayoud disease is a vascular fusariosis of date palm, is the threat for oasis agriculture. Using resistant cultivars is the best way to control it, most recommended.

The plantation of the destroyed groves requires availability of a large number of offshoots which can be obtained only by the technique of the *in vitro* culture.

Seven cultivars of date palm were multiplied *in vitro* to estimate of their capacities of tolerance or resistance of *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* (*F.o.a*).

The artificial inoculation of plantlets of sensitive cultivar of Deglet Nour with 15 strains of *F.o.a* allowed selecting the most aggressive strains. Embryogenic calluses were tested for their behavior towards the vascular fusariosis.

Embryogenic callus were tested for their behavior towards the vascular fusariosis. The evaluation of their degree of resistance is appreciated by the introduction of the filtrate of culture of the most aggressive strains *F.o.a* as selective agent.

The results obtained allowed to classify cultivars in 03 groups according to the percentage of necroses of their callus.

Keys words: *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, date palm, embryogenic callus, Aggressivity, Resistance, filtrate culture

ص خلم

البيوض المرض الوعائي للخيل يبيق اخطر الامراض للمناطق المنتجة للخيلان , استخدام الاصناف المقاومة للبيوض هي الوسيلة الموصى بها لمحاربة هذا المرض .

ان اعدة غرس البساتن الممرمة يتطلب توفير عدد كبير من القائل والتي لا يمكن الحصول عليها الا بطريق تقنية زراعة الانسجة .

سبعة اصناف الخيل قد تضاعف عن طريق زراعة الانسجة لتقييم قدرتها عن مقاومتها المسبب للبيوض .
(*Fusarium oxysporum f.sp albedinis*)

التلقيح الاصطناعي للثلاث الحساسة / نقلة نور / خمسة حرة / سلالة التي سمحت لنا باختيار السلالة الاكثر * لقد تم اختيار

الكلاس الايمريوجيني لقرتهم عن مقاومة مرض البيوض . لقد تم تقييم درجة القدرة عن المقاومة المرض بلخال راسب الفطر في وسط الغذائي كعامل تقائي .

ان النتائج المحصلة تسمح بتصنيف الاصناف في 3 فئام حسب نسبة تضر الكلاس . الهدف من هذا العمل هو إكثار سبعة أصناف من الخيل و تقييم مقاومتها باستخدام راسب الفطر .

الكلمات الدالة : *Fusarium oxysporum f.sp albedinis* , أصناف الخيل , مقاومة , راسب الفطر .

Liste des Abréviations

- AKRB : Akerbuch
- C : Degré Celsius
- DN : Deglet nour
- EDTA : Ethylène Diamine Tétracétique acide
- F.o.a : *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*
- Fig : Figure
- IPA : Diméthylallylamino-purine
- Mg : Milligramme
- ml : Millilitre
- Min : Minute
- MS : Murachige et Skoog (1962)
- Picloram : Acide 4-Amino-3,4,6 trichloropicolinique
- Rpm : Rotation par minute
- TK : Takerbucht
- TKM : Takermust
- TMJT : Timjuhart
- TNBT : Tantbucht
- TZT : Tazarzait
- URS : U'rus

INTRODUCTION

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) est le pivot de l'oasis. La phoeniciculture est une activité dominante mais pas la seule dans l'agriculture oasienne. Elle est la principale ressource des populations du sud. Le palmier, par le microclimat qu'il crée, permet la plantation de plusieurs cultures en sous- étages. Il est également exploité par la population saharienne dans plusieurs activités notamment dans la construction d'habitations, l'artisanat, et aussi comme paravents dans la lutte contre l'ensablement.

Cependant, depuis la fin du 19^{ème} siècle, les zones phoenicicoles de l'ouest algérien ont subi des pertes importantes estimées à trois millions d'arbres (Djerbi, 1982; Djerbi et al., 1985) dues à une maladie vasculaire, le " bayoud " causé par un champignon tellurique *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* (KILLIAN et MAIRE) MALENÇON .

Ce fléau progresse de palmeraie en palmeraie, et de l'Ouest vers l'Est, et menace actuellement les plantations de Deglet Nour de l'Oued Righ, des Zibans et du Souf qui produisent 75% des dattes algériennes. Ce cultivar de renommée mondiale, par la qualité de ses fruits et par sa grande rentabilité, est très sensible à la fusariose, est de ce fait risqué d'atteindre la région du Sud Est algérien et la Tunisie.

L'éradication de cette maladie exige une surveillance constante dans les palmeraies indemnes, pour la détection des foyers primaires de la maladie, ainsi que la mise au point et le maintien d'un dispositif permettant l'éradication précoce de ces foyers.

Diverses stratégies de lutte sont mises en œuvre pour faire face à la maladie (lutte chimique, lutte microbiologique...). Cependant, la lutte génétique par l'utilisation des cultivars résistants reste le moyen le plus recommandé pour réduire ou arrêter sa progression.

Les sources de résistance chez le palmier dattier peuvent être retrouvées au niveau des cultivars présents dans les palmeraies ou chez les populations naturelles des palmiers issus de semis naturel. Cette résistance peut aussi être introduite par des croisements contrôlés. La mutagenèse à l'aide d'irradiation ou d'autres facteurs mutagènes est aussi susceptible de donner de bons résultats.

L'existence de la grande diversité génétique du palmier dattier permet le maintien des palmeraies malgré le dépérissement d'un grand nombre de palmiers dû à la maladie du bayoud. La recherche de nouveaux cultivars a permis, lors des prospections intensives et régulières dans les zones infestées, de dresser un inventaire de quelques cultivars, allant, depuis une sensibilité, à une grande résistance (Toutain, 1973; Brac de la Perrière et Benkhalifa, 1991).

Le palmier dattier se multiplie par les rejets qui se trouvent à la base du pied –mère mais ce moyen s'avère très limitatif en raison du nombre restreint de rejets émis. La culture *in vitro* s'avère le seul moyen, actuellement maîtrisé et efficace pour la multiplication rapide et en masse des cultivars sélectionnés pour la reconstitution des palmeraies détruites et l'extension de la culture dans de nouveaux périmètres.

Au préalable, la sélection pour le caractère de la résistance à la maladie, nécessite la mise au point de tests simples, rapides et complémentaires qui permettent de trier le

matériel génétique résistant. L'utilisation de toxine, du filtrat de culture ou de l'inoculum brut de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* peut être un moyen pour une évaluation précoce des cultivars résistants. La sélection se fait sur cals embryogènes, des suspensions cellulaires, des embryons somatiques, ou des plantules *in vitro*, ou bien en serre après acclimatation des plantules de palmier dattier,

L'objectif de notre travail est l'évaluation du comportement de 07 cultivars de palmier dattier, sélectionnés vis à vis de la maladie du bayoud. Il est composé de trois parties à savoir:

- Initiation de cals et multiplication *in vitro* des cultivars de palmier dattier.
- Etude de l'agressivité de 15 souches de *Fusarium oxysporum* f sp *albedinis* sur les plantules de palmier dattier du cultivar Deglet Nour, afin de sélectionner la souche la plus agressive pour les études ultérieures,
- Etude de l'effet de différentes concentrations de filtrat de culture de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* sur des cals embryogènes issus des 07 cultivars de palmier dattier.

CHAPITRE I : Analyse bibliographique

I-1- Le palmier dattier

I-1-1- Origine

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) prend son origine de la haute antiquité. Il est considéré comme le plus ancien arbre cultivé au monde.

Bien que largement cultivée, l'existence de la forme sauvage du palmier dattier n'est pas connue jusqu'à présent (Djerbi, 1990 ; Barrow, 1998). On pense que son ancêtre est *Phoenix reclinata* Jacq de l'Afrique tropicale, ou *Phoenix sylvestris* L. Roxb, d'Inde, ou un hybride entre ces deux espèces. Ces derniers ont un fruit de taille plus petite et agréable au goût.

I-1- 2- Répartition géographique

I- 1-2-1- Dans le monde

Le palmier dattier semble avoir été cultivé pour la première fois dans les zones arides et semi arides chaudes situées entre l'Euphrate et le Nil, vers 4500 avant J.C (Munier, 1973).

A partir de ces aires, la culture du palmier a progressé suivant deux directions distinctes : De la Mésopotamie vers l'Iran, pour atteindre la vallée de l'Indus et du Pakistan, et à partir de l'Egypte, vers la Libye, les pays du Maghreb et du Sahel.

On le retrouve également dans d'autres régions du monde où il fut introduit et sa culture adaptée. C'est le cas de l'Espagne qui reste le seul pays d'Europe à produire des dattes, principalement dans la palmeraie d'Elche.

Au cours du 20ème siècle la phoeniciculture a connu une extension vers d'autres régions du globe, soit pour des raisons d'ordre économique (Californie aux USA, la Namibie, ...etc.), et pour des raisons historiques la Nouvelle Calédonie (Ouennoughi et Dubost, 2005).

I- 1-2-2- En Algérie

Le palmier dattier est cultivé dans plusieurs oasis du sud algérien, caractérisé par un climat chaud et sec. La zone de culture s'étend de la frontière marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière Tuniso – Libyenne à l'Est. Du Nord au Sud du pays, elle s'étend depuis la limite Sud de l'Atlas saharien jusqu'à Reggane à l'Ouest, Tamanrasset au centre et Djanet à l'Est.

Les principales régions productrices de dattes sont concentrées à l'Est au niveau des Zibans, Oued Righ, Oued Souf et la cuvette de Ouargla et le M'Zab. Sa densité diminue en se dirigeant vers l'Ouest où les principales oasis sont localisés dans la région de la Saoura, le Touat, le Gourara, le Tidikelt et El Goléa.

I-1-3- Importance économique

Le palmier dattier constitue le pilier du développement économique et social pour d'importante population des pays producteurs de dattes.

Le potentiel phoenicicole mondial est évalué à plus de 105 millions de palmiers dattiers repartis dans les cinq continents, sur une superficie totale évaluée à plus de 1.127.440 ha(FAOSTAT, 2007).

Au cours de ces dix dernières années, la plupart des pays producteurs de datte ont vu leur production augmenter de 43 pour cent.

La production mondiale annuelle de datte est évaluée par le FAOSTA à près de 7,5 millions de tonnes pour l'année 2009 comme indiqué dans le tableau 1, les principaux pays producteurs se trouvent au Moyen-Orient et en Afrique du Nord.

Tableau 1: Production du palmier dattier dans le monde (FAOSTAT, 2009)

Pays	Production (Tonnes)
Egypte	1,350.000
Iran	1,088.040
Arabie Saoudite	1,052.400
Pakistan	735.280
Emiraties Arabe Unies	759.00
Algérie	600.700
IraK	507.000
Soudan	339.300
Oman	278.590
Libye	160.100
Tunisie	145.000
Chine	140.000
Maroc	72.000
Yémen	56.760
Niger	37.790
Turquie	25.280
Israël	22.190
Qatar	21.600
Mauritanie	20.000
Tchad	18.780
Total Mondial	Plus de 7.462.510

En Algérie, le nombre de palmiers productifs est de l'ordre de 11 millions d'arbres, fournissant une production de 7 millions de quintaux dont 46% pour la seule variété Deglet Nour (Belguedj, 2010). L'exportation est estimée à 129 570 quintaux de dattes, constituant l'une des principales entrées en devise, après les hydrocarbures. Elle occupe le 6^{ème} rang parmi les pays producteurs de dattes à l'échelle mondiale. (Soucheyre, 2006, MADR, 2007 et FAOSTAT, 2009).

Wilaya	Deglet-Nour	Mech-Degla et analogues (sèches)	Ghars et analogues (molles)	TOTAL
<i>Biskra</i>	1442895	789 881	381 309	2614085
<i>El-Oued</i>	1060130	359 366	377 334	1796830
<i>Ouargla</i>	540 786	56 766	416 091	1013643
<i>Ghardaïa</i>	185000	-	238 000	423 000
<i>Adrar</i>	-	821194	-	821194
<i>Béchar</i>	-	55 978	157 814	213 792
<i>Tamanrasset</i>	-	104 489	-	104 489
<i>Illizi</i>	763	6 046	9 093	15 902
<i>Tindouf</i>	-	240	5 760	6 000
TOTAUX	3229574	2193960	1 585 401	7008935

Tableau 2: Production dattière en 2010 en quintal (Belguedj, 2010).

Les cultivars les plus importants sur le plan économique sont dans l'ordre décroissant: Deglet Nour, avec une production de 3 074 332 quintaux, suivie de Degla Beida et analogues, avec 1 788 974 quintaux et enfin, Ghars et analogues, avec 1 482 653 quintaux (Tableau 2). Cette culture occupe toutes les régions situées sous l'atlas saharien, soit environ 160.000 ha, depuis la frontière algéro-marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière algéro-tunisienne-libyenne à l'Est. Le potentiel de production a augmenté de 70 pour cent entre 1999 et 2006, grâce à l'extension de la superficie occupée par les palmeraies

La densité moyenne de plantation par hectare est d'environ 110 palmiers, ce qui correspond à un nombre total d'environ 17,6 millions de palmiers dont 10.5 millions en pleine production (MADR 2007).

L'aire de répartition des palmiers varie d'une wilaya à une autre. Par exemple la wilaya de Biskra et El Oued occupe une surface de 50 000 ha alors que la wilaya de Djelfa s'étend sur une surface inférieure à 100 ha.

Le palmier dattier fournit l'aliment de base, la datte et il est aussi exploité dans plusieurs activités, notamment dans la construction d'habitations, l'artisanat et comme paravent dans la lutte contre l'ensablement.

I-1-4- Caractéristiques du palmier dattier

I-1-4-1- Position taxonomique

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par LINNE en 1734. *Phoenix* dérive de Phoinix, nom du dattier chez les Grecs de l'antiquité, qui le considéraient, comme l'arbre des Phéniciens ; *Dactylifera* vient du latin *dactylus* dérivant du grec *daktulos*, signifiant doigt, en raison de la forme du fruit.

Sur le plan taxonomique, selon Moor (1973), le palmier dattier appartient à:

- Embranchement :	Spermaphytes
- Sous - Embranchement:	Angiospermes
- Classe:	Monocotylédones
- Famille :	Arecaceae
- Tribu:	Phoeniceae
- Genre:	Phoenix
- Espèce:	dactylifera L

I-1-4-2- Description botanique de l'arbre

Le palmier dattier est une plante arborescente. Le tronc, ou stipe, est généralement cylindrique. Il porte un bourgeon terminal qui assure sa croissance en longueur. Sa hauteur peut atteindre 20 mètres.

Le système racinaire présente de nombreuses racines adventives, très longues, obliques ou horizontales parfois aériennes (pneumatodes). Ces derniers permettent les échanges gazeux avec l'air de l'atmosphère.

Les feuilles sont disposées sur le tronc en plusieurs hélices et possèdent un pédoncule très large à la base appelé rachis. Les folioles sont disposées en position oblique, le long de la nervure centrale. A la base du rachis certaines folioles sont transformées en épines (Munier 1973).

A l'aisselle de chaque palme se trouve un bourgeon adventif qui en se développant, peut évoluer soit en inflorescence dans la partie coronaire, soit en gourmand dans la partie sous-coronaire, soit enfin, un rejet à la base de la partie basale.

Le dattier est une plante dioïque. Les inflorescences mâles et femelles se développent sur des pieds distincts. Elles sont enveloppées par une grande bractée appelée « spathe » issue du développement des bourgeons axillaires. Les épis ont un axe charnu appelé spadice sur lequel sont disposées des fleurs.

Les fleurs mâles possèdent 6 étamines à déhiscence interne. Elles comportent un calice court, formé de trois sépales soudés et d'une corolle de 3 pétales pointus.

Les fleurs femelles ont un ovaire comportant 3 carpelles libres renfermant chacun un ovule anatrope. Un seul ovule par fleur se développe.

Le fruit appelé datte est une baie. Le mésocarpe est fibro charnu, l'endocarpe uni à la gaine est membraneux. La graine ou noyau est formée d'un embryon circulaire et un albumen corné formé de matière cellulosique. Le périanthe ou calice subsiste toujours et reste parfois adhérent au fruit.

I-1-5- Ecologie du palmier dattier

L'écosystème du palmier dattier est la plupart du temps de nature aride. Le dattier est une espèce thermophile mais qui résiste aux grandes fluctuations de température

Il peut supporter des températures élevées qui peuvent aller jusqu'à 56°C en été ; il peut également résister à des températures au-dessous de 0°C en hiver. Le point zéro de végétation du palmier dattier est de 7°C et son activité maximale est aux environs de 32°C (Zaid et De Wet, 2002). C'est une espèce héliophile, la lumière active la photosynthèse et la maturité des fruits.

Le palmier dattier peut croître dans tous les types de sols des régions désertiques et subdésertiques, pourvu que ses exigences hydriques soient satisfaites (Halle *et al.*, 1978). Cependant, il préfère nettement les sols légers et meubles.

Le palmier dattier est une plante très résistante à la sécheresse grâce à son système racinaire développé pouvant aller en profondeur à la recherche de l'eau. Ces besoins en eau varient entre 15.000 et 20.000 m³/ha/an (Saaidi, 1979). Le palmier dattier peut tolérer un sol contenant jusqu'à 3 à 4 % de Sel (Ozenda, 1977).

L'humidité de l'air influence la qualité de la datte pendant la maturation. Avec une humidité élevée, les fruits sont mous alors qu'avec une humidité faible, ils sont secs. Ce phénomène est accentué quand l'humidité faible est accompagnée de vents chauds et secs.

Le palmier dattier résiste au vent fort et chaud pendant l'été protégeant ainsi les cultures sous – jacentes plus sensibles (Dowson, 1982).

I-1-6- Propagation du palmier dattier

Le palmier dattier est une plante dioïque possédant un nombre chromosomique $2n=36$. Deux voies de multiplication de dattier sont répandues ; soit à partir du semis, soit à partir de rejets.

I-1-6-1- Multiplication à partir de semis

C'est le mode de multiplication le plus anciennement utilisé par les agriculteurs. La multiplication par graines provoque une forte hétérogénéité d'où l'impossibilité d'obtenir deux plants identiques (Nixon et Fur, 1965). Dans une descendance à partir de graines, la population sera constituée de 50% d'individus mâles et autant d'individus femelles (Munier 1973).

A partir des graines, la reproduction est longue et il faut environ dix années pour obtenir des palmiers productifs (Toutain, 1967). Cependant, cette méthode permet de créer des cultivars présentant des caractères intéressants susceptibles de constituer une réserve génétique pour les phoeniculteurs (Jahiel, 1989).

Elle peut constituer une méthode de lutte indirecte contre la fusariose vasculaire du palmier dattier, car elle permet l'obtention de clones résistants à la maladie et produisant des dattes de bonne qualité.

En effet, des palmiers issus de noyaux, appelés localement « Dguel » portant des dattes de qualité et ne présentant pas de symptômes de la maladie peuvent être repérés dans les foyers actifs et pouvoir sélectionner des lignées résistantes à la fusariose (Saaidi, 1979).

Le caractère de résistance à la maladie du bayoud peut être introduit par des croisements incluant les principales variétés commerciales sensibles à la fusariose. Cependant, même longue, cette méthode reste la voie la plus sûre.

I-1-6-2- Multiplication à partir de rejets

Afin de reproduire fidèlement les caractéristiques variétales, la multiplication du dattier n'est possible que végétativement c'est-à-dire par l'utilisation des rejets poussant à la base de l'arbre.

Cependant, cette technique traditionnelle est loin d'être rapide et simple; le nombre de rejets produits, très variable selon les cultivars (10 à 30 pendant sa phase d'activité

végétative) (Rhiss, 1980, Lachqer-sillou, 1989) rendent l'utilité de cette technique très limitée.

Une fois le rejet planté, la reprise de ce dernier dépend de nombreuses conditions à savoir : le poids des rejets qui doit être compris entre 15 à 25 kg (weitheimer, 1956; Lefevre, 1962), la période de plantation qui est favorable durant le printemps et en été (juillet), ainsi que le mode de plantation des rejets et le mode d'irrigation.

En plus du nombre limité de rejets que produit le palmier et la lenteur de sa multiplication, cette technique présente un inconvénient majeur dans la dissémination de la maladie du bayoud dans les zones non contaminées

La technique de multiplication traditionnelle à partir de rejets ne peut répondre au besoin pressant de reconstituer et d'améliorer la productivité dans les vastes palmeraies ravagées par la maladie du bayoud et créer de nouveaux périmètres de mise en valeur.

I-1-6-3- Multiplication *in vitro* du palmier dattier

La technique de la multiplication végétative par la culture *in vitro* permet de produire un grand nombre de plants en un temps restreint. C'est une solution rapide pour le repeuplement des palmeraies dévastées par la maladie du bayoud ou pour l'extension des nouveaux périmètres. Ce mode de multiplication est un moyen pour remédier au manque de rejets.

C'est une méthode qui permet d'obtenir un grand nombre de plants identiques à partir d'un seul rejet de cette monocotylédone arborescente en gagnant un temps de l'ordre de plusieurs années.

Chez le palmier dattier, deux (02) méthodes différentes de micropropagation ont été explorées. L'organogenèse et l'embryogenèse somatique

I-1-6-3- 1 Organogenèse

La multiplication végétative par la technique d'organogenèse est semblable à la méthode classique de multiplication et permet la production de plants identiques à la plante mère

L'organogenèse somatique permet la réactivité des bourgeons axillaires et pousses adventives sur les tissus de plusieurs types d'explants (bourgeons axillaires à la base des jeunes feuilles,

cœurs de rejets, jeunes inflorescence). Elle peut être directe ou indirecte en passant par un stade cal (El hadrami *et al.*, 1997).

