

Etude de la Maladie du Bayoud, le Comportement Variétal du Palmier Dattier vis-à-vis du *Fusarium Oxysporum* F. SP. *Albedinis* dans la Vallée du M'Zab

H.Bahriz^a, N.Bouras^{b,c}

^aInstitut National de la Protection des Végétaux (INPV), Station Régionale de Ghardaïa BP 371 CTR Ghardaïa 47000, Algeria

^bDépartement de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, Université de Ghardaïa, BP 455, Ghardaïa 47000, Algeria

^cLaboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens (LBSM), Ecole Normale Supérieure de Kouba, Algeria

Email of corresponding author: noureddine_bouras@yahoo.fr

Received: 10 May 2020

Accepted: 20 June 2020

Published: 30 June 2020

Abstract:

The phoenicultural heritage of the M'zab region is characterized by a high biodiversity and a large number of cultivars. However, the palm groves of the M'zab region are an extremely favorable environment for the development of fungal diseases. This work aims to study the Bayoud disease of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in the M'zab valley, this disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* quarantine organism, poses a serious threat of Algerian palm groves on the economic and social plan. Several exploitations were visited at three sites in the M'zab valley, Laâdira, El Ghaba (Ghardaïa) and Ahbas (El Atteuf). Six dominant varieties from the M'zab region. Six dominant varieties from the M'zab region: Tamdjouhert, Tdalt, Tazerzayt, Ighes n Wutchidhen, Ut Qbala and Deglet-Nour have been tracked for their behavior towards Bayoud. A work to isolate the studied fungus and macroscopic and microscopic characterization was carried out at the laboratory of the Regional Plant Protection Station in Ghardaïa. Our results revealed the existence of a variation in the level of resistance or varietal sensitivity between the six cultivars monitored for the disease studied; Tamdjouhert and Tazerzayt are fairly resistant (tolerant) cultivars to Bayoud. However, the Deglet-Nour, Ut Qbala, Tdalt and Ighes n Wutchidhen varieties are considered to be susceptible varieties.

Keywords: fungal diseases, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, Bayoud, M'zab valley, survey, varietal behavior, isolation, identification.

Résumé

Le patrimoine phoenicole de la région de M'zab est caractérisé par une importante biodiversité et un grand nombre de cultivars. Cependant, les palmeraies de la région de M'zab constituent un milieu extrêmement favorable au développement des maladies fongiques. Ce travail vise l'étude de la maladie du Bayoud de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la vallée du M'zab, cette maladie causée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* organisme de quarantaine, constitue une grave menace de palmeraies algériennes sur le plan économique et social. Plusieurs exploitations ont été visitées au niveau de trois sites de la vallée du M'zab, Laâdira, El Ghaba (Ghardaïa) et Ahbas (El Atteuf). Six variétés dominantes de la région de M'zab : Tamdjouhert, Tdalt, Tazerzayt, Ighes n Wutchidhen, Ut Qbala et Deglet-Nour, ont fait l'objet de suivi de leur comportement vis-à-vis le Bayoud. Un travail d'isolement de champignon étudié et de caractérisation macroscopique et microscopique a été réalisé au laboratoire de la Station régionale de la protection des végétaux de Ghardaïa. Nos résultats ont révélé l'existence d'une variation de niveau de résistance ou de sensibilité variétale entre les six cultivars suivis envers la maladie étudiée; Tamdjouhert et Tazerzayt sont des cultivars assez résistants (tolérants) au Bayoud. Toutefois, les variétés Deglet-Nour, Ut Qbala, Tdalt et Ighes n Wutchidhen sont considérées comme variétés sensibles.

Mots clés: maladies fongiques, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, Bayoud, vallée du M'zab, enquête, comportement variétal, isolement, identification.

INTRODUCTION

Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L., occupe une place très importante dans l'agriculture et l'économie oasienne et saharienne. Les dattes représentent un aliment indispensable et irremplaçable pour les populations des oasis, et une source de devise appréciable pour le pays. Les sous-produits du palmier dattier sont utilisés comme aliment de bétail, brise vents, d'objets de construction et artisanaux.

Le palmier dattier constitue le pivot ou l'armature du système oasien, qui permet de créer un milieu favorable à la vie des hommes et leur cheptel. Par le recouvrement assuré par sa frondaison, il atténue les effets néfastes de la sécheresse de l'air et des vents chauds, augmente le degré hygrométrique et réduit l'évaporation, il favorise par conséquent le développement des cultures sous-jacentes (arbres fruitiers, cultures maraichères et fourragères, etc.) [1].

Le Bayoud, fusariose vasculaire, est la plus grave maladie cryptogamique du palmier dattier dont l'extension provoque la disparition de millions de palmiers. Cette maladie est causée par le *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (*F. o. albedinis*) champignon du sol classé sur la liste "A2" de l'OIEPP des organismes de quarantaines [2], et sur la liste "A" des organismes nuisibles contre lesquels la surveillance et la lutte sont obligatoires en Algérie [3].

Le but de cette étude est l'identification de la maladie du Bayoud dans les palmeraies de la vallée du M'zab, par des enquêtes, l'étude des symptômes, le taux d'infection, ainsi que le comportement des principaux cultivars à l'égard de cette maladie, et l'évaluation de niveaux de résistance ou de sensibilité variétale du palmier dattier, afin de défavoriser l'installation et l'extension éventuelles du Bayoud par une restructuration variétale raisonnée et durable des palmeraies encore indemnes.

L'isolement de l'agent pathogène responsable de la maladie étudiée, nous permettra de déterminer des caractérisations macroscopique et microscopique de l'agent causal au laboratoire. Notre travail s'est déroulé en deux parties, une partie au terrain et l'autre au laboratoire.

Le Bayoud

Le Bayoud est, sans conteste, la plus grave maladie cryptogamique du palmier dattier. Il constitue un véritable fléau des zones phœnicicoles d'une partie de l'Afrique du Nord, et constitue une menace pour tous les pays qui en sont indemnes. C'est une maladie à caractère épiphytique, incurable à l'état actuel de nos connaissances [4].

Importance économique

Le Bayoud aurait détruit plus des deux tiers des palmeraies marocaines, soit 12 millions d'arbres en un siècle et provoque toujours la mort de 4,5 à 12% des palmiers dattiers chaque année [5,6]. En effet, le Maroc qui était jadis exportateur de dattes, devient aujourd'hui importateur [7]. En Algérie la maladie a détruit plus de trois millions d'arbres, en particulier à Tidikelt, Touat et M'zab [8].

La dégradation des palmeraies, due au Bayoud, est catastrophique, non seulement par la perte des meilleures variétés, mais en plus par la grave accentuation du phénomène de désertification auquel on assiste [9]. Le Bayoud a détruit les meilleures variétés de renommée mondiale et surtout celles qui sont les mieux soignées et les plus productives.

Agent causal

Le champignon *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* est l'agent causal de la maladie du Bayoud. Le genre *Fusarium* appartient à l'ordre des *Hypocreales* et à la famille des *Nectriaceae*, le nombre d'espèces qu'il regroupe est très important, dont l'espèce *F. oxysporum* la plus intéressante pour les phytopathologistes en raison des dégâts considérables et quelquefois catastrophiques qu'elle provoque sur les cultures annuelles et surtout pérennes. Les souches pathogènes ont été classées en formes spécialisées. Certaines formes spéciales ont plusieurs espèces hôtes appartenant à un même genre alors que d'autres ont une gamme d'hôtes plus élargie. Armstrong [10] a décrit 122 formes spéciales de *Fusarium oxysporum* connues sur différents végétaux à travers le monde dont la forme spéciale *albedinis* qui s'attaque au palmier dattier.

Biologie

Le *F. o.* f. sp. *albedinis* est un champignon tellurique, vit dans le sol comme saprophyte et dans la plante comme parasite. En absence de l'hôte, il se conserve dans le sol sous forme de chlamydospores et du mycélium dans les débris du matériel végétal infecté et mort, principalement les racines contaminées [7].

Les chlamydospores, formes de résistance apparaissent lorsque les conditions sont difficiles, sont peu nombreuses et peuvent demeurer dans le sol plusieurs années. Au laboratoire de la SRPV de Ghardaïa, nous avons pu ré-isoler facilement le *F. o. albedinis* conservé dans des tubes contenant de sable sec de dune et dans des bouts de rachis même après 15 ans (résultats non publiés).

Symptômes

Généralement, la maladie apparaît sur l'une des palmes de la couronne moyenne qui prend un aspect plombé (gris-cendré) et se dessèche d'une manière caractéristique; dessèchement unilatéral progressant du bas vers le haut atteignant les épines et les folioles qui se replient vers le rachis (attaque hémiplegique).

Ensuite le dessèchement se poursuit de l'autre côté, progressant cette fois de haut vers le bas en sens inverse, et toute la palme finit par se dessécher et prend une arcure caractéristique et un aspect d'une plume mouillée avec une couleur blanchâtre d'où le nom de Bayoud.

Le dessèchement de la palme s'accompagne de l'apparition d'une strie brune longitudinale sur le rachis, la coupe longitudinale et transversale d'une palme fait apparaître une couleur brunâtre correspondant au passage du mycélium du parasite dans les vaisseaux du rachis. Les palmes se dessèchent les unes après les autres jusqu'au bourgeon terminal entraînant la mort du palmier (Figure 1) au bout d'une période très variable de quelques mois à plusieurs années en fonction de l'âge du palmier, le niveau de tolérance de la variété et les conditions de culture. Ces symptômes dits typique, mais parfois on assiste à des symptômes atypiques, caractérisés par l'absence de la strie brune longitudinale sur le rachis, dessèchement des palmes sur ses deux côtés à la fois. Dans tous les cas les vaisseaux conducteurs des palmes atteintes du Bayoud présentent des nécroses [11].



Figure 1 : Symptômes de la maladie du Bayoud.

A : Strie brunâtre longitudinale sur le rachis, séparant la partie sèche de la partie verte.

B : Forme de la palme ‘en plume mouillée’ et l’arcure caractéristique des palmes mortes.

C : Symptômes avancés de la maladie du Bayoud montrant la mort du bourgeon terminal.

Epidémiologie et répartition géographique

Le *F. o. albedinis* est capable de survivre dans le sol et sur des débris végétaux pendant plusieurs années en l’absence de son hôte. On le retrouve en faibles quantités jusqu’à 1 m de profondeur [12]. Brochard et Dubost [13] ont montré que l’évolution des foyers de Bayoud peut être décomposée en trois étapes essentielles: installation du foyer primaire, multiplication des foyers secondaires, et destruction de la palmeraie. Cette dernière phase se développe spécifiquement pour chaque oasis, elle peut durer des décennies et dépend de plusieurs facteurs dont la composante variétale, le mode et l’intensité des irrigations et la nature du sol. L’application permanente des mesures prophylactiques par les agriculteurs est un facteur supplémentaire de stabilisation de la maladie.