C'est une technique qui permet le développement de bourgeons suite à la mise en culture de fragments de cœur de rejets. Les bourgeons sont multipliés et enracinés. Ce moyen de multiplication est décrit dans les travaux de Poulain *et al.*, (1979) et Rhiss, (1980). Divers travaux de recherche sur différentes origines tissulaires comme les jeunes feuilles, les jeunes plants, les bourgeons floraux et les embryons, les bourgeons axillaires et de fragments de cœur de rejets ont été menés par plusieurs auteurs (Khan *et al.*, 1982; Zaid, Tisserat, 1983 ; Ammar et Benbadis, 1977 ; Tisserat, 1979 ; Sharma *et al.*, 1980, Drira, 1983 ; Rhiss, 1980; Beauchesne, 1982; Saka et Abed, 1989; Scoarnec, 1991; Anjarne et Zaid, 1993).

L'avantage de cette technique est la production de vitroplants conformes aux rejets d'origine.

I-1-6-3-2- Embryogenèse somatique

L'embryogenèse somatique est une technique qui désigne la formation en condition *in vitro* d'embryons à partir d'une ou plusieurs cellules somatiques.

Deux types d'embryogenèse somatique sont observés:

- Embryogenèse somatique directe permet d'aboutir à la néoformation des embryons somatiques directement sur différents explants mis en culture, tels que les méristèmes apicaux, les fragments de gaines et stipes et des bourgeons axillaires. Le processus consiste à une dédifférenciation de ces néoformations qui aboutissent directement au développement d'embryons lorsqu'elles sont sous des bonnes conditions de culture (Sharp *et al.*, 1980).
- Embryogenèse somatique indirecte est induite après une phase de multiplication cellulaire. Cette prolifération permet la formation de cals ou de suspensions cellulaires embryogènes qui seront le siège de la néoformation des embryons somatiques. C'est ces derniers qui se développent en plants.

L'embryogenèse somatique, est composé de deux étapes : l'induction et l'embryogenèse

1. Etapes d'induction de cals « callogénèse » :

C'est un processus qui permet la néoformation, sur l'explant mis en culture, par un passage d'une dédifférenciation d'un amas cellulaire qui aboutit à la formation de cal.

L'induction de la callogénèse, chez le palmier dattier, est lente ; elle peut varier entre 6 mois et 12 mois de culture (El Bellaj *et al.*, 2000).

Seuls les cals de structure nodulaire, plus ou moins friable, et de couleur blanchâtre à brun son embryogène (Baaziz *et al.*, 1996 ; Saka *et al.*, 1997). La croissance de cal peut être indéfinie (Margara, 1989). L'entretien et la multiplication de la masse de cals embryogènes se fait par repiquages successifs sur milieu frais solide ou bien liquide.

La réussite de cette phase de callogénèse repose sur le type de l'explant choisi ainsi que la composition des substances de croissance du milieu de culture. En général, se sont les tissus méristématiques (apex, embryons, bourgeons axillaires et apicaux) qui donnent les cals (Mater, 1986). Le milieu de base utilisé est généralement le milieu de Murashige et Skoog (1962) sans ou avec auxine avec un apport de charbon actif.

1. Etapes de l'embryogenèse: Obtention d'embryons somatiques et leurs germinations :

C'est une étape au cours de laquelle le cal formé différencie des embryons somatiques. Le transfert des cals sur un milieu de régénération sans auxines ou bien contenant une faible dose permet l'obtention de ces embryons.

L'embryon somatique est caractérisé par une structure bipolaire, un pôle qui donne les feuilles et un pôle radicaire (Auge, 1989) d'où le cotylédon et la radicule apparaissent. L'allongement du cotylédon qui possède à sa base la fente cotylédonaire permet l'émergence d'une feuille suivie par la néoformation des plantules qui sont composées de 2 ou 3 feuilles et des racines. Les vitroplants obtenus nécessitent un transfert en serre. Le tableau 3 résume les travaux les plus importants.

Tableau 3: Principaux travaux sur l'embryogenèse somatique du palmier dattier.

Auteurs	Explants	Résultats
Reuveni et al., 1972	Embryons zygotiques entiers	Obtention de cals embryogènes
Bouguedoura, 1979	Apex, bourgeons axillaires, stipe, et rachis	Cals → stipe et rachis Vitroplants → bourgeons axillaires
Reynolds et Murashige 1979	Embryons excisés de noyaux matures.	Proembryons
Tisserat, 1979	Embryons excisés des graines	Plantules
Mater, 1986	Embryons zygotiques immatures, fragments, de cœurs de rejets.	Formation des plantules
Sharma <i>et al.</i> , 1984 et 1986	Apex, bourgeons axillaires, explants foliaires de viroplants	Formation des plantules
Daikh et Demarly, 1987	explants foliaires de vitro-plants.	Formation des plantules
Daguin et Letouze, 1987	Tissus de cœur de rejets.	Formation des plantules
Saka et Abed, 1989	Tissus de cœur de rejets.	Formation des plantules
Lachqer sillou, 1989	Tissus de cœur de rejets, embryons zygotiques	Formation plantules
Lotfi, 1989	Jeunes Inflorescences males et Femelles.	Formation des plantules
Scoarnec, 1991	Tissus de cœur de rejets.	Formation des plantules
Chabane, 1995	apex, bourgeons axillaires, stipe, et rachis, feuilles de cœur de rejets.	Formation des plantules à partir d'apex, et de feuilles de cœur de rejets
El Hadrami et Baaziz 1995	Tissu de cœur de rejet	Formation des plantules
Fergani, 1998	Apex, bourgeon axillaires, stipe, jeunes feuilles	Formation des plantules
Chukwuemeka et al., 2005.	Tissus de cœur de rejets.	Formation des plantules

I-1-7- Variation somaclonale

la variation somaclonale est une variation incontrôlée du génotype lors de la culture cellulaire (Larkin et Scowcroft, 1981), Ces variations affectent la structure du génome, ou bien son expression. Au niveau de la structure du génome, elles peuvent soit entraîner des

modifications au niveau du génome, soit au niveau du chromosome, ou bien au niveau du gène. (Fourré *et al.*, 1997).

L'origine de la variation somaclonale peut être diverses, à savoir la nature du génotype, l'âge de la culture, la composition des milieux de culture avec en particulier la composition

hormonale. En effet, les concentrations élevées en hormones de croissance seraient vues par la culture *in vitro* comme un stress environnemental, provoquant des anomalies (Karp, 1994). Parmi les régulateurs de croissance, l'acide 2,4 dichlorophénoxyacétique (2,4D) en forte concentration, très utilisé pour l'embryogenèse somatique, est connu pour augmenter l'instabilité chromosomique lorsqu'il est utilisé à forte concentration.

I-2- Fusariose vasculaire du palmier dattier

La fusariose du palmier dattier est une maladie fongique dont l'agent causal est le *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* (F.o.a). C'est un champignon microscopique d'origine tellurique. Il appartient au domaine des Eucaryotes, au règne des Fungi, la division des *Ascomycotina*, à la classe des *Sordariomycetes*, à la sous classe des *Hypocreomycetidae*, à la famille des *Nectriaceae*, à l'ordre des *Hypocreales* (Eriksson et Winka, 1997 ; Eriksson, 2006); la forme spéciale *albedinis* a été définie par Malençon (1934) et Perreau –Leroy (1958). Il est dénommé actuellement *Fusarium oxysporum* Schlechtendal f. sp *albedinis* (Killian. & Maire) Malençon.

Actuellement aucune race n'a été reconnue chez le *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*.

I-2-1- Origine et extension géographique du Bayoud

Le bayoud vient du mot arabe « Bayadh » désignant la couleur blanche que prend la palme atteinte. Cette fusariose vasculaire du palmier dattier est causée par un champignon tellurique: *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*.

Cette maladie est apparue en 1887 dans la vallée du Drâa au Maroc (Toutain, 1965). Elle s'est ensuite propagée vers le Sud-Ouest marocain et l'Est en 1900 pour atteindre respectivement les palmeraies marocaines du Bani et les palmeraies situées des deux côtés des frontières algéro-marocaines

En Algérie, elle a été signalée pour la première fois en 1898 à Beni-Ounif. Puis, elle atteint Béchar et Beni abbes, Foggaret ez Zoua, Fatis, Adrar et In Salah.

A partir d'In Salah, le bayoud fait un bond de 700km vers le Nord pour atteindre la palmeraie de Metlili. Arrivé dans le Mzab (Mettili, Ghardaïa), le bayoud s'est rapproché des palmeraies de l'Oued Righ, où la variété Deglet Nour (très sensible au bayoud) constitue des plantations monovariétales (Fig 1).

En 1975, il a été signalé à Ghardaïa et en 1977 à El Goléa où un traitement à base de chloropicrine a été appliqué aux palmiers (Djerbi, 1982).

La région de Ghardaïa est considérée comme le front de la maladie du bayoud. L'apparition des nouveaux foyers dans cette région au niveau des localités de zelfana (01 foyer) et Sebseb (02 foyers) montre la menace qui pèse sur les plantations de Deglet Nour du Sud Est algérien (Fig 2). La localité de zelfana n'est qu'à 150km de la wilaya de Ouagla, zone indemne du bayoud (Chikh Aissa et al., 2003).

A la fin des années 90, la maladie a été découverte au Nord de la Mauritanie, dans les palmeraies d'Adrar (Sedra, 1995a, 1999a,b) ainsi que dans la région de Tichit dans la région de Tagant au centre du pays.

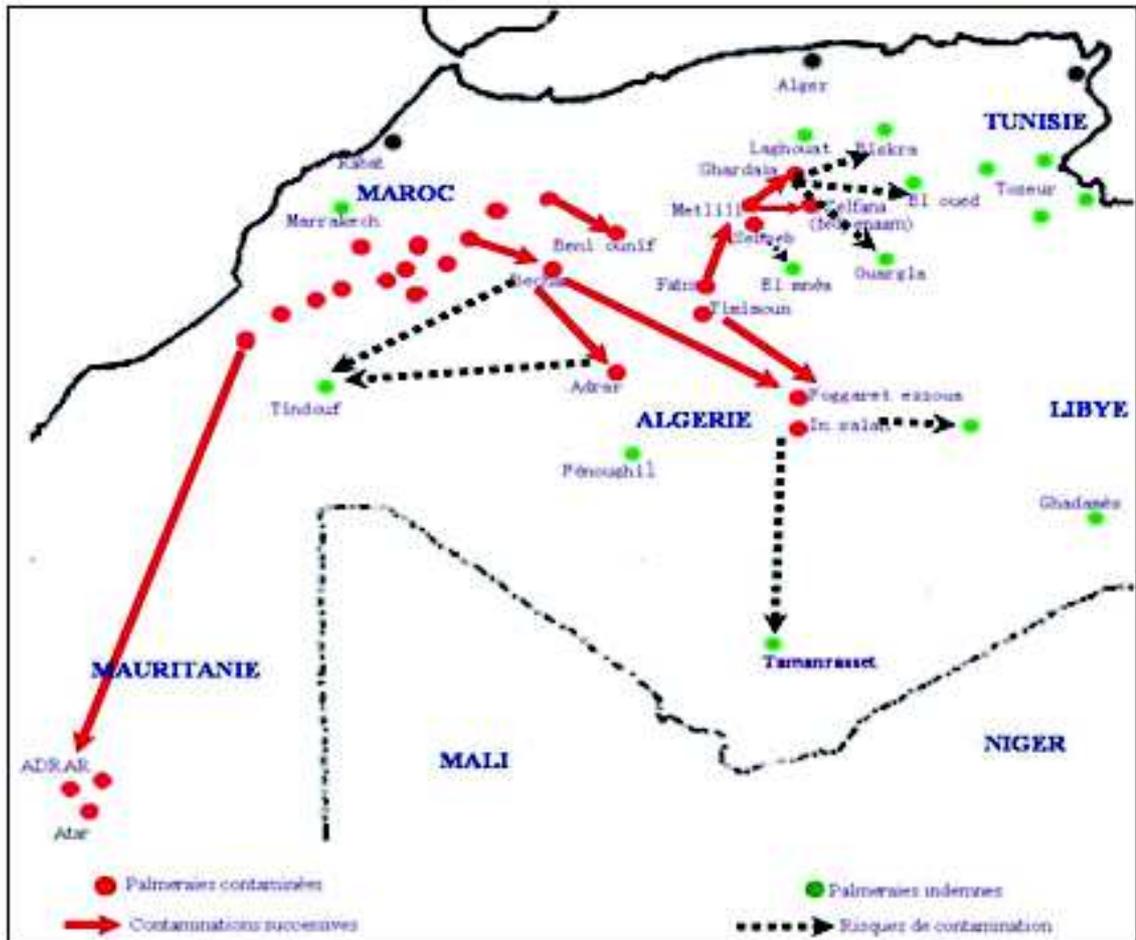


Figure 1 : Distribution géographique du bayoud en Afrique du nord et en Algérie (Tirichine, 2006).

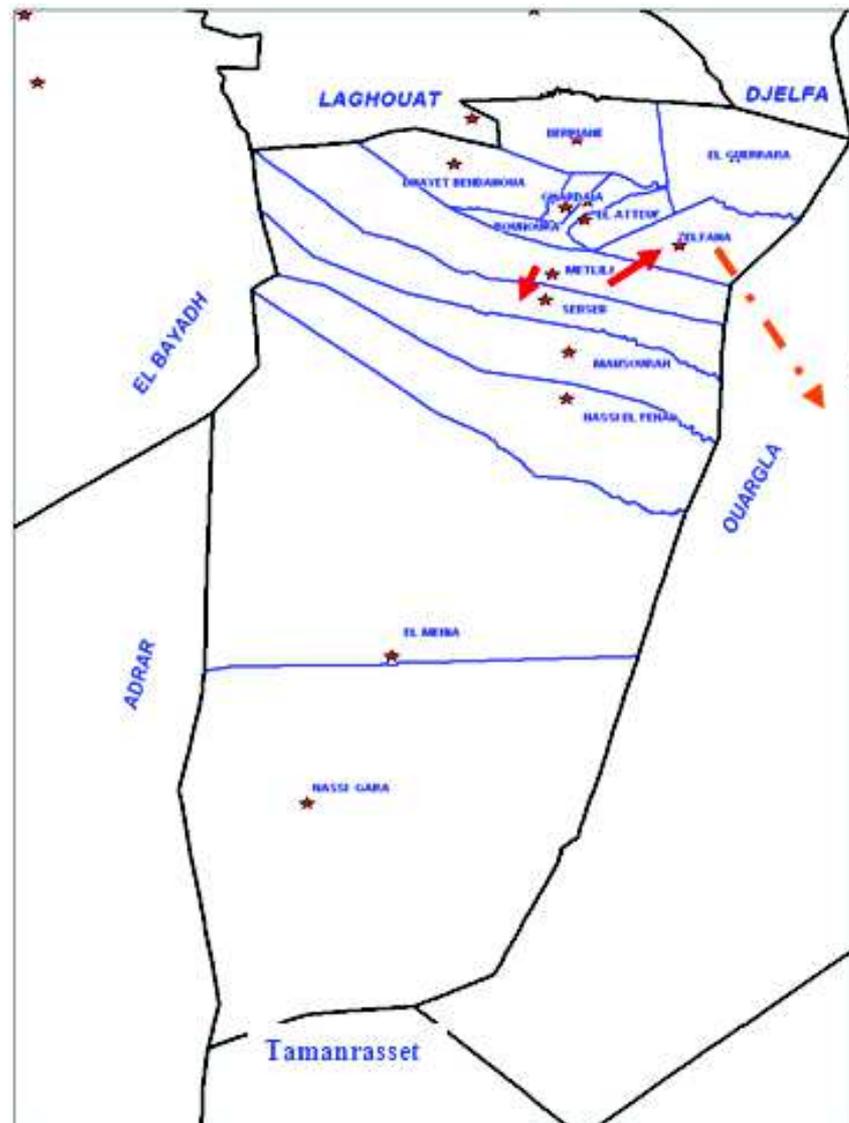


Figure 2: Nouveaux foyers infestés par le bayoud dans la wilaya de Ghardaïa

I-2-2- Impact économique

Les dégâts causés par la maladie du bayoud sont considérables. De nombreuses palmeraies ont été détruites au Maroc et en Algérie

En Algérie, la maladie a déjà décimé plus de trois millions d'arbres (Djerbi, 1982a) au niveau des palmeraies du Sud Ouest et du Centre et particulièrement les oasis du Touat, Gourara, Tidikelt, Saouara et du M'Zab. Depuis, aucun autre chiffre n'a été avancé concernant le nombre de palmiers morts même si la progression du bayoud continue avec l'apparition de nouveaux foyers.

La variété Deglet Nour, de renommée mondiale par la qualité de ses fruits et par sa grande rentabilité est malheureusement très sensible à la fusariose. Cette variété est menacée de disparition si le bayoud atteint les régions du Sud Est algérien

Pour les populations du sud, la datté constitue non seulement un aliment de base mais également leur principale monnaie d'échange contre les autres produits indispensables (Djerbi, 1988).

En effet, le dépérissement du palmier dattier, considéré comme l'armature sur lequel repose toute l'agriculture saharienne, entraînera une dégradation des oasis, un exode rural ainsi qu'une accélération dans le processus de désertification

I-2-3- Caractéristique de la maladie

I-2-3-1- Symptômes de la maladie

Le bayoud est une trachéomycose dont les symptômes typiques ont été décrits par plusieurs auteurs (Bulit *et al.*, 1967; Louvet et Toutain, 1973). Les symptômes sont de deux types : externes et internes.

I-2-3-1-1- Symptômes externes

Le premier signe de la maladie se manifeste par l'aspect plombé que prend la palme de la couronne moyenne (Fig 3), cette palme présente une strie brunâtre unilatérale du rachis suivi de dessèchement des folioles correspondantes.

La nécrose progresse de bas en haut et, arrivée au sommet de la palme, entame le côté opposé (Fig 4), en progressant cette fois de haut vers le bas. La palme affectée s'incurve et présente un aspect caractéristique qu'on qualifie de plume mouillée.

Ces symptômes se généralisent progressivement à l'ensemble des palmes. Finalement, l'attaque du bourgeon terminal provoque la mort de l'arbre (Fig 5).

I-2-3-1-2- Symptômes internes

Au niveau des racines, on observe des stries brunes dans le cylindre central. En sectionnant un stipe ou un rachis, on observe des traces plus ou moins continues, de couleur jaune – brun à brun acajou et de contour non limité. Ces traces longitudinales correspondent à des faisceaux libero – ligneux envahis par le champignon (Bulit *et al.*, 1967).

I-2-4- Agent causal du bayoud

I-2-4-1- Caractères macroscopiques

Le *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* est isolé à partir de rachis de palmes atteints sur milieu PDA, L'aspect de la forme sauvage du parasite est caractérisé par un mycélium fin frisé, ras, gras, de couleur rose saumon (Fig 6) et croissance lente. Cependant les cultures maintenues sur un milieu synthétique tournent au rose, pourpe, pêche ou violet

Sa croissance mycélienne débute au dessus de 7°C, elle est faible jusqu'à 12°C et optimale entre 21 et 27 °C. Cette croissance s'arrête à partir de 37°C (Bounaga, 1970).

I-2-4-2- Caractères microscopiques

En microscopie optique, le *Fusarium oxysporum* possède un mycélium cloisonné et hyalin. Les microconidies nombreuses peuvent être globuleuse, allongée, droites ou légèrement

courbées. Elles sont uni - ou bicellulaires et leurs mensurations sont approximativement de 3 - 15 m de long sur 3 - 5 m de large. Elles se forment dans des microphialides.

Les macroconidies peu nombreuses, possèdent une base pediforme. Elles sont falciformes, pourvues le plus souvent de 3 cloisons, plus rarement de 4 à 5. Elles mesurent 20 – 35 m de long et 3-5 m de large (Fig 7).

Dans les cultures âgées ou dans le sol, le *Fusarium oxysporum* forme des chlamydospores régulières, globuleuses dont la paroi externe est lisse et épaisse. Leur dimension varie entre 6 et 20m de diamètre. (Booth, 1971).

I-2-5- Moyens de lutte

La fusariose du palmier dattier est une des maladies les plus difficiles à combattre. Elle constitue une préoccupation majeure des pays du Maghreb atteint par ce fléau. Plusieurs moyens de lutte sont envisageables.

I-2-5-1- Mesures prophylactiques

Ce sont des mesures préventives permettant de limiter la propagation du bayoud. La sensibilisation des agriculteurs, la mise au point d'une législation de quarantaine et son application dans les régions contaminées ainsi que le recensement permanent des nouveaux foyers et leur éradication sont essentiels dans la lutte (Chikh Aïssa, 1991).

C'est une maladie de quarantaine. Pour cela tout échange de matériel végétal (rejets de palmier dattier et plants de différentes cultures) ainsi que les outils de jardinage d'une zone contaminée vers une zone indemne est strictement interdit.



Fig 3: Aspect plombé de la palme au niveau de la couronne moyenne.



Fig 4: Dessèchement unilatérale de la palme



Fig 5: Attaque du bourgeon terminal



Fig 6: Développement de *F.o.a* sur le milieu PDA

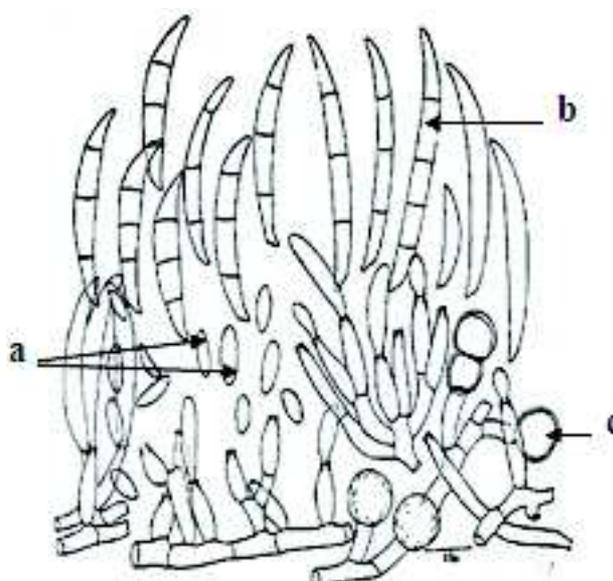


Fig 7: Caractères microscopiques du *Fusarium oxysporum*

a: Microconidies, b- Macroconidies, c- Clamydospores (Booth,1971)

Dans le cas de la détection d'un nouveau foyer contaminé, les palmiers malades sont arrachés et incinérés sur place. Cependant, après l'arrachage, la plupart des racines restent dans le sol, ce qui présente une source de contamination. Pour cela, la mise au point d'une méthode efficace de désinfection est indispensable pour assurer la destruction totale du parasite dans les nouveaux foyers.