La Figure 2 présente l’extension du Bayoud dans l’Afrique du nord et en Algérie. Selon la littérature, le Bayoud est apparu dans la vallée du Drâa au Maroc vers 1870 [14]. De la vallée du Drâa, le Bayoud gagne le Tafilalt en 1880 vers l’Est. La maladie a ensuite progressé vers l’Ouest; en effet la plupart des palmeraies marocaines du Bani ont été atteintes entre 1900 et 1920, cette maladie a atteint presque la totalité des palmeraies marocaines, une grande partie ouest et sud algériens [15], et quelque localité de la palmeraie mauritanienne [7].

Chronologie des infestations en Algérie :

- 1898 : Béni ounif
- 1900 : Béchar
- 1902 : Foggaret ezzoua
- 1908 : Béni abbés
- 1912 : Tabelbala
- 1923 : Taghit
- 1930 : Adrar
- 1941 : In salah
- 1950 : Metlili
- 1965 : Ghardaia
- 1978 : El mnéa (quartier de Hassi el gara),
 éradiqué avec succès
- 1999 : Zelfana (Fedj ennaâm)
- 2001 : Sebseb (El ferd)
- 2013 : Mansoura

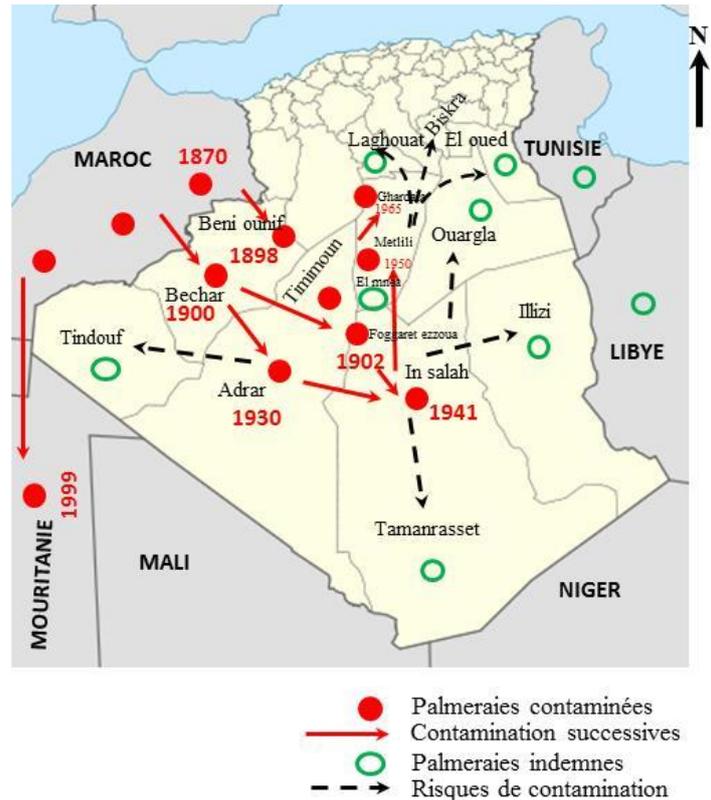


Figure 2 : Répartition du Bayoud en Algérie et au Maghreb.

En Algérie le Bayoud est apparu dans les palmeraies frontalières de Boudnib et Figuig respectivement en 1890 et 1898, la maladie apparait à Béni Ounif en 1898 et à Béchar en 1900. Son extension s'est poursuivie vers le Sahara central et le sud-ouest, la région d'Adrar en 1930 et In Salah en 1941. Ensuite, il a gagné les palmeraies du centre-Sud algérien Metlili en 1950 et la région du M'zab en 1965 [9]. Le foyer de El Ménéa (El Goléa) déclaré en 1978 a été éradiqué avec succès à l'aide de l'utilisation de la chloropicrine (CCl_3NO_2).

Le front de progression du Bayoud se maintient depuis plus de 40 ans au niveau des oasis de la palmeraie de la vallée du M'zab. La Figure 3 présente l'extension du Bayoud dans la Wilaya de Ghardaïa. Récemment, et dans le cadre des programmes de la prospection et d'enquêtes sur la maladie du Bayoud initié par l'INPV, des nouveaux foyers primaires sont révélés dans des palmeraies de la Wilaya de Ghardaïa : Zelfana en 1999, Sebseb en 2001 et Mansoura en 2013, dû essentiellement au transfert du matériel végétal contaminé. En 1999 la maladie du Bayoud a été découverte dans les palmeraies de l'Adrar Mauritanien au niveau de deux oasis d'Atar et de Ouadane [16].

Moyens de dissémination et de dispersion

Le *F. o. albedinis* peut se disséminer par tous les organes infectés du palmier atteint (rejets, palmes, racines, bois du stipe, débris d'arbres morts, etc.). La dispersion du champignon peut être assurée par les spores et/ou le mycélium dans le sol, les porteurs sains; henné (*Lawsonia inermis* L.) et luzerne (*Medicago sativa* L.) et l'eau d'irrigation infectées. Aucune invasion des hampes florales ou des fruits n'a été signalée à ce jour, il n'existe aucune indication de transmission par les semences [17].