I-2-5-2- Traitement chimique

Certains fongicides systémiques tels que le chloropicrine, le bromure de méthyle ainsi que le mélange chloropicrine / bromure de méthyle ont été testés sur le terrain (Chikh Aissa,1991; Vanachter, 1991 et Djerbi *et al*,1991). Cette fumigation est nécessaire dans le cas de l'éradication d'un foyer primaire.

Cette méthode d'éradication a été appliquée avec succès en 1978 à El-Meneaa (Djerbi, 1982; Frederix et Den Breder, 1989; Chikh Aissa, 1991). L'enquête menée dans cette région en mai 2002 confirme l'absence de bayoud dans cette palmeraie y compris dans les anciens foyers éradiqués à la chloropicrine en 1978.

Cependant, l'utilisation des produits chimiques s'avère très onéreux et présente un risque de pollution de l'environnement.

I-2-5-3-Lutte microbiologique

De nombreuses études portant sur l'aspect microbiologique pour lutter contre le bayoud, ont été entrepris. Elles ont permis d'identifier plusieurs micro-organismes antagonistes ainsi que l'existence de sols de palmeraies résistants à la fusariose.

L'action antagoniste de certains microorganismes à l'égard de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* a été démontrée (Sabaou *et al.*, 1980; Amir et Amir, 1988; Chader et Hassan, 1988). Ces antagonistes ont la capacité d'inhiber le développement du parasite *in vitro* et dans le sol (Sedra et Besri., 1994 ; Sedra et Maslouhy, 1995).

Le phénomène de résistance des sols de palmeraies est de nature biotique et /ou abiotique. Cette résistance, qui est d'origine microbiologique est renforcée par la texture argileuse du sol (Sedra et Maslouhy, 1995). En Algérie, la salinité des sols est impliquée dans le mécanisme de résistance (Amir *et al.*, 1988; Riba *et al.*, 1998).

Les recherches sur la résistance des sols ont permis de détecter plusieurs dizaines de micro-organismes diversifiés antagonistes au *F.o.f.sp albedinis* tel que les bactéries : *Pseudomonas* fluorescents, *Bacillus* spp ; les champignons : *Stachybotrys* sp., *Fusarium*, et des actinomycètes non identifiés (Sedra et Maslouhy, 1995; Sedra et El-Idrissi-Tourane, 1995).

L'existence des sols résistants, empêchent l'établissement du champignon dans le sol et /ou l'expression de son pouvoir pathogène, a été démontré pour un sol algérien de Beni Abbes (Amir et Amir, 1988).

I-2-5-4 – Lutte génétique

Le palmier dattier présente une grande diversité génétique, ce qui a permis le maintien des palmeraies malgré le dépérissement d'un grand nombre de palmiers. La résistance des palmiers peut être observée et sélectionnée. La recherche de nouveaux cultivars a permis lors des prospections intensives et régulières dans les zones infectées du bayoud de dresser un inventaire des cultivars allant depuis une forte sensibilité à une grande résistance). On retrouve des variétés sensibles telles que la variété Deglet Nour, Tegaza, Aghamou, des variétés tolérantes telles que Timjoughert, Takermust et des variétés résistantes comme Takerboucht, Akerbouch (Toutain, 1973; Brac de la Perrière et Benkhalifa, 1991).

La lutte génétique par l'utilisation des variétés résistantes apparaît comme la seule solution susceptible de faire maintenir les palmiers dans les palmeraies atteintes de la maladie du bayoud. Cette méthode est largement utilisée pour lutter contre les fusarioses vasculaires d'autres plantes cultivées.

On distingue plusieurs sources possibles de résistance (Fig 8) :

- Les variétés actuellement cultivées,
- La population naturelle des palmiers issus de semis naturel,
- Introduction de la résistance par croisements contrôlés,

- Introduction de la résistance par mutagenèse à l'aide de l'irradiation ou d'autres facteurs mutagènes,
- Transformation génétique : incorporation de gène(s) isolé(s) provenant de génotypes du palmier dattier résistants ou d'autres espèces de palmacées ou de micro-organismes antagonistes ou autres sources, de préférence végétales.

Le tableau 4 représente les clones de palmier dattier connus pour leur résistance au Bayoud. Cette évaluation de la résistance est basée sur les observations dans les palmeraies infectées, sur les palmiers suivis en parcelles expérimentales et les témoignages des agriculteurs.

Tableau 4: Les clones de palmier dattier réputés pour leur tolérance ou résistance au bayoud. (Quinten, 1996)

Clone de palmier dattier	Référence bibliographique
Akerbouch Azigzao Bou	Tirichine (1991) Pereauroy (1958) Toutain (1973) ; Saaïdi (1992) Pereauroy (1958) Pereauroy (1958) Pereauroy (1958) ; Toutain (1973) ;
Feggous Bou	Saaïdi (1992) Pereauroy (1958) ; Toutain (1973) ; Saaïdi (1992) Pereauroy (1958) ;
Ijjou Bou Ittob Bou	Saaïdi (1992) Pereauroy (1958) ; Toutain (1973) ; Saaïdi (1992) Pereauroy (1958) ;
slirène Bou Sthami	Toutain (1973) ; Saaïdi (1992) Pereauroy (1958) Pereauroy (1958) ;
blanche Bou Sthami	Toutain (1973) ; Saaïdi (1992) Brac De La Perrière et
noire Bouzeggar Iklane Mhammed Ould Ito Stain	Bouamato (1991) Toutain (1973) Toutain (1973) ; Saaïdi (1992) Pereauroy (1958) ;
Layalet Tadment Takerbou (1958) Toutain (1973)	Toutain (1973) ; Saaïdi (1992) Pereauroy (1958) ; Brac De la Perrière et Bounaga (1991) ; Zaki (1991) Brac De La Perrière et Bounaga (1991) Toutain (1973)

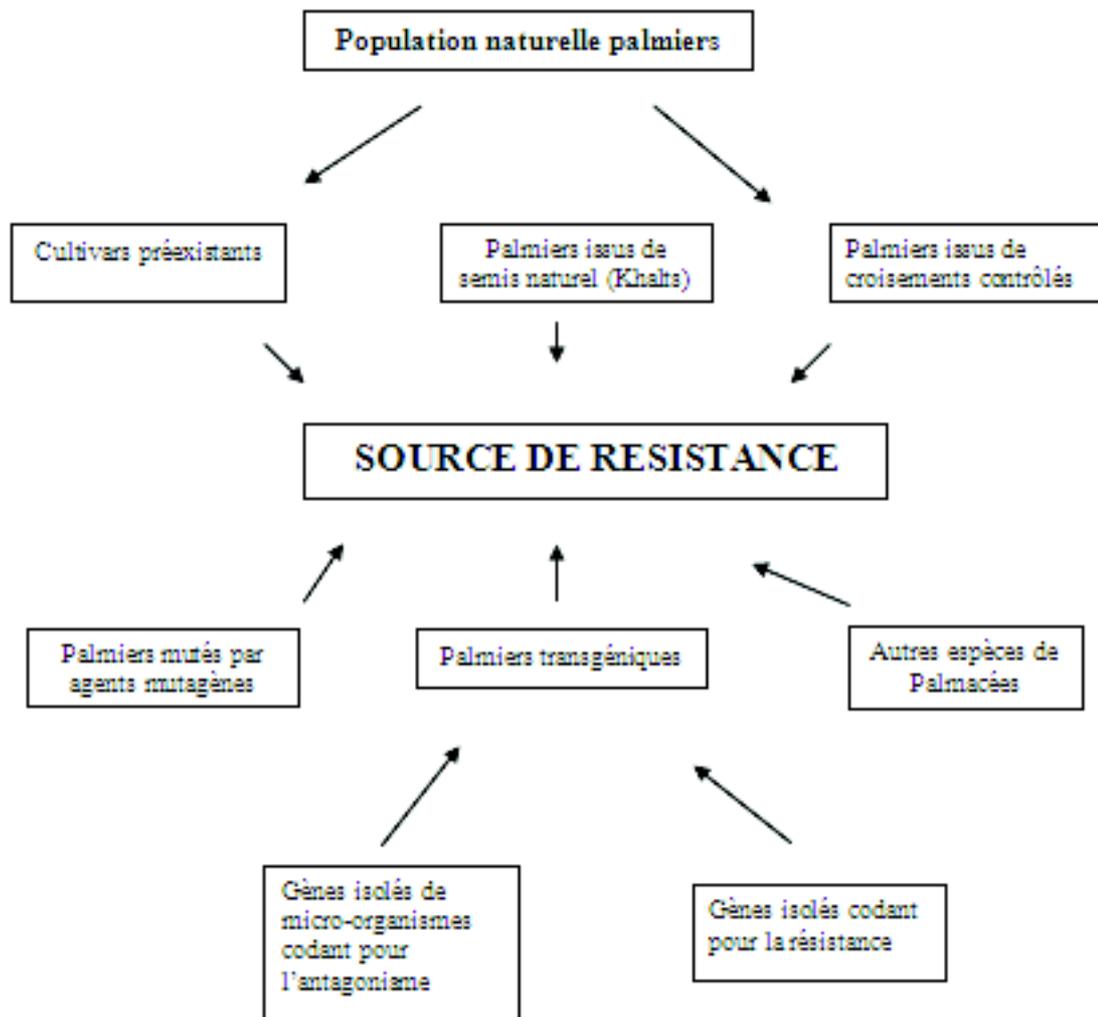


Fig 8: Source possible de résistance des palmiers au bayoud (Sedra, 2003)

I-3- SELECTION *IN VITRO* DES PLANTES

L'obtention de variétés résistantes aux maladies constitue l'objectif final du sélectionneur. Cependant, dans la nature, les parasites ne se manifestent pas chaque année de la même intensité dans un site donné. Afin de pouvoir assurer en permanence le criblage des individus résistants au sein des populations végétales, des méthodes ont été développées pour évaluer d'une manière reproductible en serre des différences de résistance d'un génotype vis-à-vis d'un agent pathogène (El Hadrami *et al.*, 2005)

Pour le repeuplement des palmeraies dévastées par la fusariose du palmier dattier, il est indispensable de n'utiliser que des cultivars ou clones présentant le maximum de garantie de résistance. Le recours à la production en masse des plants par culture *in vitro* et à la sélection des cultivars résistants a été préconisée depuis longtemps par plusieurs auteurs (Pereau-Leroy 1957, 1958 ; Toutain 1965, 1973 ; Bulit *et al.*, 1967 ; Louvet *et al.*, 1973 et Saadi *et al.*, 1981).

La maîtrise de la technique de micropropagation a permis la production d'un grand nombre de vitroplants appartenant à différentes variétés de palmier dattier (Deglet Nour, Tinacer, Taquerbucht et Tazerzait) qui sont actuellement dans leur site de culture et les premières fructifications de ces vitroplants se sont produites en 1995.

Afin de sélectionner des cultivars et des clones de palmier dattier résistants à la maladie du bayoud, la sélection par culture *in vitro* permettrait d'évaluer leurs résistances par la maîtrise d'une technique utilisant le champignon, le filtrat de culture, ou bien la toxine de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* et permettrait par la suite la multiplication rapide des plants résistants en grand nombre en un temps record.

I-3-1- Sélection *in vitro* en utilisant le pathogène

La sélection *in vitro* pour l'amélioration de la résistance aux maladies, en utilisant les spores du pathogène comme agent sélectif, est une technique souvent utilisée particulièrement dans le cas où la production de toxine chez certains pathogènes n'est pas connue.

Plusieurs tentatives de sélection ont été faites en utilisant les pathogènes comme des agents sélectifs (Harrison *et al.*, 1983; Murakishi *et al.*, 1984). Holliday *et al.*, 1979 ont rapporté une réduction de la croissance du pathogène sur des cals résistants, en comparaison avec des cals sensibles, et une corrélation entre le niveau de résistance au pathogène des tissus, et ceux de la plante adulte.

Différents pathogènes ont été utilisés comme agent sélectif, cependant, les résultats obtenus divergent. En effet, aucun cal résistant n'a été obtenu pour les Brassicaceae en les inoculant avec des spores de *Phoma lingam* et *Plasmodiophora brassicae* (Sacristam et Hoffman., 1979; Sacristam. 1985).

Contrairement, une augmentation de la fréquence de la résistance à la maladie a été observée chez les variants de céleri, issus de culture de tissu cultivée sur des milieux contenant du *Fusarium oxysporum* f.sp *apii* (Pullman *et al.*, 1984).

L'utilisation des pathogènes pour sélectionner des cellules résistantes à la maladie dans de bonnes conditions pourrait être efficace dans quelques cas et devrait être essayée, particulièrement dans des situations où aucune autre procédure de sélection n'est disponible.

I-3-2- Sélection *in vitro* par l'utilisation du filtrat de culture

C'est une sélection qui est basée sur l'utilisation de filtrat de culture du pathogène comme un agent sélectif. Cette méthode a été décrite par Behnke (1979), qui a utilisé, le filtrat de culture du pathogène *Phytophthora infestans*. Certains travaux ont montré un transfert de résistance des plantes à leurs descendances (Sacristam, 1982 ; Sacristam .1985 ; Thanutong *et al.*, 1983), ou une corrélation significative entre la résistance des cals filtrats de culture et la résistance du génotype au pathogène (Tayoda *et al.*, 1984 ; Wilmot *et al.*, 1989)

L'utilisation des filtrats de culture des pathogènes dans la sélection *in vitro* est beaucoup plus pratique que l'utilisation du pathogène. Cependant, les filtrats de culture contiennent des toxines non-déterminées et la résistance ciblée pourrait être pour des composés phytotoxiques secondaires, des filtrats, ou pour des enzymes, ou la combinaison des deux. Les résultats devraient être comparés avec ceux utilisant des toxines purifiées, pour renoncer à la sélection pour les composants qui ne sont pas essentiels (El Hadrami *et al.*, 2005).

I-3-3- Sélection *in vitro* en utilisant les toxines du pathogène

Une phytotoxine est une substance chimiquement efficace à faible concentration provoquant des désordres physiologiques. D'après Agrios (1978), une maladie est le résultat d'une toxine secrétée par le pathogène. Selon Bender (1997), une toxine est le produit d'une interaction hôte - pathogène. Cependant la présence ou la quantité d'une toxine n'est pas toujours indicatrice de la capacité du pathogène à causer la maladie

Le grand nombre de toxines trouvées ont amené Dimond et Waggoner (1953) in Corbaz (1991) à établir des critères, à savoir, une toxine doit être :

- Trouvée à l'intérieur de la plante,
- Isolée des plantes malades et absente dans les plantes saines,
- Appliquée sur l'hôte, elle reproduit les mêmes symptômes que ceux causés par le pathogène qui le produit.

Selon Yoder (1980), on distingue deux types de toxines :

1. Les toxines nécessaires à la pathogénécité (qualitatives), ce sont des déterminants primaires du pouvoir infectieux du pathogène, ce sont des toxines spécifiques.
2. Les toxines nécessaires à la virulence, elle, modifient l'intensité des symptômes, ce sont des déterminants secondaires, non spécifiques. Elles sont actives sur de nombreuses espèces ou microorganismes qui n'expliquent pas la spécificité parasitaire mais peuvent aggraver les symptômes (Messiaen, 1981). Elles regroupent celles dont le spectre des plantes sensibles est plus étendu que la gamme des plantes hôtes de l'agent pathogène qui les produit (Semal, 1989).

Afin de diminuer la quantité d'inoculation dans les champs, les études ont été effectuées chez plusieurs systèmes plante - pathogène pour développer une méthode simple au laboratoire pour observer la résistance d'un matériel amélioré. Dans la littérature, plusieurs méthodes ont été décrites pour sélectionner des plantes résistantes à la maladie, utilisant des métabolites toxiques produits par les pathogènes comme des agents sélectifs (Daub, 1986).

Les études sur les toxines impliquées dans la maladie ont un double intérêt pour des raisons pratiques et étude de concepts (Yodder, 1980).

L'utilisation des toxines comme agent sélectif produites par un pathogène comme un outil pour l'évaluation et l'amélioration de la résistance aux maladies date de plus de 30 ans, dans diverses études et chez plusieurs espèces (Daub, 1986 ; Gengenbach *et al.*, 1986).

Les cultures de tissu végétal, prétraitées avec des toxines ou le filtrat de culture contenant des toxines, ont montré que la réponse tissulaire *in vitro* corrèle souvent avec la réaction de maladie des hôtes. De plus, de tels traitements pourraient augmenter, dans quelques cas, le niveau de résistance contre plusieurs pathogènes (Carlson, 1973, Remotti *et al.*, 1997).

L'obtention de germplasm amélioré résistant aux maladies peut se faire par la technique de culture de tissus (Daub, 1986, Hammerschlang, 1988). La spécificité de la toxine permet de développer des protocoles de sélection *in vitro*. Bien que ces substances aient souvent des propriétés phytotoxique, leur rôle possible dans la pathogénécité n'est pas bien étudié (Wolpert *et al.*, 2002).

Cependant, avant même d'utiliser ces composés dans un programme de sélection et d'amélioration, il est nécessaire d'évaluer leurs rôles dans la pathogénécité. Pour cela, il

faut que la toxine utilisée soit impliqué dans le processus de développement de la maladie, agissant au niveau cellulaire et a ayant un mode d'action qui permet l'établissement d'une résistance (Daub, 1986; Hammerschlang, 1988).

L'acide fusarique produit par plusieurs formes spéciales de *Fusarium oxysporum* a été utilisé comme un agent sélectif chez les cals tolérantes de tomate, de l'orge, du poirier et du melon (Toyoda *et al.*, 1984 ; Remotti *et al.*, 1997, . Remotti *et al.*, 1996).

I-3-3-1- Nature des toxines de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*

La majorité des formes spéciales de *Fusarium oxysporum* et des espèces *Fusarium*, en général, produisent des toxines qui sont issues du métabolisme primaire ou secondaire, dont la nature est très diverse : protéiques (Mussel, 1972), terpéniques (Casinovi, 1972), glycopeptidiques (Main et Pero, 1972).

Analyse bibliographique

La première substance toxique, de nature peptidique, qui a été isolée et purifiée à partir des cultures de *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopesici* est la lycomarasmine (Messiaen *et al.*, 1968).

Les premiers travaux effectués sur les toxines de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* ont été réalisés par Surico et Graniti (1977), qui ont isolé l'acide fusarique et l'anydro-aspergillomasarine A et B. Mokhlisse-Dunand en 1987, a mis en évidence l'existence de certains dérivés acides tels que l'acide succinique et l'acide anisique. El Fakhouri *et al* 1996, ont montré que les toxines sont de nature peptidique.

I-3-3-2- Mode d'action des toxines *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*

Il est important de connaître sous quelle forme la toxine atteint l'hôte. Les mécanismes d'action des toxines non spécifiques restent peu clairs dans l'ensemble. Pour un même symptôme, les mécanismes peuvent être différents (Semal, 1989, Bender, 1997). Selon Durbin (1985), la détermination du rôle d'une toxine dans le développement d'une maladie est l'étape la plus difficile lors d'une étude de recherche. Selon Stacey et Keen (1996), quelques données seulement ont été obtenues concernant les sites d'action des toxines et leurs fonctions physico-chimiques.

Les symptômes de la maladie du bayoud sont induites par l'implication d'au moins une toxine dans les mécanismes de pathogénicité (El Idrissi -Tourane A, 1997). En effet, le *Foa* secrète plusieurs toxines comme l'acide fusarique, succinique, des acides lactiques 3-phenyl et leurs dérivées et des toxines peptidiques (El Fakhouri *et al.*, 1996 ; Lotfi F, 1997).

Peu d'études ont été réalisées pour faire le screening entre différentes souches du pathogène et leur production de marasmine, acide fusarique , acides succinique et l'acide 3 lactiques phenyl et d'autres peptides toxiques supposées être toxiques sur les jeunes plantules de palmier dattier (Lotfi F, 1997; Mokhlisse- Dunand, 1987; Sedra *et al.*, 1993) . En plus, des études sont nécessaires pour dissocier l'effet des différentes toxines sur le palmier dattier et fonder un protocole les utilisant ensembles ou séparées pour analyser leur rôle respectif dans la pathogénéicité.

Analyse bibliographique

L'amélioration génétique du palmier dattier, basée sur un schéma conventionnel et non-conventionnel a besoin d'utiliser les méthodes les plus simples et les plus faciles pour sélectionner des individus résistants. Généralement, l'utilisation de toxines comme

des agents sélectifs en culture de tissu, représente une voie pour accroître la variabilité et améliorer la résistance d'un matériel génétique (Carlson, 1973; Daub, 1986; Remotti *et al.*, 1997; Hoss *et al.*, 2000)

Les produits *in vitro* de dattier comme les cals, les suspensions cellulaires, les protoplastes et les embryons somatiques pourraient être confrontés avec des filtrats de culture, l'acide fusarique ou plus des peptides toxiques moins purifiés. On pourrait considérer deux objectifs alors :

1. L'induction et augmentation de la variabilité génétique en culture de tissus.
2. Une sélection précoce de nouveaux hybrides, produits dans le programme d'amélioration, pour leur niveau de tolérance aux toxines, au lieu de faire une évaluation fastidieuse et longue du point vu temps sur le terrain. Pour réaliser le premier objectif, on réalise la sélection de cals, suspension cellulaire, protoplastes ou les embryons somatiques, qui pourraient survivre en augmentant la dose des toxines. La corrélation entre cette insensibilité au niveau cellulaire et la résistance au stade jeunes plantules, des filtrats de culture ou des toxines purifiées pourrait être utilisée comme agent sélectif dans une première sélection d'hybrides produits dans un programme d'amélioration.