Méthodes de lutte

Le Bayoud est une maladie incurable, difficile à lutter, toutefois plusieurs mesures peuvent être prises afin de combattre ce fléau. Les mesures prophylactiques constituent un moyen de lutte préventif ayant pour but d'interdire et de limiter la dissémination du Bayoud, par la sensibilisation des agriculteurs et les contrôles phytosanitaires visant à empêcher le transport de matériel végétal contaminé d'une palmeraie atteinte à une autre saine, ainsi que la prospection des palmeraies par les services de la protection des végétaux.

La lutte chimique par l'utilisation d'un fumigeant peut être envisagée dans le cas de détection précoce d'un nouveau foyer de Bayoud dans une zone saine, les techniciens parlent d'éradication d'un foyer primaire. Cette méthode présentant l'inconvénient d'être coûteuse, difficile et dangereuse. Cependant, la chloropicrine est commercialisée de moins en moins et le bromure de méthyle est l'objet d'une procédure internationale de retrait du marché pour son rôle sur la couche d'ozone, très toxique pour l'homme et les animaux. De ce fait, la lutte chimique n'est pas envisageable à présent [18].

Les recherches menées sur les sols ont montré qu'il existe des sols résistants au Bayoud. Ce phénomène naturel de résistance des sols de palmeraies, mis en évidence au Maroc [19] et en Algérie [20], peut être exploité et constituer une voie de lutte importante et complémentaire. Plusieurs micro-organismes antagonistes ont été détectés et identifiés. Lamari et al. [21] ont constaté que l'efficacité de quelques souches d'actinomycètes est beaucoup plus liée à leur aptitude à coloniser les racines qu'à leur action inhibitrice (*in vitro*) envers les champignons pathogènes tels que le *F. o. albedinis*.

La lutte génétique par l'obtention de variétés résistantes apparaît donc comme le seul moyen le plus efficace susceptible de faire vivre et faire produire le palmier dattier. Même en présence du Bayoud. Selon Sedra [7], plusieurs sources possibles de résistance sont distinguées : les variétés actuellement cultivées, la population naturelle des palmiers issus de semis naturel, introduction de résistance par croisements contrôlés et transformation génétique : incorporation de(s) gène(s) isolé(s) provenant de génotypes du dattier résistant ou d'autres espèces de palmacées ou de micro-organismes antagonistes ou autres sources de préférence végétales. L'introduction de la résistance pourrait être également faite par mutagenèse des cellules ou des tissus à l'aide de l'irradiation ou d'autres mutagènes.

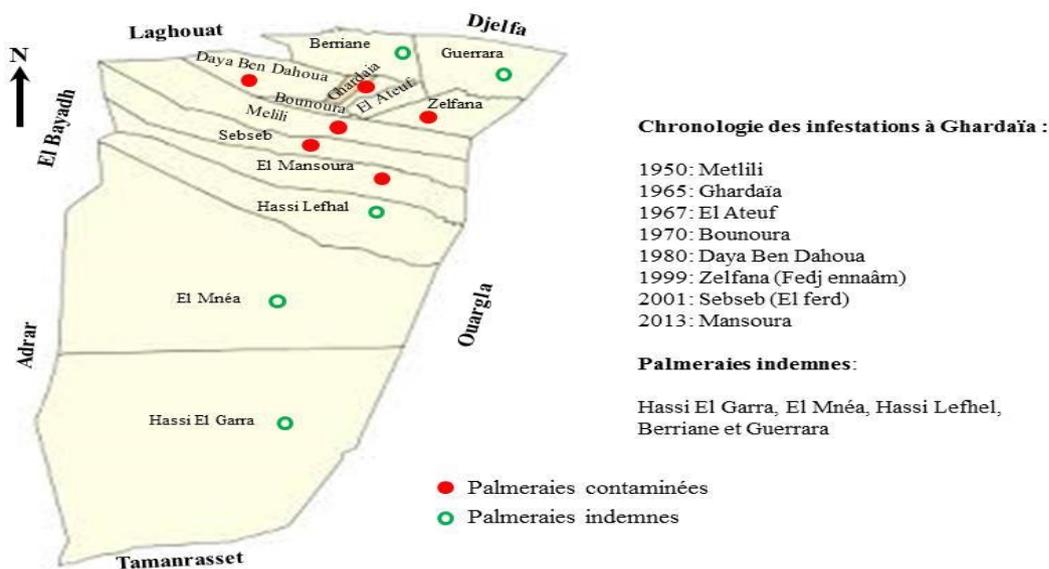


Figure 3 : Répartition du Bayoud dans la Wilaya de Ghardaïa.

Présentation de la région d'étude

Géographiquement, la Wilaya de Ghardaïa est située au centre de la partie nord du Sahara algérien. La Wilaya de Ghardaïa est limitée au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 Km); au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 Km), à l'Est par la Wilaya de Ouargla (200 Km), au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1470 Km), au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 Km) et à l'Ouest par la Wilaya de El-Bayadh (350 Km). L'ensemble géomorphologique dans lequel s'inscrit le M'Zab est un plateau rocheux, le Hamada, dont l'altitude varie entre 300 et 800 mètres. Le paysage est caractérisé par une vaste étendue pierreuse où affleure une roche nue de couleur brune et noirâtre. Ce plateau a été masqué par la forte érosion fluviale du début du quaternaire qui a découpé dans sa partie Sud des buttes à sommets plats et a façonné des vallées. L'ensemble se nomme la Chebka «Filet» à cause de l'enchevêtrement de ses vallées. L'Oued M'Zab traverse ce filet de 38000 km² du Nord-Ouest vers le Sud-Est. La vallée du M'Zab atteint à hauteur de Ghardaïa, une altitude de 500 mètres [22], renferme six villes entourées de palmiers forts nombreux : Daya Ben Dahoua, Ghardaïa, Mélika, Béni-Isguen, Bounoura et El Atteuf.