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II-1- Embryogenèse somatique

Des rejets de sept (07) cultivars de palmier dattier ont été prélevés sur des palmiers reconnus sains dans la vallée du M'Zab. Six (06) cultivars sont résistants ou tolérants et un (01) cultivar est sensible à la maladie du bayoud. Le comportement de ces cultivars à savoir, la sensibilité, la tolérance ou la résistance vis-à-vis de la maladie du bayoud a été déduite de la bibliographie et des observations sur le terrain par les agriculteurs (Annexe 1). Le poids des rejets (Fig 9) varie de 2 à 5 kg. Le tableau 5 présente le nombre de rejet mis en culture par cultivar.

Code	Cultivars	Nombre de rejet mis en culture
(AKRB)	Akerbuch	03
(DN)	Deglet Nour	03
(TKM)	Takermust	03
(TMBT)	Tantbucht	03
(TZRT)	Tazerzaït	03
(TMJ)	Timjuhart	03
(URS)	U'rus	03

Tableau 5: Nombre de rejet mis en culture



Figure 9: Rejet de palmier dattier

II-1-1- Dissection des rejets

Les rejets ont été débarrassés de leurs palmes extérieures ligneuses à l'aide d'outils de découpe jusqu'à atteindre le cœur du rejet (Fig 10).



Fig 10: Préparation du rejet

II-1-2- Désinfection du cœur de rejet

Le cœur du rejet est composé de feuilles internes, de bourgeons axillaires, et un bourgeon terminal. Il a été rincé à l'eau courante pour éliminer les impuretés (sable, poussière et fragments de tissus) et ensuite trempé dans une solution fongicide bénomyl à 3g/l, pendant 45 minutes, à une température de 4°C, puis rincé à l'eau courante.

Une immersion pendant 20 minutes dans une solution contenant un mélange d'hypochlorite de sodium à 12° et de permanganate de potassium (100 mg.l^{-1}), additionné de quelques gouttes de Tween 20 a été réalisée (Fig 11). Le cœur du rejet a été ensuite exposé à trois passages à vide partiel d'une durée de 02 minutes afin d'augmenter la désinfection des tissus.



a : Désinfection des rejets dans des rejets dans une solution fongicide



b : Immersion dans un mélange Désinfection hypochlorite et permanganate de potassium



c : Passage à vide du rejet



d : Rejets stérilisés : prêts à la dissection

Fig 11: Les différentes étapes de stérilisation de cœur de rejet

Sous une hotte à flux laminaire, le cœur de rejet a été rincé trois (03) fois à l'eau distillée stérile et puis disséqué (Fig 12) comme suit : le bourgeon terminal divisé longitudinalement en 4 ou 6 explants, les très jeunes feuilles au nombre de 2 à 3 sont divisées en deux (les bases de feuilles et les feuilles) et les bourgeons axillaires au nombre de 1 à 3 (Fig 13).

Tous les explants sont alors mis en culture sont (figure 14).



Fig 12: Dissection de cœur de rejet



Fig 13 : Différents explants (Apex, bases de feuille et feuilles)

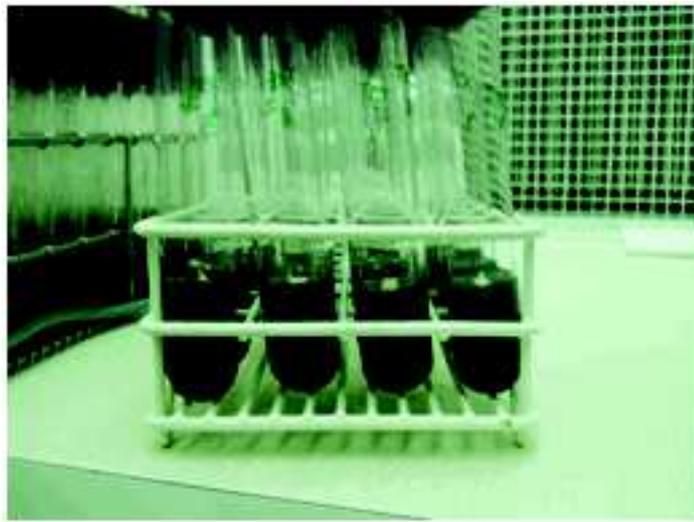


Fig 14: Explant en culture

Les explants sont mis en culture sur le milieu de culture P12,5 qui est composé des principaux éléments minéraux préconisés par Murashige et Skoog (1962) dont la composition est mentionnée dans l'annexe 2.

Le milieu est distribué dans des tubes à essai en pyrex de 25 x 160mm, à raison de 15 ml de milieu nutritif par tube. Le pH est ajusté à 5,8 et le milieu est stérilisé à l'autoclave pendant 20 mn à une température de 120°C.

I-1-3- Conditions de culture

Pour l'initiation de la callogenèse, les explants constitués d'apex, de bases de feuilles, de feuilles et des bourgeons ont été mis en culture dans des tubes à essai contenant le milieu nutritif de base MS (1962) modifié et additionné de substances de croissance. Le nombre d'explant mis en culture pour les 07 cultivars de palmier dattier est résumé dans le tableau 6.

Les explants ont été mis à l'obscurité à une température de 28 °C où huit (08) subcultures successives ont été effectuées.

Les cals obtenus ont été transférés sur un milieu de germination pour l'obtention et la germination des embryons somatiques. Le milieu utilisé est le milieu GMN200 qui n'est que le milieu d'initiation c'est-à-dire P12,5 dépourvu de substances de croissance et additionné

60g/l de saccharose. Les cals qui grossissent sont fragmentés et placés dans des bocaux et ont été soumis à une photopériode de 16 heures de lumière à une température de 28 °C.

Tableau 6: Nombre d'explants mis en culture pour les différents cultivars de palmier dattier

Cultivars	Explants initiaux				Nombre d'explant
	Apex	Feuilles	Base des feuilles	Bourgeons	
U'RUS	12	9	10	01	32
TAZERZAIT	12	17	17	0	46
TANTBUCHT	12	14	13	01	40
TIMJUHART	12	20	20	0	52
TAKERMUST	12	16	14	01	43
DEGLET NOUR	12	20	16	02	58
AKERBUCH	12	18	16	0	46

II-2- Matériel fongique

II-2-1- Collection des souches de *Fusarium o.xysporum* f.sp *albedinis*

Quinze (15) souches de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* provenant des foyers actifs du bayoud, ont été isolées à partir des fragments de rachis présentant les symptômes de la maladie ou prélevées à partir des cultures conservées dans du milieu de culture. Les informations sur les souches sont mentionnées dans le tableau 7.

Tableau 7: Origine des souches de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*

N°	Code	Lieu dit	Commune	Variété	Date
1	S1	Ghardaïa	Ghardaïa	Deglet nour	1989
2	AD 06_06	Melouka	Bouda	Tilemsou	2006
3	J13	Azzoua	Zaouet kounta	Aghamou	2007
4	GH 03_06	Adjoua	El Atteuf	Deglet nour	2006
5	GH 10_06	Touzouz	Ghardaïa	Dalat	2006
6	GHnov_05	Ghardaïa	Metlili	Deglet nour	2005
7	AD13_08	Reggane	Reggane	Aghamou	2008
8	AS5	Sahla tahtania	In salah	Achedakh	1999
9	B11_08	Sebkha	Metlili	Deglet nour	2008
10	AD12_08	Reggane	Reggane	Degla	2008
11	GH 13_06	Baba Anchacha	Ghardaïa	Outekbala	2006
12	S6	Beni Isguen	Ghardaïa	Bentekbala	1997
13	S9	Adrar	Adrar	Messoudia	1997
14	S17	Beni Isguen	Ghardaïa	Ghars	1997
15	S21	Bouda	Adrar	Tilemsou	1997

II-2-2- Isolement des souches de *Fusarium o.xysporum* f.sp *albedinis*

Les souches de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* utilisées dans ce travail ont été isolées à partir de palme présentant les symptômes typiques du bayoud.

L'isolement des souches à partir du rachis a été réalisé comme suit : l'échantillon est flambé à l'alcool, débarrassé des tissus externes ; la partie centrale est ensuite découpée en petits cubes que l'on dépose sur un milieu PDA (Potato Dextrose Agar) dont la composition est décrite dans l'annexe 3.

II-2-3- Régénération des souches fongiques par culture monospore

Etant donné la grande variabilité du pouvoir pathogène et des caractéristiques culturales des champignons (**Snyder et Hansen, 1954 ; Djerbi, 1969**), nous avons régénéré toutes les souches de *F.o.a.*, à l'état sauvage, par culture monospore.

Une suspension de spores a été préparé à 10^2 spores /par millilitre ; 0,5 ml de cette suspension est étalée délicatement dans des boites de Pétri contenant une fine couche d'eau gélosée.

Après incubation à 27°C pendant 16 heures, les spores germées sont repérées sous une loupe binoculaire, prélevées à l'aide d'une aiguille fine stérile et déposées sur un milieu PDA.

II-3- Sélection des souches agressives

II-3-1- Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation est constitué de plantules issues des noyaux de palmier dattier du cultivar Deglet Nour (sensible au bayoud), ayant fait l'objet d'une pollinisation contrôlée avec du pollen provenant d'un palmier, dont les caractéristiques morphologiques sont identiques au cultivar Deglet Nour.

Les noyaux de dattes ont été trempés dans une eau bouillante et laissés jusqu'à refroidissement pour éliminer des agents de pourriture au niveau de l'épicarpe des graines.

Ils sont ensuite rincés à l'eau de robinet puis semés dans des récipients en matière plastique, remplis au 1/3, avec un mélange sable et tourbe. Les noyaux sont déposés en lignes avec le pore germinatif vers le bas, puis recouverts d'une couche de sable, et maintenus sous conditions contrôlées à 27°C.

Après 10 jours, les noyaux ayant germés ont été repiqués à raison de deux (02) graines par sac en plastique, contenant un mélange sable /terreau (1 :1). Les plantules, maintenues sous serre

en conditions contrôlées (30°C, le jour, et 25°C, la nuit) ont été arrosées 2 fois par semaine avec de l'eau de robinet.

II-3-2- Préparation de l'inoculum

250 ml du milieu Potato dextrose liquide ont été versés dans des erlenmeyers qui sont ensuite stérilisés à l'autoclave pendant 20mn, à 120°C.

Sous une hotte, près de la flamme d'un bec Benzen, des fragments de gélose ont été découpés à partir des cultures choisies. Ils ont été prélevés et disposés dans les erlenmeyers, à raison d'un fragment par erlenmeyer. Ces derniers sont stérilement fermés et mis en agitation pendant 10 jours à une température de 27°C, à 150 rpm (Fig 15)

A la fin de l'agitation, l'observation au microscope de l'inoculum montre que la suspension est formée essentiellement de microconidies, des fragments de mycélium et de quelques macroconidies.



Fig 15: Mise en agitation de l'inoculum

Le comptage des spores est évalué à l'aide d'une cellule de Malassez. Si la concentration obtenue est supérieure à 10^6 spores par millilitre, les suspensions sont ajustées par la technique des suspensions-dilutions à la dose précédemment mentionnée.

II-3-3- Inoculation des plantules

Les plantes ont été inoculées au stade 2 feuilles. Les plantules étaient âgées de trois mois ± 1 semaine. 10 ml d'inoculum sont apportés au niveau du système racinaire de chacune des plantules, à l'aide d'une seringue dépourvue d'aiguille, grâce à une perforation effectuée dans le plastique. Quarante huit plantules par souche, représentant 4 répétitions de 12 individus, ont ainsi été infectées. Parallèlement, un lot de plantules témoins a été mis en place et traité avec 10 ml d'eau distillée stérile.

L'ensemble des plantules a été disposées sous serre (30°C, le jour, et 25°C, la nuit) suivant un dispositif aléatoire ;

Quinze jours après l'inoculation, des notations hebdomadaires ont été effectuées; elles ont été arrêtées au bout de la 11^{ème} semaine, quand le taux de mortalité provoqué par certaines souches avait atteint 100%. Les notations consistent à relever le nombre de plants morts provoqué par chaque souche et pour chaque lot de plantules.

Analyse des données : Les données expérimentales sont analysées par l'analyse de variance en utilisant le logiciel Genstat Release 9.1.

II-4- Evaluation *in vitro* des cals embryogènes

II-4-1- Production de filtrat de culture

La souche GH13_06 utilisée a été choisie pour son agressivité élevée vis-à-vis des plantules de palmier dattier.

La souche de *F.o.a* croit sur le milieu PDA pendant 7 jours à une température de 27°C et à l'obscurité. Plusieurs pièces de mycélium sont transférées dans des erlenmeyers de 250 ml contenant 150 ml du milieu Czapek stérile (Annexe 4)

Les cultures sont mises sur un agitateur à 200 rpm pendant 8 à 10 jours, à une température de 27°C.

Après 10 jours, les cultures contenant le mycélium et des spores sont filtrés à travers du papier filtre Whatman N°1, ensuite sur une membrane millipore de 0,2µm (fig 16). Le filtrat de culture est alors rajouté au milieu P12,5 à des concentrations de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 et 90% .



Fig 16 : Différentes étapes de filtration du champignon (*F.o.a*)

II-4-2- Application du filtrat de culture sur les cals embryogènes

l'effet phytotoxique a été déterminé en plaçant les cals embryogènes des différents cultivars de palmier dattier dans des boîtes de Petri contenant le milieu P12,5, additionné de différents volumes de filtrat de culture. Pour chaque cultivar et pour chaque concentration, 100 cals ont été mis en culture, à raison de 5 cals par boîte. Les cals sont incubés dans des boîtes de Petri sous une lumière continue, à une température de $22 \pm 2^\circ\text{C}$. La réaction des cals, qui se traduit par les nécroses, est notée à partir du 4^{ème} jour.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III-1- Embryogenèse somatique

III-1-1- Initiation des cals.

Le but de cette étape est l'induction des cals embryogènes sur les différents explants de 07 cultivars de palmier dattier provenant de la vallée du M'zab. Pour cela, un nombre de 21 rejets a été utilisé à raison de 03 rejets par cultivar. Au total, 317 explants ont été mis en culture sur le milieu P12,5.

III-1-2- Evolution des explants.

Les explants qui ont été mis en culture sur le milieu P12,5 grossissent dès la première subculture pour tous les cultivars. Cependant, les cultivars n'évoluent pas tous de la même manière

Toutes les 5 semaines, les explants ont été repiqués dans le même milieu de culture frais. Les explants qui ont augmenté de volume sont fragmentés en plusieurs fractions. Le grossissement des explants a été observé entre 5 et 9 semaines après leur mise en culture.

Les résultats de l'évolution des explants des différents cultivars sont mentionnés dans le tableau 8. Le taux de multiplication des explants varie de 4.74 à 10.02 selon les cultivars.

Tableau 8 : Nombre d'explant final obtenu

Cultivars	Nombre d'explant	Nombre d'explants final	Taux de multiplication
U'RUS	31	147	4.74
TAZERZAIT	46	217	4.71
TIMJUHART	52	303	5.82
TANTBUCHT	39	245	6.28
TAKERMUST	42	312	7.42
DEGLET NOUR	56	434	7.75
AKERBUCH	46	461	10.02

III-1-3- Etude de la callogenèse

Au cours des subcultures, des modifications de l'explant sont observés. Dès que les explants ont présenté des petits amas blancs d'aspect nodulaire ; ils ont été isolés de l'explant initial et transférés dans un milieu de culture frais.

La durée d'apparition des premières souches de cal varie selon les cultivars entre 4 et 9 mois après la mise en culture. Le cultivar Takermust a formé des cals embryogènes

après 4 mois de culture, alors que pour les cultivars Tazerzait, Tantbucht, Akerbuch, U'rus, les cals sont apparus après de 6 mois. Pour les cultivars Timjuhart et Deglet Nour, 9 mois ont été nécessaires pour la formation des souches embryogènes.

Les cals obtenus sont de deux types; compact (Fig 17) et friable (Fig 18).



Fig 17: Cals embryogènes compacts



Fig 18: Cals embryogènes friables

Les résultats mentionnés dans le tableau 9 montrent des réponses variées selon les explants et les cultivars.

Tous les explants et tous les cultivars ont tous montré l'aptitude à produire des cals.

Tableau 9: Taux de cals embryogènes

Cultivars	Nombre de souches obtenues	Taux de multiplication (%)
U'RUS	76	51.70
TAZERZAIT	134	61.75
TIMJUHART	190	62.70
TANTBUCHT	186	75.91
TAKERMUST	245	78.52
DEGLET NOUR	365	84.01
AKERBUCH	398	86.33

La figure 19 montre le taux de production de cals en fonction, des cultivars testés.

Le taux de multiplication est respectivement de 84.01% et 86.33% pour les cultivars Deglet Nour et Akerbuch. Les cultivars Takermust, Timjuhart, Tantbucht et Tazarzaït ont une réponse callogène variant entre 78.52% et 61.75%. Le plus faible taux de 51,70% est enregistré avec le cultivar U'rus.

II-1-4- Réactions des différents types d'explants à la callogenèse

Tous les types d'explants (Apex, les jeunes feuilles, les bases de feuilles) utilisés ont réagi positivement au milieu de culture P 12,5.

Cependant, se sont surtout les apex qui ont montré une grande aptitude à former des cals pour la plupart des cultivars testés .

Le nombre final de cals obtenus en fonction des cultivars utilisés pour les différents explants varie entre 76 et 398 cals.

La figure 19 montre que pour les apex, le nombre de cals obtenus varie entre 23 et 221, pour les feuilles le nombre varie entre 6 et 60, alors que pour les bases de feuilles, le nombre de cals varie entre 47 et 117. Le plus grand nombre de cals est obtenu avec les apex chez les cultivars Akerbuch et Timjuhart avec respectivement 221 et 140. Un nombre de 197 cals pour les bases de feuilles est formé chez Deglet Nour, alors que le maximum de cals pour les feuilles est observé chez le cultivar Deglet Nour avec 73 cals.

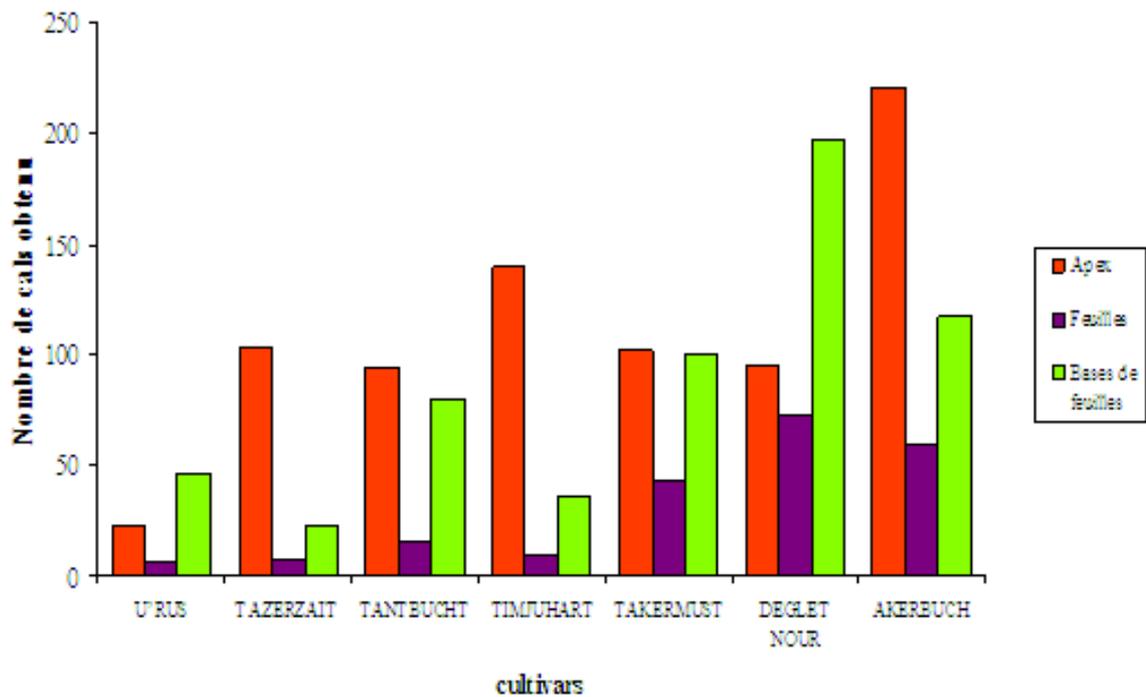


Fig 19: Effet du type d'explant sur le nombre de cals embryogènes.

Les trois types d'explants de cœur de rejet testés à savoir Apex, feuilles et bases de feuilles montrent une capacité à former les cals embryogènes et ont réagi positivement avec tous les cultivars de palmier dattier mis en culture sur le milieu P12.5. Des résultats similaires sont obtenus par Bouguedoura (1991), Chabane (1995), Saka *et al.*, (1997) et Yatta-El Djouzi, 2007. Cependant les apex et les bases de feuilles ont produit un nombre plus important de cals par rapport aux feuilles qui ont montré leur incapacité à produire une grande quantité de cals en comparaison avec d'autres explants comme les apex et les bases de feuilles. Les mêmes résultats sont rapportés par Saka *et al.*, (1997), Meguellati (2005). Cette faiblesse peut s'expliquer par la lignification des tissus des feuilles (Saka et Abed, 1989; Les différents explants se développent et forment des cals de diverses natures : cals blancs, beiges clairs, granuleux et friables. Ces résultats coïncident avec ceux obtenus par Zaid (1989). En comparant l'évolution entre les deux types de cals, Ducreux *et al.*, (1986) estiment que les cals friables ont une croissance rapide par rapport aux cals durs dont la croissance est plus lente. Il existe aussi des cals de type vitreux qui brunissent et dégèrent juste après leur initiation sur le milieu de culture

Différents types de cals peuvent être obtenus sur le même explant. Ce qui a été mentionné par Fergani (1998). Contrairement, Rhiss (1980) n'a pu obtenir sur trois cultivars Bou Feggous, Boustammi noir, et Iklane, qu'un seul type de cal.

La période de l'initiation de la callogenèse est de 4 mois à 9 mois. Ainsi le cultivar Takermust a réagi au bout de 4 mois alors que les cultivars Tazerzait, Tantbucht, Akerbuch et U'rus ont réagi après 6 mois de mise en culture. Les cultivars Timjuhart et Deglet noir ont formé des cals après 9 mois.

Yatta-El Djouzi (2007) a observé aussi l'effet génotypique sur l'initiation des cals: les cultivars Tinaceur, et Takerbuch réagissaient au bout de six mois, U'rus et Tazerzait de Ghardaïa au bout de cinq mois. Pour Ajina, Cheikh M'hamed, dimollo, Tacharwit, Tawrghart, et pour Deglet Nour, la phase d'initiation peut durer jusqu'à douze mois. L'effet du cultivar est

également obtenu avec les cultivars tunisiens Allig, Kentichi et Deglet Nour (Ben Abdallah, 1988).

Le pourcentage de callogenèse formés pour les 7 cultivars de palmier dattier varie d'un cultivar à un autre. Le plus faible pourcentage de 51,70% est obtenu avec U'rus contrairement aux cultivars Deglet Nour et Akebuch qui ont formé respectivement 84.01 et 86.33%. Ceci montre que le taux de cals obtenus varie en fonction des cultivars testés. Cette influence génotypique a été étudiée par plusieurs auteurs. C'est ainsi que Ben Abdallah (1988) a montré l'influence de l'effet génotypique chez les cultivars tunisiens Allig, Kentichi et Deglet Nour. Yatta-El Djouzi (2007) a aussi noté que pour les 13 cultivars testés, présentant une variation dans le taux callogenèse allant de 17% à 63% avec un pourcentage faible pour les cultivars Ajina, Dimollo et cheikh M'hamed ont donné les plus faibles pourcentages de formation de cals

Des cals embryogènes sont initiés sur le milieu de culture de base Murachige et Skoog (1962 avec la présence des hormones de croissance. Ce milieu est testés chez plusieurs auteurs Bouguedoura (1979), Daguin et Letouzé (1988), saka et Abed (1989), Lachqer-Sillou (1989), Chukwuemeka *et al.*, (2005). Tous ces auteurs ont montré que le milieu MS est favorable pour l'induction des cals.

Yatta – El Djouzi (2007) a montré que sur les milieux d'initiation testés, le milieu M100 (100 mg.l⁻¹ de 2,4-D, 3 mg.l⁻¹ d'IPA et en présence de 3 g.l⁻¹ de charbon actif), et le milieu P12,5 (12,5 mg.l⁻¹ de picloram, 1 mg.l⁻¹ d'IPA, 2 g.l⁻¹ de charbon actif) se sont révélés stimulateurs d'une multiplication intense de callogenèse. L'indice de multiplication des cals après 6 mois de subculture, est de vingt neuf fois dans le milieu M100 et de trente quatre fois dans le milieu P12.5 alors qu'il est moyen sur le milieu M25 (25 mg.l⁻¹ de 2,4-D, 1 mg.l⁻¹ d'IPA et 3 g.l⁻¹ de charbon actif) avec un taux de multiplication de dix fois.

Les différents explants testés sont dotés d'une capacité de multiplication importante. En effet, sur le milieu P12.5, les cals friables ont une croissance rapide alors que les cals compacts de couleur blanche beige se multiplient lentement. Les cals compacts de couleur brun n'augmente pas de volume et finissent par brunir et sont éliminés lors des repiquages.

La multiplication des cals se fait sur des milieux de culture identiques à celle des milieux d'initiation. Plusieurs auteurs ont également utilisé pour la multiplication des cals le même que le milieu d'induction (Mater 1986, Daguin et Letouzé 1988). Au contraire, Drira (1985)

A noté que le maintien des cals sur le milieu identique pour l'induction et la multiplication des cals induit leur nécrose trois à six mois de culture.

Plusieurs travaux ont rapporté que l'addition des hormones de croissance dans le milieu MS permet d'augmenter la vitesse et la capacité d'induction de cals des différents types d'explants à partir du cœur du rejet (Zaid 1989, Saka et Abed 1989; Lachqer-Sillou 1989 et Fergani, 1998). Sur les cultivars testés, l'introduction du picloram et Diméthylallylamino-purine dans le milieu de culture, s'est prouvé efficace pour la phase d'induction de cals.

La multiplication *in vitro* par l'embryogenèse somatique est souvent utilisée pour l'induction de source de variation chez diverses espèces végétales (Larkin et al., 1984). Elle est appelée variation somaclonale et les plants obtenus sont des variants (Larkin et Scowroft, 1981).

III-1-5- Induction de l'embryogenèse somatique

Les cals, une fois obtenus et multipliés sont transférés sur le milieu de germination GMN 200 pour la formation des embryons somatiques et leur germination.

Le milieu de culture utilisé est le milieu de base MS sans les substances de croissance, contenant 60 g/l de saccharose et 2 g/l de charbon actif. Les souches embryogènes sont maintenues à une photopériode de 16 heures de lumière à une température de 28°C et 8 heures d'obscurité à une température de 23°C. Le transfert dans un milieu frais se fait tous les 2 mois.

L'embryogenèse somatique passe par trois stades à savoir : l'induction des embryons somatiques, le développement des embryons somatiques en plantules et le développement du système racinaire.

Au niveau des cals, des petites parties de cal blanc d'aspect nodulaire apparaissent à la surface. (Figure 21). Les nodules sont maintenus dans les mêmes conditions de culture et continuaient de se multiplier lors des repiquages.

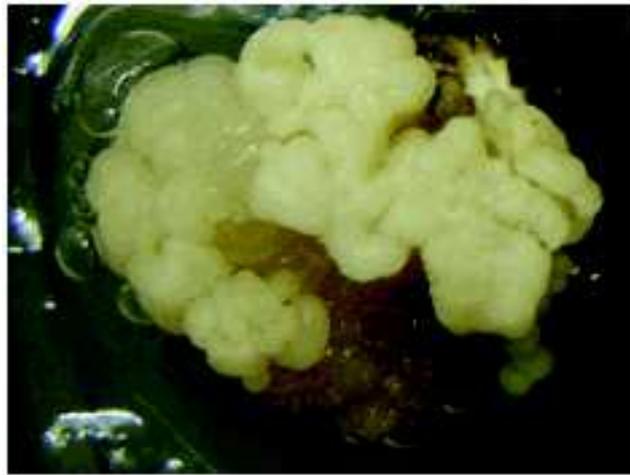


Figure 20: Apparition des nodules

Les proembryons qui sont des nodules sphériques compacts sont maintenus dans les mêmes conditions de culture. Ils évoluent ensuite en petites formes allongées et sont typiques des embryons somatiques de palmier dattier (Fig 21).

Les proembryons peuvent apparaître séparés ou rester en touffes. Les premiers embryons somatiques apparaissent au bout de 6 mois après leur transfert.



Figure 21: Maturation des embryons somatiques.

Les embryons évoluent et germent dans les conditions de culture identique. Le cotylédon et la radicule apparaissent. Il y a allongement du cotylédon qui possède à sa base la fente cotylédonnaire d'où émerge une première feuille (Fig 22).



Figure 22: Germination des embryons.

Le tableau 11 illustrent que le milieu de germination (GMN200) a permis l'obtention d'embryons somatiques chez tous les cultivars étudiés. Le pourcentage d'embryons somatiques germés varie de 18,75 à 75%.

Le taux de germination des embryons somatiques dépend des cultivars étudiés. Le plus grand nombre d'embryon est obtenu avec le cultivar Akerbuch suivi du cultivar Deglet Nour

qui a formé 5430 embryons. Le nombre le plus faible est obtenu avec le cultivar U'rus avec 40 embryons. Ceci montre que le nombre d'embryon mature varie d'un cultivar à un autre.

La synthèse de la maturation des des proembryons en embryons somatiques et leur germination sur le milieu GMN200 est synthétisé dans le tableau 11.

Tableau 11: Pourcentage d'embryons et de touffes d'embryons germés sur le milieu GMN 200.

Cultivars	Nombre d'embryons matures	Pourcentage d'embryons germés	Nombre de touffes d'embryons matures	Pourcentage de touffes d'embryons germés
Deglet Nour	5430	60	31	90,32
Takermust	1000	45	134	65,67
Tantbucht	640	18,75	-	-
Tazerzaït	780	32,82	130	76,92
Timjuhart	986	56,38	-	-
U'rus	40	75	-	-
Akerbuch	5600	45,71	680	66,17

A noter que les touffes d'embryons sont absents chez les cultivars Tantboucht, Timjuhart et U'rus. Le taux des touffes ayant germé varie de 65,67 à 90,32%.

Les résultats obtenus montrent que les 07 cultivars de palmier dattier sont dotés d'une capacité d'induction des embryons somatiques sur le milieu GMN 200 dépourvu d'hormone de croissance sur tous les cultivars de palmier dattier. Divers auteurs ont initié des embryons somatiques sur un milieu de culture dépourvu d'hormone à partir des embryons excisés des palmiers (Murashige et Reynolds, 1979), à partir de bourgeons axillaires (Tisserat et De Mason (1980) et à partir des fragments de cœur de rejet (Daguin et Letouzé (1988). Au contraire, Mater (1986) a montré que la formation des embryons est obtenue par le maintien des cals sur des milieux à forte concentration d'auxines.

Il a aussi été démontré que la formation des embryons somatiques est obtenue sur des milieux contenant des concentrations très faibles en régulateurs de croissance. Fergani (1998)

Différents stades de développement des embryons somatiques peuvent se retrouver sur un même cal. A cette diversité des cultures s'ajoute la formation d'une embryogenèse secondaire ou adventive à partir des cellules de la périphérie des embryons somatiques en cours de leur évolution.

La germination des embryons somatiques se fait sur le milieu de culture GMN 200 sans hormone de croissance. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Tissérat et De Mason (1980), Bhaskaran et Roberta (1995), Chukwuemeka *et al.*, (2005).

III-2- Sélection des souches agressives

III-2-1- Isolement des souches de *Fusaarium oxysporum f .sp albedinis*

Quinze souches, de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, ont été prélevées à partir des rachis, provenant de différentes localités, ont été isolés sur le milieu PDA. Au bout de 4 à 5 jours, un mycélium fin, frisé, arbustif et d'aspect graisseux de couleur rose saumon.(Fig 23).



Fig 23: Développement de filament mycélien *F.o.a* sur le milieu PDA

III-2-2- Taux de germination des graines de palmier dattier

Les noyaux sont obtenus par le croisement de Le taux de germination des graines du cultivar Deglet nour est de 100%. (Fig 24). Ce pourcentage élevé de germination des noyaux est obtenu grâce l'utilisation d'un substrat approprié (1/2 sable et 1/2 terreau) et les conditions de la serre (30°C jour et 25°C nuit).



Fig 24: Elevage des plantules de palmier en serre

III-2-3- Pouvoir pathogène des différentes souches de *Fusarium oxysporum f.sp albedinis*

Ce travail constitue une contribution à l'étude du pouvoir pathogène de 15 souches de *Fusarium oxysporum f.sp albedinis* (*F.o.a*), agent causal de la maladie du bayoud

Elle nous a permis de sélectionner les souches les plus agressives pour les utiliser ultérieurement dans le test d'évaluation de la résistance des cals des différents cultivars de palmier dattier.

Ces souches de *F.o.* proviennent des foyers actifs de la région d'Adrar, de Ghardaïa et 01 souche d'In Salah sont inoculés sur les plantules du cultivar Deglet nour de palmier dattier pour estimer le taux d'agressivité de chaque souche

Les plantules de palmier dattier du cultivar Deglet Nour sont inoculées au stade 02 feuilles. L'infection consiste à injecter 10 ml de suspension conidienne au fond du sachet où sont rassemblées les racines.

Quarante huit plantules représentant 04 répétitions de 12 individus sont testés pour chaque souche de *F.o.a.* qui sont au nombre de 15 souches ainsi que pour le témoin qui est inoculé avec de l'eau stérile. L'ensemble des plantules sont placés dans une serre suivant un dispositif aléatoire.

Les notations débutent 15 jours après les inoculations. Elles consistent à mentionner le nombre de plantules flétris par souche et par lot de plantules (Fig 25) Les notations sont arrêtées lorsque le taux de mortalité a atteint 100% pour certaines souches.

Les différentes souches testées par inoculation artificielle sont tous pathogène dont le taux de dépérissement des plantules de palmier dattier varie entre 70,83 et 100%. Les plants traités avec de l'eau stérile représentant le témoin n'ont montrés aucun signe de flétrissement et sont restés sains.



Fig 25 : Flétrissement des plantules après inoculation

Le tableau 12 illustre le pourcentage de mortalités de plantules de palmier dattier causés par les différentes souches de *F.o.a*. Ils indiquent une graduation importante et significative dans l'agressivité des souches de *F.o.a* sur les plantules de palmier dattier.

Tableau 12: Pourcentage de mortalité des plantules de palmier dattier issue de croisement Deglet Nour causée par différentes souches de *F.o.a*

Code des souches	Pourcentage de mortalité
Témoin	0
GH10/06	70,83
GH03/06	72,91
Gh nov /05	75
AD12/08	75
AD13/08	77,08
S21	77,08
AS5	79,16
S9	79,16
AD6/06	83,33
S17	81,25
S6	85,41
B11/08	91,66
J13 (3)	93,75
S1	100
GH13/06	100

L'analyse de la variance, en utilisant le logiciel Genstat Release 1 (Annexe 5), des nombres de plantules dépéries sur l'ensemble des souches de *F.o.a* révèle une différence très hautement significative (Tableau 13).

La méthode de classification ascendante hiérarchique (Annexe 6), a permis de classer les souches de *F.o.a* selon leur agressivité en 02 groupes (Fig.26). Le groupe 1 comprend 04 souches très agressives sur les plantules dont le taux d'agressivité varie entre 91,66 et 100% et le deuxième groupe comprend 11 souches agressives dont le taux varie entre 70,83 et 85,41%.

Par contre, Quinten, 1996 a testé 28 isolats de *F.o.a* testés sur les plantules de palmier dattier issus de la germination de noyaux de dattes du cultivar Deglet Nour. A la fin de l'essai, il a montré que le taux que l'agressivité des ces souches étaient remarquablement élevée, le taux de mortalité variant entre 81 et 100%. Il a constaté qu'aucune différence significative n'a été observée dans le pouvoir pathogène des souches de *F.o.a*. Il a considéré que tous les isolats collectés en Algérie sont génétiquement très proches et ont une même origine phylogénétique.

Sedra (1993) a montré qu'il existe une variabilité dans l'agressivité des isolats. La comparaison de l'aptitude pathogène des isolats qui proviennent d'une même localité de la palmeraie indique en outre, que le niveau d'agressivité de ces isolats semble avoir une relation avec leur origine de prélèvement. Au contraire, Sedra (1992) a montré que l'isolat marocain utilisé dans les tests de résistance des descendants de plusieurs séries de croisement a manifesté le plus faible niveau d'agressivité sur les deux croisements utilisés. D'autres essais ont montré que cet isolat a dégénéré et perdu en plus en plus ses caractères morphologique initiaux (Sedra, 1982 ; Sedra et Djerbi, 1985).

L'inoculation des souches de *F.o.a* sur les plantules descendant de six croisements différents et les vitroplants de quelques cultivars de palmier dattier montre qu'il existe une certaine interactions souche x croisement ou souche x génotype. Selon Sedra (1993) pensent à l'existence de différentes virulences ou races physiologiques chez le *F.o.a*. Ce type d'interaction a déjà été signalé dans le cas de plusieurs autres couples hôtes-parasites (Armstrong et Armstrong 1981).

Les souches de *F.o.a* testées ont été isolées de dix cultivars de dattier provenant d'Adrar, Ghardaïa et In Salah. Les résultats obtenus montrent qu'il existe aucune corrélation ne semble exister entre le pouvoir pathogène des souches et l'origine géographique de la souche ou le cultivar à partir duquel ces souches a été isolée.

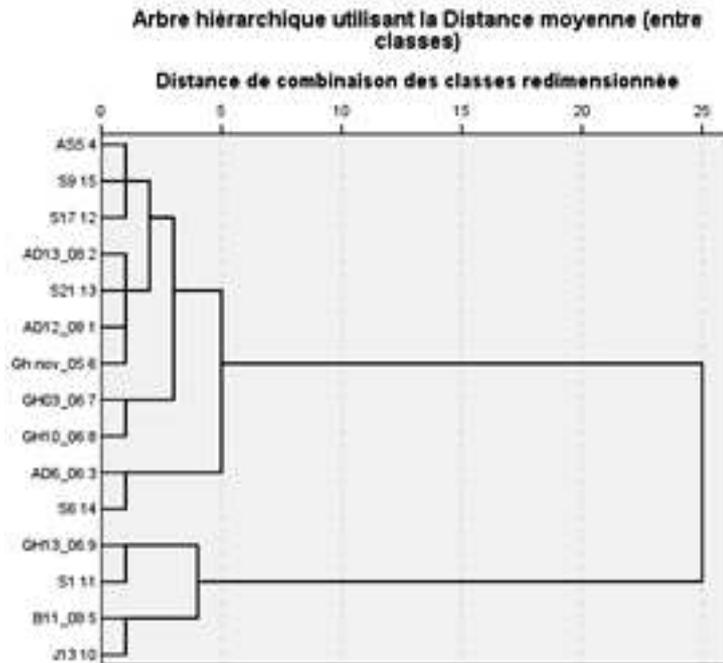


Fig. 26: Dendrogramme construit sur la base de la distance de combinaison des classes redimensionnées.

Tableau 13: Résultat de l'analyse de la variance pour apprécier l'effet des souches sur les plantules de palmier dattier.

Code	Souches	Moyenne
1	S1	100 a
2	AD 06_ 06	83.30 b
3	J13	93.72 a
4	GH 03 _ 06	72.90 c
5	GH 10 _ 06	70.80 c
6	GHnov_05	74.97 bc
7	AD13_08	77.05 b
8	AS5	79.12 b
9	B11_08	91.62 a
10	AD12_08	74.97 bc
11	GH 13_ 06	100 a
12	S6	85.40 ab
13	S9	79.15 b
14	S17	81.22 b
15	S21	77.05 b

III- 3- Effet des concentrations du filtrat de culture de *F.o.a* sur les cals embryogènes

III-3-1- Réactions des cals en présence du filtrat de culture du *F.o.a*

Le filtrat de culture est extrait à partir de culture du champignon brut de *F.o.a*. il est incorporé dans le milieu de culture P12,5 à différentes concentrations variant de 10 jusqu'à 90% excepté le témoin (0%) qui est dépourvu de filtrat et ne contient que le milieu de culture.

Les cals sont mis en culture dans des boites de Petri contenant le milieu P12,5, additionné de filtrat de culture. L'effet du filtrat de culture sur les cals embryogènes se traduit par des nécroses.

A partir du 4^{ème} jour de la mise en culture des cals sur le milieu contenant les diverses concentrations, un début de nécrose est observé chez certains cals en fonction des cultivars et des concentrations du filtrat de culture de *F.o.a*.

III-3-2- Effet des concentrations de filtrat de culture en fonction des cultivars.

Ce travail représente un premier essai de l'évaluation de la résistance des cals de 07 cultivars de palmier dattier en utilisant des concentrations allant de 10 à 90% de filtrat de culture de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, comme agent sélectif pour la résistance à la maladie du bayoud (Fig. 27).

Quatre jours après la mise en culture des cals embryogènes sur le milieu de culture contenant les différentes concentrations de filtrat de culture, des nécroses commencent à apparaître chez les cals de différents cultivars à partir de la dose de 10%.

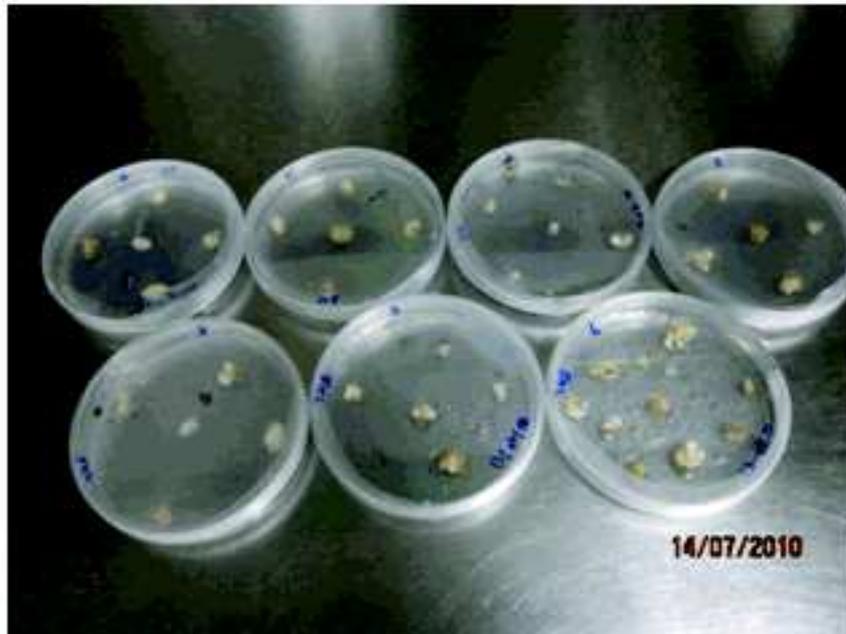


Fig 27: Cals embryogènes placés sur milieu P12,5 additionné des différentes concentrations de filtrat de culture

Le pourcentage de cals nécrosés varie entre 0 et 100% en fonction des concentrations du filtrat et des cultivars testés (Tableau 14).