Critères de choix de la région d'étude

L'étude est réalisée à l'ancienne palmeraie de la vallée du M'zab, où la culture du palmier dattier constitue la base de l'agriculture, sans être l'activité agricole exclusive. L'ancienne palmeraie abrite le Bayoud depuis longtemps, cette dernière caractérisée par un milieu fragile où les maladies fongiques peuvent se développer rapidement. D'une façon générale, l'ancienne palmeraie est caractérisée par : une variabilité génétique importante, renfermant l'ensemble des cultivars de la région, une densité de plantation souvent importante et un écartement irrégulier des plants.

Le travail expérimental a été mené dans trois sites qui sont situés dans la région de Oued M'zab : Laâdira, El Ghaba (Ghardaïa) et Ahbas (El Atteuf) , le choix de ces sites repose sur leurs présences au lit de Oued M'zab, la présence de la maladie à étudier, l'accessibilité au terrain et la diversité variétale du palmier dattier. Les variétés choisies pour notre étude sont les plus dominantes dans les sites d'études. Elles sont au nombre de six : Tamdjouhert (Timjoughert), Tdalt (Dalt = Eddala), Tazerzayt (Azerza), Ighes n Wutchidhen (El Ghars), Ut Qbala (Bent Qbala) et Deglet-Nour.

Nous ajoutons également que les trois sites choisis présentent quelques différences sur le plan cultural et écologique. Ce choix nous permet donc de faire une approche comparative.

MATERIEL ET METHODES

Matériel expérimental utilisé

Sur le terrain

Pour le prélèvement des échantillons au niveau des jardins, le matériel suivant est utilisé :

Une scie, un sécateur et un marqueur pour l'inscription des références sur les échantillons. Afin d'éviter tout risque de contamination notamment pour les maladies de quarantaine, la désinfection du matériel par l'alcool (éthanol à 70°) et flambage après chaque utilisation est obligatoire, pour cela il faut avoir de l'alcool, du coton et un briquet. Dans certains cas, la présence d'un grimpeur est indispensable pour le prélèvement des échantillons.

Au laboratoire

Pour réaliser des isolements sur milieu de culture, un matériel nécessaire doit être disponible.

- Petit matériel

Matériel courant de laboratoire : bec Bünsen, boîtes de Pétri stériles, parafilm, pipette Pasteur, pince, aiguilles, scalpels avec lames, lame et lamelles, coton et papier Whatman.

- Appareils

Microscope optique avec micromètre, loupe binoculaire, balance, hotte à flux laminaire, incubateur, four Pasteur, distillateur, autoclave et réfrigérateur.

Méthodes de travail

Sur le terrain

Notre démarche méthodologique combine des enquêtes, par questionnaire, menée au niveau de plusieurs exploitations agricoles de la région d'étude, et une série d'entretiens et d'échange de points de vue avec des agriculteurs spécialisés en palmier dattier, activant au sein des associations agricoles afin de nous répondre à un certain nombre de questions. Plusieurs transects pédestre ont été nécessaires, entre et à l'intérieur des palmeraies afin de récolter le maximum d'informations.

Des pré-enquêtes ont été entamées au préalable depuis novembre 2015 sur les sites d'étude pour localiser les maladies sur le palmier dattier, la fiche d'enquête est conjointement renseignée avec les agriculteurs. Elle regroupe en plus des informations générales relatives à l'exploitation, des données sur les variétés du palmier dattier existantes dans les exploitations, la production quantitative et qualitative, l'état phytosanitaire des jardins, l'identification des maladies et leur ampleur ainsi que le contrôle de l'évolution de maladies. Soixante-dix fiches d'enquêtes ont été réalisées au niveau de la région d'étude.

Le taux d'infestation des maladies est calculé à partir de nombre de palmiers infectés par rapport à la totalité de palmiers prospectés, pour chaque variété étudiée, permettant ainsi d'en tirer un pourcentage en appliquant la formule suivante :

$$TI (\%) = (NPI / NPT) \times 100$$

TI : Taux d'infestation.

NPI : Nombre de palmiers infestés.

NPT : Nombre de palmiers total prospectés.

- Diagnostic du Bayoud aux champs

Un palmier est considéré malade lorsqu'il présente des symptômes; le diagnostic aux champs repose sur la recherche et l'observation des symptômes typiques de la maladie dépistée à savoir : dessèchement et blanchiment d'une ou plusieurs palmes de la couronne moyenne, la palme atteinte prend l'aspect caractéristique d'une plume mouillée.