Cultivar \ Dose	Deglet Nour	Timjuhart	Akerbuch	Takermust	Tazerzaït	U'rus	Tantbucht
0%	0	0	0	0	0	0	0
10%	33,33	0	0	0	0	0	0
20%	40	0	0	0	0	0	26,66
30%	53,33	0	0	0	13,33	13,33	26,66
40%	66,66	0	6,66	0	40	20	33,33
50%	73,33	13,33	13,33	20	46,66	26,66	40
60%	73,33	13,33	13,33	26,66	60	26,66	40
70%	80	20	20	46,66	66,66	33,33	53,33
80%	86,66	33,33	26,66	53,33	80	40	60
90%	100	46,66	33,33	53,33	80	46,66	66,66

Tableau 14: Taux de cals embryogènes nécrosés des cultivars de palmier dattier en fonction des doses de filtrat de culture de F.o.a

Pour le témoin, c'est-à-dire les cals mis en culture sur le milieu P12,5 dépourvu de filtrats de culture, les cals se développent normalement et ne présentent aucune nécrose (Fig 28).

Avec une faible concentration de 10%, seulement les cals du cultivar Deglet Nour a montré des nécrose avec un taux de 33%. C'est à partir de la concentration de 30% que les cals des cultivars Tazerzaït, U'rus et Tantbucht ont réagi. A 40%, les cals des cultivars Timjuhart (Fig.29) et Akerbuch ne présentent aucune nécrose. A des fortes concentrations

de filtrat de culture, tous les cals ont réagi mais le pourcentage de nécrose varie selon les cultivars. A noter que le plus faible pourcentage est noté avec le cultivar Akerbuch



Fig 28: Cal de Deglet Nour sur milieu P12,5 dépourvu de filtrat de culture (0%)



Fig 29: Cal du cultivar Timjuhart sur milieu contenant 40% de filtrat de culture

Une augmentation significative du pourcentage de cals nécrosés est observée sur les cultivars sensibles, il est directement en corrélation avec l'augmentation des concentrations du filtrat de culture.

A une concentration de 10%, tous les cals des différents cultivars ne présentent pas de nécrose à l'exception du cultivar Deglet Nour où 33,33% de cals nécrosés sont enregistrés. Les nécroses sont observées chez le cultivar Tantbucht à 20% avec 26,66% de cals nécrosés.

Pour les cultivars Tazarzaït et U'rus, les cals réagissent à partir de 30% avec 13,33% de cals nécrosés.

La figure 30 montre l'effet des différentes concentrations du filtrat de culture sur le

développement des cals embryogènes issus des cultivars résistants ou tolérants. et du cultivar sensible

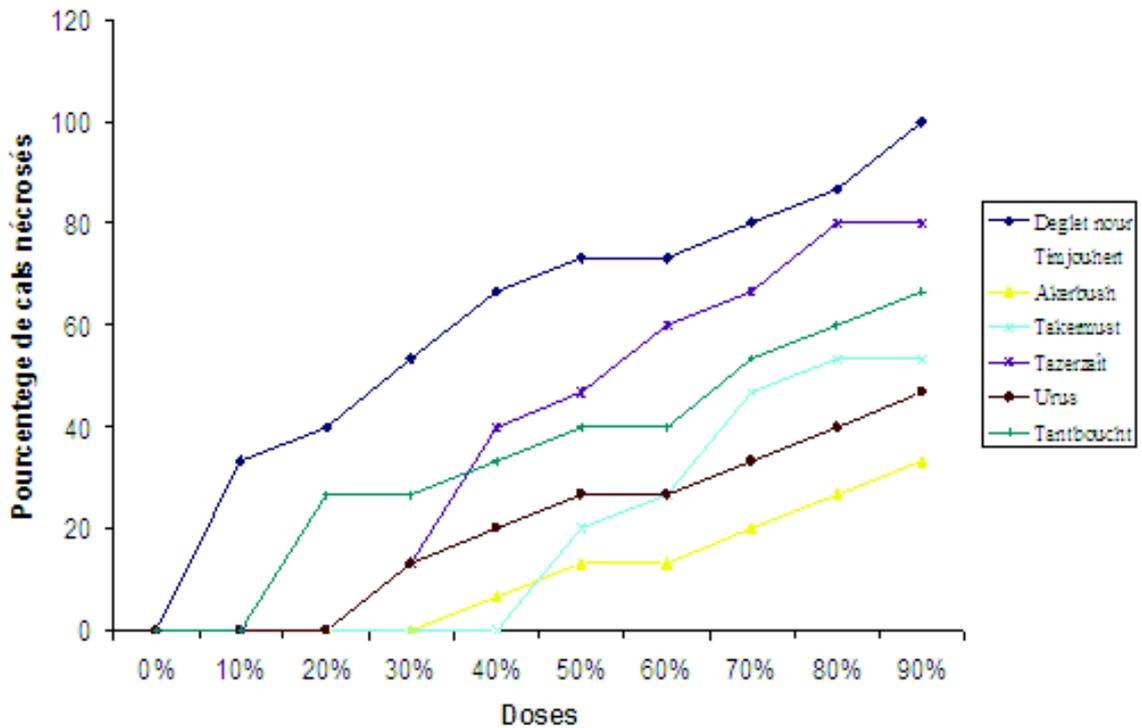


Fig 30: Effet des différentes concentrations du filtrat de culture de F.o.a sur les cals des cultivars de palmier dattier

Les réactions du filtrat de culture ne sont observées qu'à partir d'une concentration de 40% chez le cultivar Akerbuch. avec 6,66% de cals nécrosés et à une concentration de 50% pour le cultivar Takermust avec 20% de nécrose

Les cals du cultivar Deglet Nour, connu pour sa sensibilité, a présenté des signes de nécrose à une faible dose de filtrat de culture (10%). Le pourcentage de nécrose pour ce cultivar augmente au fur à mesure que la dose du filtrat est plus concentrée jusqu'à atteindre 100% de cals nécrosés, avec la dose de 90%.

C'est aussi le cas des autres cultivars de palmier dattier testés, dont le taux nécrose augmente en fonction des doses introduite dans le milieu. Cependant, on remarque que l'effet toxique ne réagit sur les cals des cultivars Timjuhert et Takermust qu'à partir de la dose 50%.

Tous les cals des différents cultivars de palmier dattier ont montré une réaction au filtrat de culture à partir de la dose de 50%. Le pourcentage de cals nécrosés augmente avec la dose (Fig 31) introduite dans le milieu de culture mais les réactions diffèrent d'un cultivar à un autre.



Fig 31: Cal du cultivar Deglet Nour sur milieu contenant 50%, 60 et 80% de filtrat de culture

Avec une forte concentration de 90%, les taux les plus faibles de cals nécrosés sont enregistrés avec le cultivar Akerbuch avec un taux 33,33%, suivi du cultivar Timjuhart et U'rus avec un taux de 46,66%. Le cultivar Takermust a montré 53,33% de cals nécrosés suivi du cultivar Tantbucht avec 66,66%. Les taux les plus élevés de cals nécrosés sont observés chez le cultivar Tazerzaït avec 80% et le cultivar Deglet Nour avec 100% de nécrose.

La méthode de classification ascendante hiérarchique pour les résultats obtenus en appliquant les doses allant de 50% et 70% du filtrat de culture a permis de classer les cultivars de palmier dattier en 03 groupes. Le 1^{er} groupe réunit 02 cultivars Deglet Nour et Tazerzaït. Le 2^{ème} groupe regroupe les cultivars Takermust et Tantbucht et le 3^{ème} groupe rassemble les cultivars U'rus, Timjuhart et Akerbuch.

L'application de la dose 60% de filtrat de culture a révélé que le 1^{er} groupe regroupe le cultivar sensible Deglet Nour. Le 2^{ème} groupe rassemble le cultivar Tazerzaït et le 3^{ème} groupe réunit les cultivars U'rus, Takermust, Tantbucht, Timjuhart et Akerbuch.

Trois groupes sont formés en appliquant la dose de 80% de filtrat de culture. Le 1^{er} groupe rassemble les cultivars Deglet Nour et Tazerzaït, le 2^{ème} groupe se compose d'un seul cultivar Tantbucht et le dernier groupe est composé des cultivars Akerbuch, Timjuhart, U'rus et Takermust.

La dose de 90% de filtrat de culture, a montré un classement (Fig.32) formé de 03 groupes. Le premier est constitué du cultivar sensible Deglet Nour. Le 2^{ème} groupe rassemble les cultivars Tazerzaït et Tantbucht. Le 3^{ème} groupe réunit les cultivars Akerbuch, Takermust, Timjuhart et U'rus.

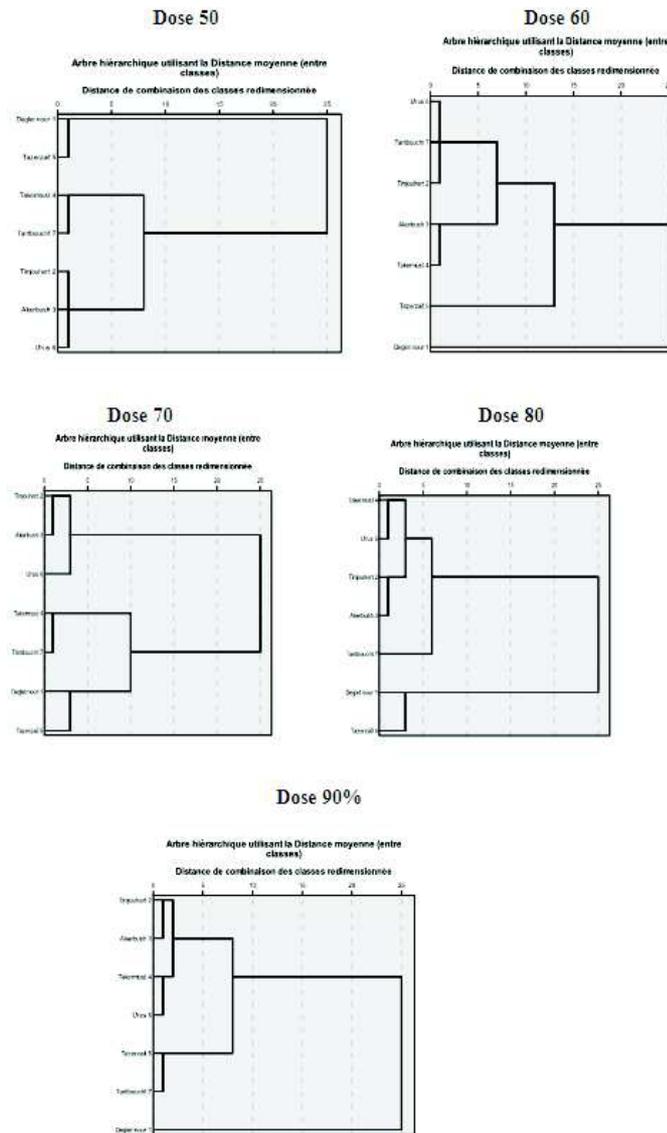


Fig. 32 : Dendrogramme construit su la base de la combinaison des classes par rapport à l'indice de similarité

Les résultats obtenus montrent que les cultivars de palmier dattier testés ont réagi différemment aux différentes doses de filtrat de cultures. Cependant, tous les cultivars ont réagi à partir de l'application de la dose 50% de filtrat de culture.

L'application des différentes doses de filtrat de culture sur les cals de 07 cultivars de palmier dattier a montré une différence dans la classification des cultivars en fonction de la dose testée.

En général, le cultivar Deglet Nour, connu pour sa sensibilité vis-à-vis de la maladie du bayoud, a été généralement associé au cultivar Tazarzaït. Ces deux cultivars étant dans le même groupe, ceci permet de considéré que le cultivar est sensible à la fusariose du palmier dattier. La sensibilité du cultivar Tazarzaït a été rapportée par Benkhalifa *et al.* 1998 ; Beelguedj, 2002.

Le cultivar Akerbuch, connu pour sa résistance au niveau des foyers infestées par la maladie du bayoud (Benkhalifa *et al.*, 1998; Chikh Aissa *et al.*; 2003), est classé avec deux

cultivars Timjuhart et U'rus. Les observations sur le terrain pour ces cultivars ont montré que les cultivars Timjuhart et U'rus sont tolérants (Benkhalifa *et al.* 1998 ; Belguedj, 2002).

Le cultivar Takermust est classé, en appliquant les doses de 50% et de 70% de filtrats de culture de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, avec le cultivar Tantbucht. Cependant, en exposant les cals du cultivar Takermust à une dose de 60%, 80% et 90% de filtrat de culture, il est classé avec les cultivars connus pour leurs résistances ou leurs tolérances. Benkhalifa *et al.*, 1998 rapporte que le cultivar Takermust est sensible à la fusariose du palmier dattier.

Le cultivar Tantbucht, en appliquant les doses 50% et 70% de filtrat de culture, est classé avec le cultivar Takermust ; alors qu'avec la dose 60%, ce cultivar est classé avec les cultivars Takermust, Akerbuch, Timjuhart et Akerbuch. Le cultivar Tantbucht est représenté dans un seul groupe avec la dose 80% de filtrat de culture alors qu'il est regroupé avec le cultivar Tazarzaït, connu pour la sensibilité à la maladie, en exposant les cals à une dose de 90%.de filtrat de culture. L'appréciation du cultivar Tantbucht vis-à-vis du bayoud est inconnue au niveau des foyers infestés (Benkhalifa *et al.*, 1998) alors que pour d'autres auteurs, le cultivar Tantbucht est résistant (Belguedj,2002).

En résumé, l'application des différentes concentrations du filtrat de cultures sur les cals des 07 cultivars de palmier dattier, montre que les cultivars sont rassemblés en 03 groupes selon le dendrogramme utilisant la distance de combinaison des classes (Fig 33). Le 1^{er} groupe est constitué du cultivar Deglet Nour, le second regroupe les cultivars Tazerzaït et Tantbucht et le 3^{ème} group est formé des cultivars Akerbuch, Timjuhart, Takermust et U'rus. (Annexe 7).

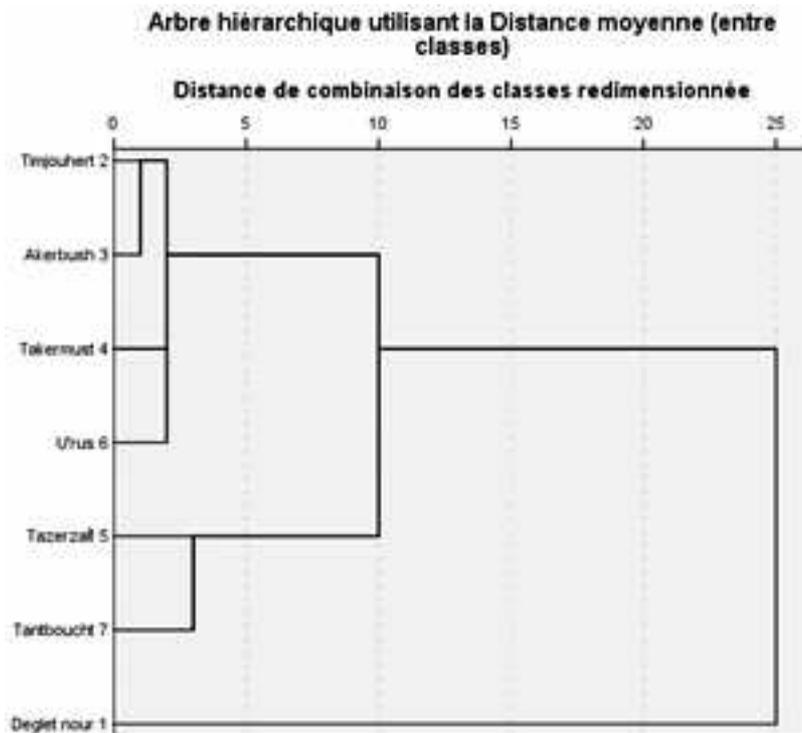


Fig. 33: Dendrogramme construit sur la base de la combinaison des classes par rapport à l'indice de similarité des différentes concentrations de filtrat de culture de *F.o.a*

L'analyse de l'extrait brut du filtrat du *Fusarium oxysporum* .f.sp *albedinis* a montré la présence d'une quarantaine de produits différents (Moukhlisse-Dunand (1987). Parmi ceux

qui ont pu être identifiés, on distingue les dérivés des acides fusarique, succinique, phényl-3 lactique, p- méthyl-2 acétique ainsi que l'acide anisique et des acides gras.

Le champignon produit aussi plusieurs phytotoxines peptidiques en plus de l'acide fusarique et de ses dérivés (Sedra, 1995c ; El Fakhouri *et al.*, 1996 ; Sedra et Lazrek, 2011). A partir du filtrat de culture du parasite, trois fractions FI, FII et FIII sont isolées. La fraction FII s'est révélée la plus toxique sur le palmier dattier (Sedra *et al.*, 1993).

La purification par chromatographie liquide à haute performance (HPLC) et par filtration moléculaire a montré l'existence de 14 toxines : FI (4 toxines), FII (06 toxines) et FIII (04 toxines) (Lotfi, 1997 ; Sedra *et al.* ; 1998a).

Plusieurs auteurs ont montré qu'il est possible de sélectionner des plants résistants par l'utilisation du filtrat de culture. Un nombre efficace de protocoles ont été développé pour la sélection de la résistance de plusieurs pathogènes chez les plantes par l'utilisation de filtrat de culture et des toxines purifiées (Liz and Lavi, 1997, Matsumoto *et al.*, 1999 b).

Divers travaux ont rapporté que les cultivars sensibles montrent une plus grande sensibilité aux tests de filtrat de culture, tandis que les cultivars résistants montrent une résistance. Les cals résistants croissent en présence de fortes concentrations de filtrat contrairement aux cultivars sensibles (Borràs *et al.*, 1998, Borràs - Hidalgo *et al.*, 1999). C'est le cas du filtrat de culture du *Fusarium subglutinans* qui a un effet phytotoxique sur les variétés d'ananas. Cet effet est évalué sur les feuilles blessées des plantules ainsi que les cals. La toxicité du filtrat de culture sur les cultivars sélectionnés d'ananas reflète la performance du test sur les plantes entières en serre, évoquant le rôle possible des composés toxiques extracellulaires fongique dans cette maladie

Il a été aussi démontré que l'introduction du filtrat de culture de *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* dans le milieu de culture a un effet toxique sur la croissance des pousses de banane (Mends *et al.* (1993). Une réponse similaire est observée quand les cals sensibles de soja sont exposés à des concentrations élevées de filtrat de culture de *Fusarium solani*, montrant une réduction de croissance et régénération (Jin *et al.*, 1996).

Jin *et al.*, (1996) ont montré que les feuilles blessées de soja réagissent différemment au filtrat de culture de *Fusarium solani* en fonction de la résistance ou la sensibilité des cultivars ; les cultivars sensibles sont plus sensibles au filtrat de culture par rapport aux les cultivars résistants. En plus, leur essai a montré que l'action du champignon brut sur les plants de soja est en corrélation avec la sévérité des symptômes causant la mort du soja (*Glycine max* L) après inoculation au niveau de la serre.

Il est aussi connu que l'acide fusarique produit un effet toxique sur tous les cultivars d'ananas. La réponse aux différents génotypes d'ananas n'est pas corrélée avec la réponse de *Fusarium subglutinans* dans les conditions naturelles. Cependant, depuis que l'acide fusarique est classée comme une toxine non sélective (Matsumoto *et al.*, 1995), il est possible qu'il existe d'autres composants présent dans le filtrat de culture qui sont responsables dans la toxicité.

Les molécules extracellulaire comme les éliciteurs des champignons pour les plantes résistantes a été rapporté dans de nombreuses études des interactions hôte -pathogène (Knogge, 1996 ; Ellis *et al.*, 2000).

Les phytotoxines ont montré non seulement leur utilité pour comprendre le mécanisme du pathogène mais aussi pour sélectionner par screening les cellules résistantes en culture *in vitro*

dans le cadre de l'amélioration de la résistance à la maladie (Song *et al.*, 1994) ; ce qui montré une résistance / sensibilité de différents niveaux du germplasm de pois chiche.

La sélection de la résistance peut se faire par différentes voies. Une des méthode qui consiste en premier lieu en l'utilisation de la concentration létale comme agent sélectif; une autre méthode est l'étape prudente de la sélection qui consiste à sélectionner en augmentant graduellement les concentrations d'agents sélectifs jusqu'à à atteindre la concentration de la dose létale (Mc Lean, 1996).

Les résultats indiquent que ces caractéristiques peuvent être utilisé en *in vitro* pour le screening du germoplasm résistant, comme il a été déjà testé chez différents autres système hôte – parasite (Ludwig *et al.*, 1992 ; Song *et al.*, 1994).

CONCLUSION

Le bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier, demeure une menace pour les régions phoenicicoles, particulièrement en Algérie et au Maroc. Parmi les différents moyens de lutte entrepris, l'utilisation des cultivars de palmier dattier résistants au bayoud, a de tout temps été recommandée.

Les palmeraies du sud algérien sont dotées d'une grande diversité génétique, ce qui a, sans doute, contribué jusqu'à présent au maintien du système oasien, malgré la présence du bayoud.