- Au laboratoire

Milieu de culture utilisé

Le choix d'un milieu de culture est basé sur son adéquation pour un bon développement du phytopathogène. Le milieu de culture utilisé est le PDA (Potato Dextrose Agar), ce milieu favorise à la fois, une bonne croissance mycélienne et une sporulation importante des

champignons. En présence de lumière, il assure une pigmentation typique des champignons isolés. La composition du milieu PDA est la suivante : 200 g de pomme de terre, 15 g de dextrose (D-glucose), 20 g de l'agar-agar et 1000 mL d'eau distillée. Pour sa préparation on doit bouillir dans l'eau les 200 g de pommes de terre lavées et tranchées, pendant 30 minutes à 1h; le bouillon obtenu est filtré, on ajoute 15 g de dextrose et 20 g d'agar-agar en poudre, ensuite en ajoutant de l'eau distillée pour un volume final d'un litre. Le mélange est stérilisé par l'autoclave à une température de 120 °C pendant 20 minutes. Sous hotte à flux laminaire, couler la solution obtenue sur des boîtes de Pétri, laisser sécher pendant 24 heures. D'autres milieux aussi standard peuvent être utilisés tel que le milieu Malt et Czapeck.

Isolement du Bayoud

Le *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* agent responsable du Bayoud sur le palmier dattier, le champignon peut être isolé à partir du matériel végétal présentant les symptômes et/ou à partir de sol contaminé (Figure 4).

Isolement à partir du matériel végétal

L'isolement du champignon à partir du matériel végétal est réalisé sous des conditions aseptiques (sous la hotte à flux laminaire), selon les étapes suivantes [23] : préparer du rachis à examiner (après la suppression des folioles). Puis désinfecter des outils de travail (utilisation de l'éthanol à 70° et flambage au bec Bünsen). Après désinfection par passage à l'alcool et flambage d'un bout de rachis de 5-10 cm, opérer une coupe transversale sur la couche externe afin de mettre en évidence les symptômes vasculaires de progression du champignon dans les tissus (zone nécrosées et tissus conducteurs). Les prélèvements sont effectués dans les tissus internes du rachis de palmiers malades. Les fragments du matériel végétal contaminés sont coupés avec un sécateur préalablement désinfecté et placés à raison de 5 fragments par boîte de Pétri. Fermer hermétiquement les boîtes de Pétri à l'aide de parafilm, référencier les isolats (N°/année et date d'isolement). Les isolats sont disposés dans une chambre contrôlée à une température de 25 ± 2 °C, sous la lumière fluorescente continue afin d'avoir un développement optimal et une pigmentation typique des cultures.

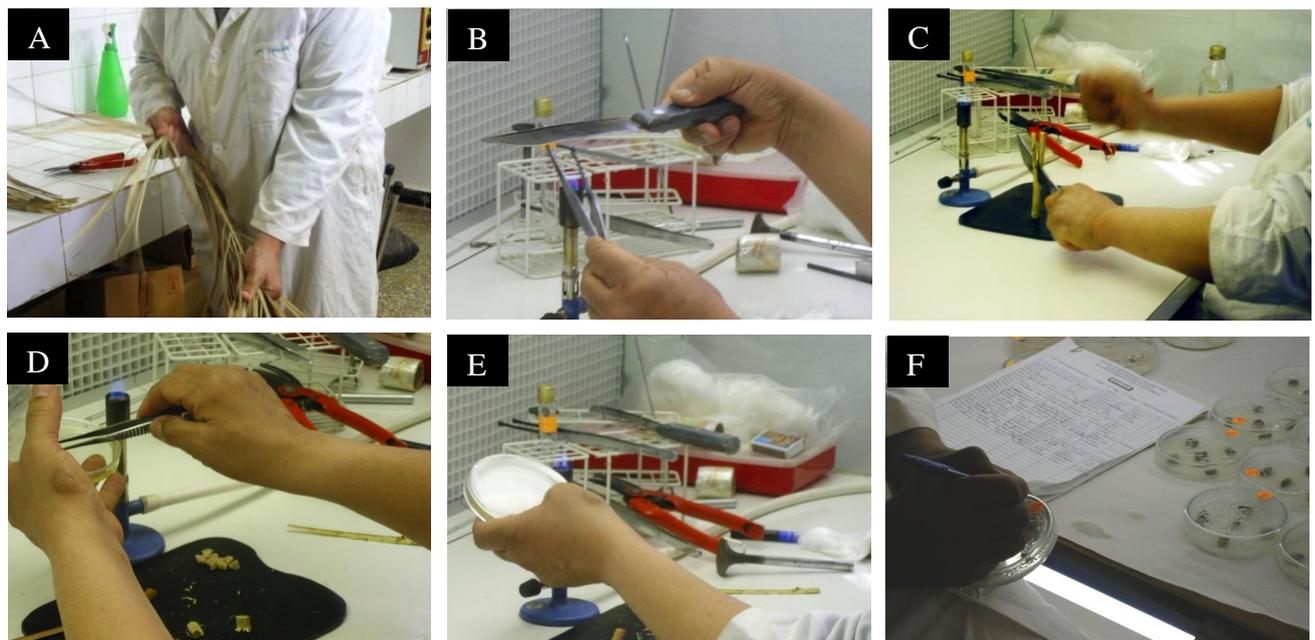


Figure 4 : Etapes d'isolement du *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*.

A : Préparation du rachis à examiner (suppression des folioles), B : Opérer à la désinfection des outils de travail (utiliser de l'alcool éthylique à 70° + flamage au bec benzène), sous hotte à flux laminaire, C : Opérer une coupe transversale sur les tissus, D : Confectionner à partir des tissus infectés du rachis des petits cubes, semer les cubes des tissus infectés sur un milieu de culture, E : Fermer hermétiquement les boîtes de pétri à l'aide de parafilm, F : Référencier les isolats (N°/année et date d'isolement) et les disposer dans une chambre contrôlée à une température de 20 à 27 °C, sous la lumière fluorescente afin d'avoir un développement optimal des cultures.