Pour le repeuplement des palmeraies dévastées et l'extension des nouveaux périmètres, la plantation de ces cultivars est une alternative pour freiner la progression de la fusariose vasculaire. Cette démarche est malheureusement tributaire de la disponibilité d'un nombre important de rejets.

L'introduction de rejets obtenus par la culture *in vitro* de sept cultivars de palmier dattier a été entreprise dans un but d'évaluation de leurs capacités de tolérance, ou de résistance au champignon. Six d'entre eux, Takermust, Timjuhart, Tazarzaït, Tantbucht, U'rus et Akerbuch, connus pour leur tolérance ou résistance, ont fait preuve de capacités de production de calcs embryogènes. Ce résultat est d'une importance capitale pour la production en masse de plants résistants ou tolérants au bayoud.

L'étude du pouvoir pathogène a été entreprise sur 15 souches de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* (*F.o.a*), prélevées dans trois régions du Sud du pays: Adrar, Ghardaïa et In Salah. L'inoculation artificielle de plants de cultivar sensible Deglet Nour avec ces souches a permis de sélectionner les plus agressives. Ces dernières sont utilisées pour le test d'évaluation de la résistance des calcs, des différents cultivars de palmier dattier

Les calcs embryogènes des sept cultivars ont ainsi été testés pour leur comportement vis-à-vis de la fusariose vasculaire de palmier dattier. L'évaluation de leur degré de résistance est appréciée par l'introduction du filtrat de culture de la souche la plus agressive de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, comme agent sélectif.

Les résultats obtenus ont permis de classer les cultivars en 03 groupes en fonction du pourcentage de nécroses de leurs calcs. Le cultivar Deglet Nour, connu pour sa sensibilité, se retrouve seul dans un groupe avec 100% de nécrose. Ceci confirme sa sensibilité vis à vis de bayoud. Les cultivars Tazarzaït et Tantboucht se rassemble dans le même groupe. Enfin le dernier groupe renferme les cultivars Timjuhert, Takermust, U'rus et le cultivar Akerbush, connu pour sa résistance. Ces résultats concordent avec les observations effectuées sur les parcelles d'implantation et de suivi au niveau du terrain.

L'ensemble des cultivars de palmier dattier testés ont également montré une bonne capacité embryogènes.

La production à grande échelle de vitroplants de ces cultivars de palmier dattier permettrait de repeupler les palmeraies dévastées par la fusariose vasculaire.

Ce travail est une étape indispensable pour l'évaluation de l'ensemble des cultivars de palmier dattier vis-à-vis de la maladie. L'utilisation du filtrat de culture *F.o.a*, comme outil de sélection, a été une alternative pour évaluer les cultivars testés. Cependant, la connaissance

des composés toxiques du champignon responsable de la pathogénicité est aujourd'hui indispensable pour leur utilisation dans un schéma de sélection.

Dans un programme de sélection végétale vis-à-vis d'un agent pathogène, la recherche des molécules responsables de l'expression de la maladie est à entreprendre pour proposer des outils puissants pour l'évaluation de tout le patrimoine phoenicicole existant et amélioré.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agrios GN. 1978. Plant pathology. Academic Press. 2nd Ed. 703p.
- Ammar S., Benbadis A. 1977. Multiplication végétative du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par la culture *in vitro* de jeunes plantes issues de semis. C.R Hebd. Séances. Acad. Sci. Série D.1789 - 1792.
- Amir H., Amir A.1988. Influence de la désinfection et du type de sol sur l'antagonisme d'un actinomycète vis-à-vis d'une souche de *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis*. Rev. Ecol. Biol. Sol, 26 : 57-74.
- Amir A., Riba O., Bounaga N. 1988. Influence de la salinité des sols de palmeraies sur les *Fusarium*. Relation entre la densité des populations de *Fusarium* et de la conductivité des sols. Rev. Ecol. Biol. Sol. 26. 391-406.
- Anjarne N., Zaid A. 1993. Effet de certains équilibres hormonaux sur l'enracinement précoces des tissus de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Al Awamia. 82: 197-210.
- Armstrong GM., Armstrong JK. 1981. Formeae speciales and races of *Fusarium* causing wilt disease.. In Nelson P.E. Tousson TA and Cook RJ (Eds), *Fusarium disease biology and taxonomy* Pennsylvania state university Press, University Park and London. 391-399.
- Auge R., Beauchesne GB., Boccon Gibod L., Decourtye L., Get B., Jalouzout R., Munier R., Moran J., CI Reynold JP., Strully DG., Vidallie H. 1989. La culture *in vitro* et ses applications horticoles. 3^{ème} Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. 207p.
- Baaziz M., Brakez Z., Bendiab K., Aissam F., El Hadrami I. 1996. Apport des marqueurs biochimiques et moléculaires dans la micropropagation du palmier dattier. In rapport de synthèse de l'atelier « culture *in vitro* du palmier dattier. CIHEAM- Option Méditerranéennes N° 28, pp. 170-171.
- Barrow S. 1998. A revision of phoenix. Reprinted from Kew. Bulletin Vol. 53, part 3. 1998. 544-551.
- Beauchesne G. 1982. Vegetative propagation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) by *in vitro* culture. In: Proc. 1st symposium on the Date Palm. March 23-25. King Faisal University, Al-Hassa, Kingdom of Saudi Arabia, 698-700.
- Behnke M. 1979. Selection of potato callus for resistance to culture filtrates of *Phytophthora infestans* and regeneration of resistant plants. Theor. Appl. Genet. 55. 69- 71.
- Belguedj M. 2002. Les ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du sud-est algérien. Dossier N°1. NRAA .289p
- Belguedj M.2010. La production dattière (2010 – 2011). Source DSA.

- Ben Abdallah A., 1988 - Multiplication par organogénèse des variétés de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) à partir de bourgeons et du dôme apical: problèmes rencontrés. Compte Rendu du 1^{er} groupe de travail sur la multiplication rapide du palmier dattier par les techniques de culture in vitro. FAO Marrakech, 24-27 Mai.
- Bender CL. 1997. Phytotoxines production in *Pseudomonas syringae*. P.125-141 in Stacey G and Keen NT (eds). Plant microbe interactions. Ed. Chapman et Hall. Vol 3.
- Benkhalifa A., Brac de la Perrière RA., Hannachi S., Khitri D. 1998. Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. CDARS, URZA, Algérie. 225p.
- Bhaskaran S., Roberta H.S. 1995. Somatic embryogenesis in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in Jain S., Gupta P and Newton R (eds). Somatic embryogenesis in woody plants. Vol 2. 461-470.
- Booth C. 1971. The genus *Fusarium* common weath mycological. Insti. Surrey. 237 P.
- Borràs O., Matos AP., Cabral RS., Tapia R., Arzola M., Santos R., Pérez MC. 1998. Phytotoxic effect of culture filtrate from *Fusarium subglutinans*, the causal agent of fusariose of pineapple (*Ananas comosus*L.Merc). Euphytica 104. 73-77.
- Borràs- Hidalgo OB., Santos R., Tussel RT., Pires de Matos A., Cabral RS., Arzola M., Pérez MC. 1999. Phytotoxicity of *Fusarium subglutinans* culture filtrates on *in vitro* plantlets and calli of resistant and susceptible pineapple (*Ananas comosus*). Plant Pathology 48. 756 - 758.
- Bouguedoura N. 1979. Contribution à la connaissance du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Etude des productions axillaires. Thèse de 3^{ème} cycle, Université des Sciences et de la Technologie d'Alger, Alger, 64 p.
- Bouguedoura N., 1991 - Connaissance de la morphogénèse du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Etude *in situ* et *in vitro* du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de doctorat d'état, USTHB, Alger. 201p.
- Bounaga N. 1970. Quelques aspects de la physiologie d'une souche de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, agent causal de la maladie du bayoud. Bull. Soc. Hist. Afr. Nord. 60 : 137 – 183.
- Brac de la Perrière RA., Benkhalifa A. 1991. Progression de la fusariose du palmier dattier en Algérie. Sécheresse, 2, 119 -128.
- Bulit J., Louvet J., Bouhot D., et Toutain G. 1967. Recherches sur les fusarioses. I- Travaux sur le bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier en Afrique du nord. Ann. Epiphyt. 18 : 213 - 39.
- Carlson P.S. 1973. Methionine sulfoximine –resistant mutants of tobacco. Science 180. 1366- 1368.
- Casinovi CG. 1972. Chemistry of the terpenoïd phytotoxins. P.105 – 125. In Phytotoxins in Plant diseases (R.K.S Wood, A. Ballio. Et Graniti. eds). Academic Press. New York.
- Chabane D. 1995. Etude des aptitudes morphogénétiques de divers explants des rejets du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) chez deux variétés Takerboucht et Deglet Nour pour produire une embryogénèse somatique. Thèse de Magister. USTHB, 103p.

- Chader S., Hassan H. 1988. Biological activity of two new antibiotics AC3 et M17 against the bayoud disease causal organism (*Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*). "Date Palm Research Symposium" Réseau de recherches et du développement du palmier dattier. Marrakech, 16 -18 février, Maroc (en arabe), p 296- 301.
- Chikh Aissa A. 1991. Etude de l'efficacité du Bromure de méthyle et de la chloropicrine sur *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* Bull. Rés. Magh. Sur la Phoen . Et la Prot du Palm Dat. 1. 3. 17- 24.
- Chikh Aissa A., Sekouti S. 2003. "Evaluation de la résistance des cultivars sélectionnés du palmier dattier vis à vis du bayoud ». Rapport mi- Parcours du Projet MERSI. 20p.
- Chukwuemeka R.E., Peter A., Omerefe A. 2005. Somatic embryogenesis in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) from apical meristem tissues from 'Zebia' and 'Ioko' land races. African Journal of Biotechnology Vol, 4 (3), 244- 246.
- Corbaz R. 1991. Principes de phytopathologies et lutte contre les maladies des plantes. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Suisse. 286p..
- Daguin F., Letouzé R. 1987. Vitreous plants *in vitro*: Relation - ship with ammonium content of the nutrient medium. Acta Hort., 212, 259- 561.
- Daguin F., Letouzé R. 1988. Régénération du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par embryogenèse somatique: Amélioration de l'efficacité par passage en milieu liquide agité. Fruits - vol.43, n°3.
- Daikh H., Demarly Y. 1987. Résultats préliminaires sur l'obtention d'embryons somatiques et la réalisation de semences artificielles du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). C.R. Acad. Agric., 11: 1151-1154.
- Daub ME. 1986. Tissue culture and the selection of resistance to pathogens. Annu. Rev. Phytopathol. 24. 159 -186.
- Djerbi M. 1982. Bayoud disease in North Africa : history distribution diagnosis and control. Date palm journal. 1(2) ; 153 – 197.
- Djerbi M. 1982a. Le Bayoud en Algérie, problèmes et solutions. F.A.O regional project for palm and dates research center in the near East and North Africa, Bagdad, Iraq, 45p.
- Djerbi M. 1988. Les maladies du palmier dattier. FAO/PNUD/RAB/84/018, Lutte contre le Bayoud. Al watan Printing Press Co. Beirut Msaytbeh, 22 planches Photos couleurs, 12 planches Photos noir et blanc, 127p.
- Djerbi M. 1990. Précis de phéniculture. FAO. 191p.
- Djerbi M., Sedra MyH., et Idrissi-Ammari MA. 1985. caractéristiques culturales du *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, agent causal du bayoud. Ann. Inst. Nat. Rech. Agric. Tunisie 58 (1). 1- 11.
- Djerbi M., Frederix M.J.J., Den Braber K., Chikh Aissa., A., Sekouti S. 1991. Mise au point l'éradication du Bayoud: efficacité du bromure de méthyle seul ou associé à la chloropicrine. Bulletin du Réseau Maghrébin de Recherche sur la Phéniculture et la Protection du Palmier Dattier (PNUD/FAO), v. 1(3) p. 25-38.
- Drira N. 1983. Multiplication végétative du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par la culture *in vitro* de bourgeons axillaires et de feuilles qui en dérivent. C.R. Acad. Sc. Paris, série 3, 296, 1077-1082.

- Drira N., 1985. Multiplication végétative du palmier dattier par des néoformations induites en culture *in vitro* sur des organes végétatifs et floraux prélevés sur la phase adulte. Thèse de doctorat D'état, Faculté des sciences de Tunisie, 121p.
- Dowson VHW. 1982. Date production and protection with special reference to North Africa and the Near East. FAO Technical Bulletin No. 35. pp 294.
- Ducreux G. et Rossignol M., 1986. La pomme de terre. La recherche.174: 193-203.
- Durbin RD. Uchyll TF. 1985. The role of zinc in regulating tabatoxin production. *Experientia* , 41. 136-127.
- El Balladj M. 2000. Etude de quelques mécanismes biochimiques impliqués dans l'acquisition des potentialités embryogènes et la maturation des embryons somatiques chez le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). Thèse de doctorat. Faculté des sciences, Semlalia, Université Cadi Ayyad, Marrakech. Maroc . 243p.
- El Fakhouri R., Lazrek HB., El Bahraoui E., Sedra MyH., Rochat H., 1996. Preliminary investigation on a peptidic toxin produced by *Fusarium oxysporum* f.sp albedinis. *Phytopathol. Mediterr.* 35. 11– 15.51- El Hadrami L. Baaziz M. 1995. Somatic embryogenesis and plant regeneration from shoot-tip explants in *Phoenix dactylifera* L. *Biologia Plantarum*, 37: 205-211.
- EL Hadrami L., El Jaafari S. et Daayf F. 1997. Les biotechnologies végétales intégration chez le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), pivot de l'agriculture oasisienne. Cas du Maroc. In: Biotechnologies, amélioration des plantes et sécurité alimentaires. AUPELF- UREF. Actualités scientifiques, ed. ESTEM, Paris, France, 23-27.
- El Hadrami H., El Idrissi-Tourane A., El Hasni M., Daayf F., El Hadrami I. 2005. Toxin – based *in vitro* selection and its potential application to date palm for resistance to the bayoud *Fusarium* wilt. *Plant biology and pathology. C.R.Biologies* 328, 732 – 744.
- El Idrissi Tourane A., 1997. Importance des polyamines libres et conjuguées et des inhibiteurs de leur biosynthèse dans les mécanismes de défense du palmier dattier vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, agent causal du bayoud. Thèse de 3^{ème} cycle, faculté des sciences Semlalia, université Cadi –Ayyad, Marrakech, Maroc. 146p.
- Ellis J., Dodds P., Pryor T. 2000. Structure, function and evolution of plant disease resistance genes. *Curr. Opin. Plant. Biol.* 3. 278-284.
- Erskisson OE. 2006. Outline of ascomycota. *Myconet* 12: 1- 82.
- Eriksson OE., Winka K. 1997. Supraordinal taxa of Ascomycota. *Myconet*(1): 1-16. [12 Dec 1997.
- FAOSTAT. 2007. Bilan alimentaire. <http://opps.FAO.org> .
- FAOSTAT. 2009. Bilan alimentaire. .Retrieved 2011- 10-20.
- Fergani K. 1998. Embryogenèse somatique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Cultivars Deglet Nour. Thèse de Magister. USTHB. 117p.
- Frederix MJJ., Den Brader. 1989. Résultats des essais de désinfection des sols contenant des échantillons de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*. FAO/PNUD/ RAB/88/024. Ghardaïa. Algérie.

- Gengenbach BG., Rines HW. 1986. Use of phytotoxins in selection of disease resistant mutants in tissue culture. *Lowa S.J. Res.* 60. 449- 476.
- Halle F., Oldeman R., Tomlinson P. 1978. *Tropical trees and forests; on architectural analysis.* Springer-Verlag. Berlin.
- Hammerschlang FA. 1988. Selection of peach cells for insensitivity to culture filtrate of *Xanthomonas campestris pv pruni* and regeneration of resistant plants. *Theor. Appl. Genet* 76. 865- 869.
- Harrison M.A., Mayo M.A. 1983. The use of protoplasts in plant virus research. In J.P. Helgenson, B.J. Deverall (Eds), *Use of tissue culture and protoplasts in plant pathology*, Academic Press, New York. PP; 67 – 137.
- Holliday MJ., Klammer WL., 1979. Expression of disease reaction types in soybean callus from resistant and susceptible plants. *Phytopathology* 69. 576 - 5784.
- Hoss R., Helbig J., Bochow H. 2000. Function of host and fungal metabolites in resistance response of banana and plantain in the black Sigatoka disease pathosystem (*Musa* spp- *Mycosphaerella fijiensis*). *J. Phytopathol.* 48. 387 - 394.
- Jahiel M. 1989. Intérêt et particularités du palmier dattier dans les zones en cours de désertification: exemple du Sud-est du Niger. DEA. USTL, 59p. Montpellier.
- Jin H., Hartman GL., Nickell CD., Widholm JM. 1996. Phytotoxicity of culture filtrate from *Fusarium solani*, the causal agent of soybean Sudden Death Syndrome. *Plant Disease.* 80, 922-927.
- Khan M.A., Khalil M.S., Al Kahtani M.S. 1982. *In vitro* culture of different tissues of palm (*Phoenix dactylifera* L.) offshoot. In: Proc. 1st Symposium on the date palm, March 23-25. King Faisal University, Al Hassa, Kingdom of Saudi Arabia, 152-156.
- Knogge W. 1996. Fungal infection of plants. *Plant Cell* 8. 1711-1722.
- Lachqer- Sillou K. 1989. Etude de l'embryogenèse somatique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) à partir des tissus de cœurs de rejets. Thèse de 3^{ème} cycle. Université Cad Ayyad Marrakech, 120 p.
- Larkin P.J. et Scowroft W.R., 1981 - Somaclonal variation- a novel source of variability from cell culture for plant improvement. *Theor. Appl. Genet.* 60: 197-214.
- Larkin P.J., Ryan S.A., Brettel R.I.S. et Scowroft W.R., 1984 - Heritable somaclonal variation in wheat. *Theor. Appl. Genet.*, 67: 443-455.
- Lefevre F. 1962 - Multiplication du palmier dattier à la station de Kankossa. Mauritanie. *Fruits*, 17. 3: 129-131.
- Liz RE., Lavi U. 1997. *Biotechnology (In) The Mango: botany, Production and uses.* CABI. Publishing, Wallingford. UK. pp: 401-423.
- Lotfi K. 1989. La multiplication végétative du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) à partir de la culture *in vitro* d'explants inflorescentiels. Thèse de 3^{ème} cycle. Faculté des Sciences. Marrakech, Maroc. 105p.
- Lotfi F. 1997. Contribution à l'étude phytotoxique et biochimique des toxines peptidiques sécrétées par *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, agent causal de la fusariose

- vasculaire du palmier dattier (Bayoud). Diplôme d'études supérieures, faculté des sciences Semlalia, université Cadi –Ayyad, Marrakech, Maroc. 168p.
- Louvet J., Toutain J. 1973. Recherches sur les fusarioses VIII. Nouvelles observations sur la fusariose du dattier et précisions concernant la lutte Ann. Phytopathol. 5: 35-52.
- Ludwig AC., Hubstenberger J., Phillips F. 1992. Screening of *Allium tester* lines *in vitro* with *Pyrenochaeta terrestris* filtrates. Hortscience 27. 166-168.
- MADR. 2007. Les statistiques de l'agence nationale de la promotion du commerce extérieur (Algex) .Lettre bimensuelle N°7.
- Main CE., Pero RW. 1972. Phytotoxins in the brown spot disease of tobacco caused by *Alternaria tenuis*. P. 427- 429. In Phytotoxins in Plant Disease. R.S.K. Wood, A. Ballios, Graniti A, eds). Academic Press, New York..
- Malençon G. 1934. Nouvelles observations concernant l'étiologie du Bayoud. C.R. Acad. Sci. Paris. 198 – 1259.
- Margara J. 1989. Bases de la multiplication végétative. Les méristèmes et l'organogenèse. INRA-IMP. Alenconnaise. 262p.
- Mater AA. 1986. *In vitro* propagation of *Phoenix dactylifera* L. Date palm. J. 2, 57-77.
- 86-Matsumoto K., Barbosa ML., Souza LAC., Teixeira JB. 1995. Race 1 *Fusarium* wilt tolerance on banana plants selected by fusaric acid. Euphytica 84. 67- 71.
- Matsumoto, K., M.L. Barbosa, L.A.C. Souza and J.B. Teixeira, 1999b. *In vitro* selection for *Fusarium* wilt resistance to banana II. Resistance to culture filtrate of race 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense. Fruits, 54: 151-157.
- Mc Lean M. 1996. The phytotoxicity of *Fusarium* metabolites. An update since 1989. Mycopathologia 133. 163-179.
- Meguelliati H. 2005. Optimisation de la callogénèse chez le palmier dattier (*Phoenix actylifera* L.) en vue de l'obtention de suspensions cellulaires et de protoplastes. Thèse de Magister. USTHB, 74p.
- Mendes BMJ., Rodriguez BIP., Tulmann A. 1993. Effect of toxic filtrate of *Fusarium oxysporum* on the development of banana (*Musa* spp) shoots tips. Fitopathologia Brasileira 18. 194-198.
- Messiaen CM. 1981. Les variétés résistantes, méthode de lutte contre les maladies et ennemis des plantes. Ed. INRA, 255P.
- Messiaen CM., et cassini R. 1968. Recherches sur les fusarioses. IV. La systématique des *Fusarium*. Ann. Epiphytes. 19(3) : 387 - 454.
- Mokhlisse-Dunand N. 1987. Contribution à l'identification et étude de la toxicité des différents constituants de la toxine sécrétée par *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*. Thèse de 3^{ème} cycle, faculté des sciences Semlalia, université Cadi –Ayyad. P 145.
- Moor H.F. 1973. The major groups of palms and there distribution. Gent herb.pp 27-141.
- Munier P. 1973. Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales. XXIV. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. 221 p.

- Murakishi H., Lesney M and P. Carlson. 1984. Protoplasts and plant viruses. *Adv. Cell. Cult.* 3. 1- 55.
- Murashige T. Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant. Arum*, 15, 473-497.
- Murashige T., Reynolds JF. 1979. Asexual embryogenesis in callus culture of palm. *In vitro*. 15. 383- 387.
- Mussel HW. 1972. Toxic proteins secreted by cotton isolates of *Verticillium albo-atrum*; P. 443 – 445. In *Phytotoxins in Plant Diseases* (R.K.S Wood, A. Ballio. Et Graniti. eds). Academic Press. New York.
- Nixon R.W. et Fur J.R., 1965. Problems and progress in the date breeding. *Grower's Institute Report.*, 2-5.
- Ouennoughi M et Dubost D. 2005. Le voyage forcé des dattiers en Nouvelle Calédonie. Article scientifique. *Sécheresse* 2005. 16 (4). 241-246.
- Ouinten M., 1996. Diversité génétique des populations Algériennes de *Fusarium oxysporum* sp. *albedinis*, agent causal de la fusariose vasculaire (bayoud) du palmier dattier. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle. Montpellier. France. 170 p.
- Ozenda P. 1977. Flore du Sahara. Editions du CNRS, Paris. 622 p.
- Perreau-Leroy P. 1957. Recherche d'un test de sensibilité des variétés de palmier dattier à la fusariose. *Fruits*. 12 : 53 - 56.
- Perreau-Leroy P. 1958. Le palmier dattier au Maroc. Min. Agric. Maroc. Ser. Rech. Agr. Agron. et Inst. Français de Rech. Fruits. Outre Mer, Rabat, 142 p.
- Poulain C. Rhiss A. Beauchesne G. 1979. Multiplication Végétative en culture *in vitro* du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *C.R. Acad., Agri.*, 11: 1151-1154.
- Pullman G., Rappaport L., and S. Heath-Pagliuso. 1984. Somaclonal variation in celery towards selection for resistance to *Fusarium* wilt. *Hortscience* 19. 589 (abstract).
- Remotti PC., Löffler HJM. 1996. The involvement of fusaric acid in the bulb – rot of *Gladiolus*. *J. Phytopathol.* 144. 405- 411.
- Remotti PC., Löffler HJM., Van Vloten-Doting L. 1997. Selection of cell-lines and regeneration of plants resistant to fusaric acid from *Gladiolus x grandiflorus* cv. 'Peter' pears. *Euphytica* 96. 237- 245.
- Reuveni O., Adato Y., Lilien-Kipnis H. 1972. A study of new and rapid methods for the vegetative propagation of date palm. *Rep. Date Growers Inst.*, 49p.
- Reynolds J., Murashige T. 1979. Asexual embryogenesis in callus culture of palms. *In vitro*, 15, 5. 383-387.
- Rhiss A. 1980. Palmier dattier: multiplication végétative en culture *in vitro*. Thèse de doctorat d'état. Université de Paris-sud, Centre d'Orsay, 160p.
- Riba L., Amir H., Amir A. 1998. The role of salts and microorganisms in soil bayoud resistance. "Date Palm Research Symposium". Réseau de Recherches et du développement du palmier dattier. Marrakech. 16 - 18 Février 1998. Maroc (en arabe), p 281 – 287.

- Saaidi M. 1979. Contribution à la lutte contre le bayoud, fusariose du palmier dattier. Thèse d'Université. Université de Dijon. 140 p.
- Saaidi M., Toutain C., Bannerot H., Louvet J. 1981. La sélection du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) pour la résistance au bayoud. Fruit . 4. 36 : 241- 249.
- Sabaou N., Amir H., Bounaga N. 1980. Le palmier dattier et la fusariose. X. Dénombrement des actinomycètes de la rhizosphère; leur antagonisme vis a vis du *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*. Ann. Phytopathology. 12. 3 . 253 - 237.
- Sacristam D.M. 1982. Resistance responses to *Phoma lingam* of plants regenerated from selected cell and embryogenic cultures of haploid *Brassica napus*. Theor. Appl. Genet. 61. 193 – 200.
- Sacristam D.M. 1985. Selection for disease resistance in *Brassica* cultures..Heredita 3 (suppl). 57 - 63.
- Sacristam D.M., F.Hoffman 1979. Direct infection of embryogenic tissue culture of haploid *Brassica napus* with testing spores of *Plasmodiophora brassica*. Theor. Appl. Genet. 54. 129 – 132/
- Saka H., Abed F. 1989. La multiplication végétative *in vitro* du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par embryogenèse somatique. Projet de lutte contre le bayoud. FAO/ PNUD/ RAB. Marrakech 9-12 octobre 1989.
- Saka H., Abed F., Amara B.; Kermiche A., 1997. Embryogenèse somatique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) : Induction de la callogenèse à partir d'organes de rejets de quelques cultivars. Rev Recherche Agronomique INRAA N°0. 1- 8.
- Scoarnec A. 1991. La régénération du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par organogenèse et embryogenèse somatique indirectes. Caractéristique du matériel végétal en culture de tissus et en acclimatation. Thèse de doctorat D'état, Université d'Angers,
- Sedra MyH. 1992. Evaluation and selection of the resistant good cultivars and clones of the date palm to the bayoud disease . Arab Society of Beirut – Lebanon 10 (2): 155 - 160.
- Sedra MyH. 1993. Preliminary results on the evaluation of the vitroplants resistance to the bayoud disease of some moroccan clones and cultivars of the date palm tree. January 17-20, Date Palm Research Center, King Faisal University,I-Hassa, Saoudi Arabia. P30-40.
- Sedra MyH. 1995a. Problèmes phytosanitaires du palmier dattier en Mauritanie et propositions de moyens de lutte. Rapport de mission d'expertise effectuée en Mauritanie du 8 au 16 Juin 1995. Réseau de Recherche & Développement du palmier dattier (BI, FIAD, FADES, ACSAD/ Syrie (en Arabe).
- Sedra MyH. 1995c. Diversité et agressivité des souches du *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* dans les pays magrébins sur différents cultivars du palmier dattier. Nature de la résistance à la maladie et facteurs influençant cette résistance. Séminaire Régional sur le bayoud, fusariose du palmier dattier, organisé par l'OADA. Rencontre des experts, 23-27/10. Dégache, Tunisie, 47pp.
- Sedra MyH 1999a. Identification et caractérisation des cultivars du palmier dattier en Mauritanie. Rapport de mission de consultation d'expert, 30/6 – 23/7, OADA.

- Sedra MyH. 1999b. Proposition et importance du bayoud en Mauritanie et actions urgentes à prendre pour lutter contre la maladie. Rapport de mission de consultation FAO effectuée du 19/10 au 18/11 en République Islamique de Mauritanie et proposition de projet de lutte contre le bayoud dans ce pays. Mission financée par le projet « Développement des oasis, phase II, UFT/MAU/020/MAU.
- Sedra My H., 2003. Le bayoud du palmier dattier en Afrique du Nord. FAO, RNE / SNEA-Tunis. Editions FAO sur la protection des plantes. Tunis, Tunisie, Imprimerie Signes. 125pp.
- Sedra MyH., Djerbi M. 1985. Mise au point d'une rapide et précise d'identification du *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*, agent causal du bayoud. Ann. Inst. Nat. Rec. Agr. Tunis, 58 (2) : 1-12, Tunis, Tunisie.
- Sedra MyH., El Fakhouri. R., Lazrek HB. 1993. Recherche d'une méthode fiable pour l'évaluation de l'effet toxines secrétées par *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* sur le palmier dattier. Al Awamia 82: 89-104, INRA- Rabat, Maroc.
- Sedra My.H., Besri M. 1994. Evaluation de la résistance du palmier dattier au bayoud par *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*. Recherche d'une méthode de discrimination des vitroplants acclimatés en serre. Agronomie 14, 467-472.
- Sedra MyH., Maslouhy My A. 1995. La fusariose vasculaire (bayoud) du palmier dattier. I I: Action inhibitrice des filtrats de culture de quelques microorganismes antagonistes isolés des sols palmeraies de Marrakech sur le développement *in vitro* du *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*. Al Awamia 90: 1-8, INRA- Rabat, Maroc.
- Sedra MyH., El Idrissi-Tourane MyA. 1995. Isolement des microorganismes antagonistes au *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* à partir de deux sols de palmeraies résistant et sensible au bayoud. Séminaire international le palmier dattier. Options Mideter. 25-28/4, Elche, Espagne.
- Sedra MyH., Lazrek HB., Lotfi F., Rochat H. 1998a. *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* toxin isolation and use for screening of date palm plants for resistance to the bayoud disease. Proceeding of XXV International Horticultural Congress (IHC), 2-7 August, Brussels, Belgium.
- Sedra MyH., Lazrek HB. 2011. *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*. Toxin characterization and use for selection of resistance date palm to bayoud disease. In date palm biotechnology. Jain *et al.* (eds). 253- 270.
- Semal J. 1989. Traité de phytopathologie végétale. Press Agro de Gembloux. 621p.
- Sharma DR., Kumari D., Chowdhury J.B. 1980. *In vitro* culture of female date palm (*Phoenix dactylifera* L.) tissues. Euphytica, 29: 169-174.
- Sharma D.R., Dawrak S., Chowdhury J.B. 1984. Somatic embryogenesis and plant regeneration in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). C.V «Khadrawi» through tissue culture. Indian Journal of experimental Biology. Vol. 22: 596- 598.
- Sharma D.R., Dawrak S., Chowdhury J.B. 1986. Regeneration of plantlets from somatic tissues of the date palm, (*Phoenix dactylifera* L.). C.V «Khadrawi» through tissue culture. Indian Journal of experimental Biology. Vol. 24: 763-766.
- Sharp W.R., Sendhal M.R., Caldas L.S., Maraffa S.B. 1980. The physiology of *in vitro* asexual embryogenesis. Hort. Rev., 268 (2).

- Song HS., Lim SM., Widholm JM..1994. Selection and regeneration of soybeans resistant to the pathotoxic culture filtrate of *Septoria glycine*. *Phytopathology* 84. 948-951.
- Soucheyre A. 2006. Le commerce des dattes. [Http://www.saphirnews.com](http://www.saphirnews.com).
- Stacey G., Keen NT.1996. Plante microbe interaction.EdChapman et Hall. Vol 1. 316p
- Surico G., Graniti A. 1977. Prodizione di tossine da *Fusarium oxysporum* f;sp *albedinis*.*Phytopathology* 16: 30- 33.
- Tayoda H., Tanaka N., Hirai T. 1984. Effects of the culture filtrate of *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* on tomato callus growth and the selection of resistant callus to the filtrate. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 50. 53 – 62.
- Thanutong I., Furusawa M., Yamamoto M. 1983. Resistant tobacco plants from protoplasts –derived calluses selected for their resistance to *Pseudomonas* and *Alternaria* toxins. *Theor. Appl. Genet.* 66. 209- 215.
- Tirichine M., 2006. Le Bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier Communication présentée lors du Stage sur l'habilitation des laboratoires régionaux aux diagnostics réglementaires des organismes de quarantaine, INPV. Février 17-20.
- Tisserat B. 1979. Propagation of date palm *in vitro*. *J. Exe. Bot* 30. 1275-1283.
- Tisserat B. 1982. Factors involved in the production of plantlets from date palm callus cultures. *Euphytica* 31. 201-214.
- Tisserat B., Demason D. 1980. A histological study of development of adventive embryos in organ culture *Phoenix dactylifera* L. *In vitro.* 15. 383-387.
- Toutain G.1965. Note sur l'épidémiologie du bayoud en Afrique du Nord. *Al Awamia.* 15 : 37- 45.
- Toutain G. 1967. Le palmier dattier, culture et production. *AL Awami.* 25: 84-143.
- Toutain G., 1973. Lutte contre le bayoud. I- Reconstitutin de la palmeraie bayoudé au Maroc. *AL Awamia.* 48: 115-146.
- Vanachter A. 1991. Désinfection des sols à l'aide des fumigants. Cas du bayoud. *Bulletin du Réseau Maghrébin de Recherche.* : 14 - 20. 155- Wertheimer M.1956. Recherches et observations sur la plantation des «rejets» de palmiers dattiers dans les Zibans (région de Biskra). *Fruits*, vol.11, n° 1.
- Wertheimer M.1956. Recherches et observations sur la plantation des «rejets» de palmiers dattiers dans les Zibans (région de Biskra). *Fruits*, vol.11, n° 1.
- Wilmot D.B., CD Nickell., J.M. Widholm., Gray LE. 1989. Evaluation of soybean resistance to *Phialophora greggata* filtrate in tissue culture.*Theor. Appl. Genet.*77. 227- 232.
- Wolpert JT., Dunkle L.D., Ciuffetti LM. 2002. Host –selective toxins and avirulence determinants: what's in a name? *Annu . Rev. Phytopathol.* 40. 251- 285.
- Yatta- El Djouzi D. 2007. Etude de l'embryogenèse somatique chez le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et caractérisation moléculaire du matériel végétal initial en vue de l'étude de la conformité des vitroplants. Thèse de Magister .USTHB. 100p.
- Yodder OC. 1980. Toxins in pathogenesis. *Annu. Rev. Phytopathol.* 18. 103 -129.

- Zaid M. 1989. Embryogenèse somatique chez le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.).
Thèse de Doctorat, Université de Paris Sud. Orsay, France.92p..
- Zaid A. et Tisserat B., 1983. Morphogenetic responses obtained from a variety of
somatic explants tissues of date palm. Bot. Mag. Tokyo, 96:67-73.
- Zaid A et De Wet PF. 2002. Climatic requirements of date palm in Date palm cultivation.
FAO. Plant Production and Protection Paper 156. Rev 1.

ANNEXES

Annexe 1 : Descriptions des cultivars de palmier dattier

Cultivar	Synonyme locaux	Forme du fruit	Goût	Texture	Date de maturité	Comportement vis-à-vis de la fusariose
Akerbuch	-----	Ronde	Acidulé	Farineuse	Novembre-Décembre	Résistant (Benkhalifa <i>et al.</i> ,1998; Balguedj, 2002)
U'rus	Bu'rus	Allongée	Parfumé	Fibreuse	Septembre-octobre-Novembre	Sensible (Benkhalifa <i>et al.</i> ,1998) ; Tolérant (Balguedj,2002)
Tazarzaït	Azerza	Ovoïde légèrement allongée	Parfumé	Fibreuse	Septembre-octobre	Sensible (Benkhalifa <i>et al.</i> ,1998) ; Tolérant (Balguedj,2002)
Deglet noir	Elketmoor, Degla	Allongée	Parfumé, excellente	Fibreuse	Novembre	Sensible (Benkhalifa <i>et al.</i> ,1998;)
Takermust	-----	Ovoïde	-----	Fibreuse	Août- Septembre	Sensible (Benkhalifa <i>et al.</i> ,1998)
Tamtbucht	Tamtbucht	Ovoïde	-----	-----		Inconnu (Benkhalifa <i>et al.</i> ,1998)
Timjuhart	Tamjuhart	Sub-cylindrique	-----	Fibreuse	Octobre	Résistant (Perrau-Leroy,1986). Tolérant (Brac de la Perrière <i>et al.</i> ,1991 ; Benkhalifa <i>et al.</i> ,1998) ;

Annexe 2 : Milieu de culture Murachige

- Macroéléments Murachige et Skoog

Concentration finale en g.l ⁻¹		
Nitrate de potassium	KNO ₃	1,9
Nitrate d'ammonium	NH ₄ NO ₃	1,65
Chlorure de Calcium	CaCl ₂ , 2H ₂ O	0,44
Sulfate de Magnésium	MgSO ₄ ,7H ₂ O	0,37
Phosphate monopotassique	KH ₂ PO ₄	0,17

- Oligo-éléments Murashige et skoog

		Concentration finale en g.l ⁻¹
Sulfate de manganèse	MnSO ₄ ,4H ₂ O	16
Sulfate de zinc heptahydrate	ZnSO ₄ ,7H ₂ O	8,6
Acide borique	H ₃ BO ₃	6,2
Iodure de potassium	KI	0,83
Molybdate de sodium	NaMoO,2H ₂ O	0,25
Sulfate de cuivre heptahydrate	CuSO ₄ ,6H ₂ O	0,025
Chlorure de cobalt	CoCl ₂ ,6H ₂ O	0,025

- Fer MS

		Concentration finale en g.l ⁻¹
Sulfate de fer	FeSO ₄ ,7H ₂ O	0,03735
Acide Ethylene diamine tetracetique	Na ₂ EDTA	0,02785

- Vitamines Murashige et Skoog

Thiamine chlorhydrate		1mg.l ⁻¹ l
Inositol	C ₆ H ₁₂ O ₆	100 mg.l ⁻¹

- Hormones de croissance

Picloram		12,5 mg l ⁻¹
Diméthylallylamino-purine	IPA	1 mg.l ⁻¹

- Source de carbone

Saccharose		45 g l ⁻¹
------------	--	----------------------

- Autres Additifs

Charbon actif		200 mg l ⁻¹
Phosphate monopotassique	KH ₂ PO ₄	100 mg l ⁻¹
Dihidrogénophosphate de sodium	NaH ₂ PO ₄	170 mg l ⁻¹
Glutamine	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₃	100 mg l ⁻¹
Citrate d'ammonium		200mg l ⁻¹
Adenine		40 mg l ⁻¹

- Agent de solidification

Agar agar	7g l ⁻¹
-----------	--------------------

Annexe 3 : Milieu de culture PDA (Potato Dextros Agar)

- Pomme de terre:	200 g
- Glucose:	15 g
- Agar:	20 g
- Eau distillée:	1000 ml

Annexe 4 : Milieu de culture CZapek

- NaNO ₃ :	2g
- K ₂ HPO ₄ :	1g
- KCL:	0,5g
- MgSO ₄ , 7H ₂ O:	0,5g
- FeSO ₄ , 7H ₂ O:	0,01g
- Saccharose	30 g
- Eau distillée :	1000 ml

Annexe 5 : Analyse de la variance

· Variate: %_de_mortalit

Source of variation d.f.s.s.m.s.v.r.F pr.

Souche 14 5023.19 358.80 7.87 <.001

Residual 45 2052.26 45.61

Total 59 7075.45

Tables of means

· Variate: %_de_mortalit

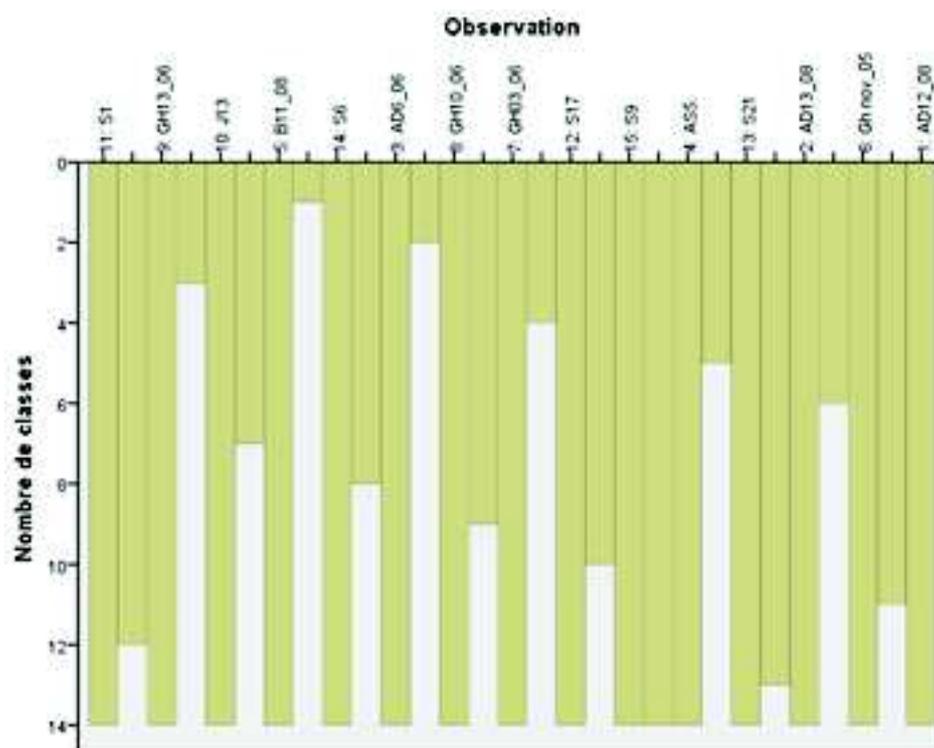
Grand mean 82.75

Souche 1 2 3 4 5 6 7

100.00 83.30 93.72 72.90 70.80 74.97 77.05

Souche 8 9 10 11 12 13 14

79.12 91.62 74.97 100.00 85.40 79.15 81.22



Annexe 7: Indice de similarité des différentes concentration de filtrat de culture de *F.o.a*

· [Ensemble_de_données10] E:\necrose_0_90.sav

Récapitulatif de traitement des observations ^{a,b}					
Observations					
Valide		Manquante		Total	
N	Pourcentage	N	Pourcentage	N	Pourcentage
7	100,0	0	,0	7	100,0
a. Carré de la distance Euclidienne utilisé					
b. Distance moyenne (entre les classes)					

Distance moyenne (entre les classes)

Chaîne des agrégations							
Etape	Regroupement de classes		Coefficients	Etape d'apparition de la classe		Etape suivante	
	Classe 1	Classe 2		Classe 1	Classe 2		
dimension0	1	2	3	266,533	0	0	3
	2	4	6	1021,911	0	0	3
	3	2	4	1466,400	1	2	5
	4	5	7	2132,934	0	0	5
	5	2	5	6566,700	3	4	6
	6	1	2	17725,474	0	5	0