RESULTATS

Au terrain

Les résultats d'infestations par la maladie du Bayoud sur les six variétés du palmier dattier, obtenus à partir des enquêtes et d'observations sur terrains au niveau des trois sites de la région d'étude, sont rapportés dans le Tableau 1 et Figure 5.

Tableau 1. Taux d'infestation par le Bayoud.

Sites Variétés	Laâdira			El Ghaba			Ahbas		
	Nombre de palmiers prospectés	Nombre de palmiers infestés	Taux d' infestation (%)	Nombre de palmiers prospectés	Nombre de palmiers infestés	Taux d' infestation (%)	Nombre de palmiers prospectés	Nombre de palmiers infestés	Taux d' infestation (%)
Deglet-Nour	1500	24	1,60	500	150	30,00	450	149	33,11
Ighes n Wutchidhen	850	7	0,82	650	130	20,00	600	132	22,00
Ut Qbala	800	8	1,00	600	126	21,00	620	139	22,42
Tdalt	500	2	0,40	650	39	6,00	610	42	6,90
Tamdjohert	450	0	0	700	7	1,00	520	7	1,35
Tazerzayt	600	0	0	650	9	1,38	750	15	2,00

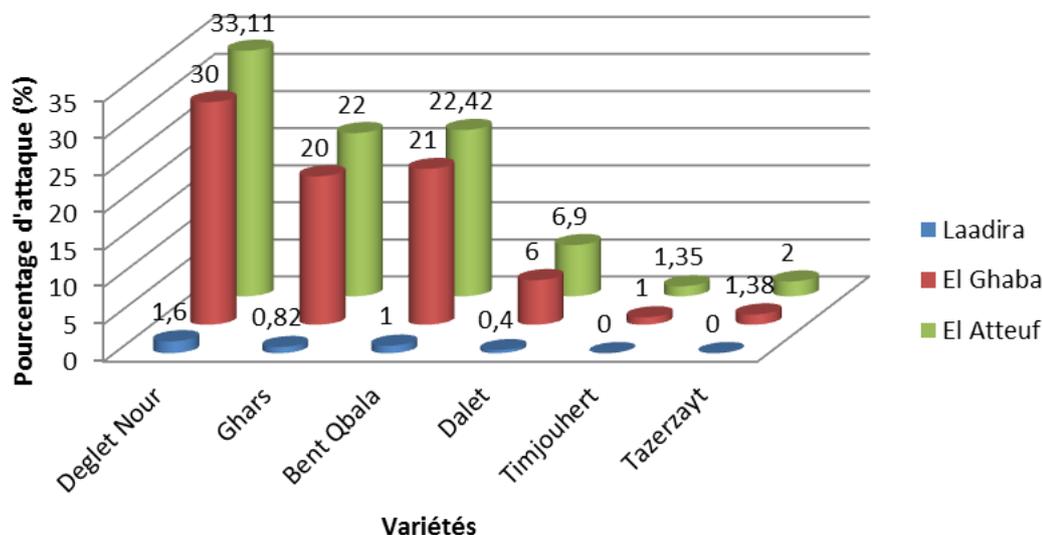


Figure 5 : Taux d’infestation par le Bayoud.

Les résultats répertoriés dans le Tableau 1 et Figure 5, représentent le taux d’infestation par la maladie du Bayoud sur quelques variétés du palmier dattier, au niveau des sites d’étude.

La présence de la maladie du Bayoud a été confirmée dans les trois sites d’étude; toutefois, la différence est remarquable, en termes de pourcentage d’attaque entre le site de Laâdira qui est d’une création récente (palmeraie semi moderne) et l’ancienne palmeraie (palmeraie traditionnelle) de El Ghaba et de Ahbas où le Bayoud existait depuis longtemps. Le taux de présence du Bayoud à Laâdira est faible, il atteint 1,6% sur la variété Deglet-Nour. Cependant, sur la variété Ighes n Wutchidhen, Ut Qbala et Tdalt, le taux enregistré est respectivement de l’ordre de 0,82, 1 et 0,4. Aucune attaque du Bayoud n’est notée sur la variété Tamdjoughert et Tazerzayt.

Dans ce site le Bayoud est présent au niveau du périmètre N° 1 qui est très proche de l’ancienne palmeraie de El Ghaba, et surtout sur quelques jardins à dominance mono-variétale, Deglet-Nour, avec Ut Qbala et Ighes n Wutchidhen.

D’autre part, le taux de présence du Bayoud au niveau de l’ancienne palmeraie de Ahbas et El Ghaba est plus élevé, notamment sur les variétés Deglet-Nour, Ighes n Wutchidhen, Ut Qbala et Tdalt allant du 6 à 33,11%. Sur la variété Tamdjoughert et Tazerzayt, le taux d’attaque est nettement inférieur, n’a pas dépassé 2%. Ces variétés semblent les plus tolérantes (assez résistantes).

Le taux d’infestation par le Bayoud est étroitement lié à un ensemble de facteurs dont les plus importants: l’application des mesures prophylactiques par les agriculteurs et l’utilisation des avantages de la biodiversité génétique du palmier dattier.

Au laboratoire

Après quelques jours d’incubation des cultures sous des conditions favorables, on obtient un développement de colonies à partir de fragments et sur la surface du milieu de culture. Le diagnostic et l’identification de champignon étudié, repose sur l’étude des symptômes

externes et internes observés sur les organes du palmier suspect, ainsi que sur l'isolement de l'agent causal sur un milieu de culture au laboratoire, ensuite la caractérisation macroscopiques et microscopique en s'appuyant sur une clé de détermination des champignons phytopathogènes.

Dans certains cas le diagnostic du Bayoud par isolement sur milieu de culture doit être confirmé par des tests dans le but de compléter la fiabilité du diagnostic précédemment obtenu. Parmi les tests utilisés, le test de pouvoir pathogène, test de la compatibilité végétative.

Les préparations microscopiques se font entre lame et lamelle; la manipulation consiste à mettre un petit fragment mycélien sur la lame propre en présence d'une goutte d'eau ou de bleu méthylène et légèrement le dilacéré avec aiguille pour éviter la réalisation d'une préparation trop dense et inobservable, puis le recouvrir délicatement d'une lamelle en évitant de créer des bulles d'air ou des débordements. L'examen microscopique est fondé sur l'aspect morphologique des différentes structures des champignons permettent de définir les caractères suivants : le type de thalle (septé ou non), mycélium diffus, épais, la couleur des hyphes (foncées ou claires), la forme des spores, le type de spores (sexuées ou asexuées).

L'observation macroscopique de la culture du *F. o. albedinis* confirme les caractéristiques suivantes:

Mycélium fin frisé, ras, gras de couleur rose saumon (Figure 6) et de croissance lente.



Figure 6 : Isolat du *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* obtenu à partir de palmes atteintes de Bayoud.

L'observation microscopique révèle la présence de:

Microconidies portées par des monophialide courtes et non ramifiées (mesurant 8-14 μm de longueur) issus latéralement des hyphes ou de conidiophores peu ramifiés. Généralement abondantes hyaline variables, ovales à ellipsoïdes, unicellulaires ou bicellulaires droites à légèrement courbées, mesurant 5-12 \times 2,2-3,5 μm .

Macroconidies portées sur des conidiphores plus ramifiés, parois fines ayant généralement trois à cinq cloisons, fusoïdes à subulées et pointues aux deux extrémités. Les spores à trois cloisons sont les plus courantes. Chlamydospores à parois lisses à rugueuses, 7-11 μm , terminales ou intercalaires, généralement solitaires mais occasionnellement en paires ou en chaînes (Figure 7).

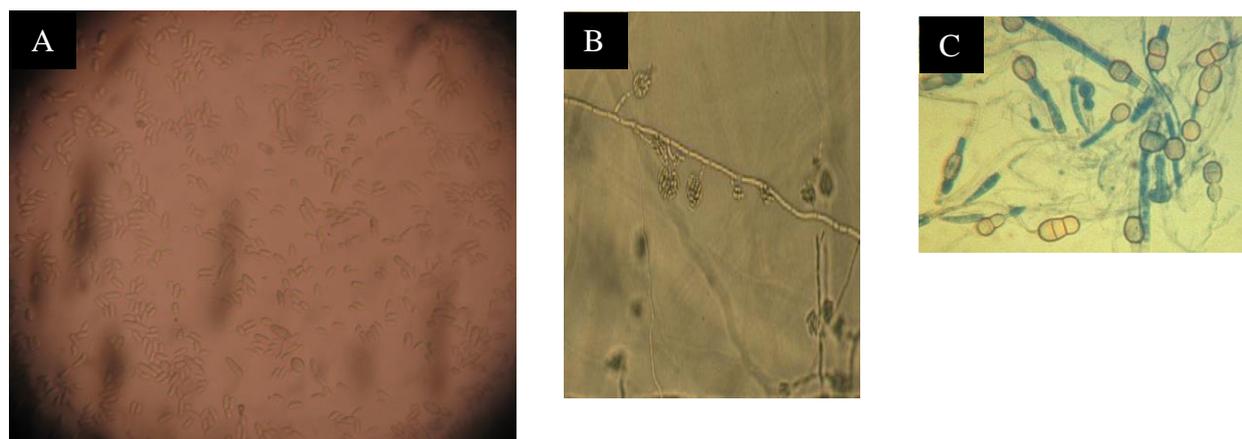


Figure 7 : Caractéristiques microscopiques du *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*.

A: Microconidies et Macroconidies (Grossissement: 20 X).

B: Mycélium, microconidies en fausses têtes, microphialides (Grossissement: 20 X).

C: Chlamydospores, terminales et intercalaires, monocellulaires ou bicellulaires (Grossissement: 40 X).

DISCUSSION

Dans notre étude nous avons révélé la présence de la maladie du Bayoud sur l'ensemble des sites d'étude de la vallée de M'zab. Le Bayoud constitue une menace réelle des palmeraies de la région et les palmeraies de Sud-Est de notre pays.

Des études sur le Bayoud dans la vallée de M'zab indiquent que son apparition dans la palmeraie de Ghardaïa remontait au début des années 60. En 1965, les premiers cas de Bayoud ont été signalés dans le quartier Chikh-Salah situé sur la rive droite de Oued M'zab. A partir de 1970, plusieurs foyers sont repérés sur l'autre rive dans des secteurs éloignés de la palmeraie. Vers 1980, le nombre de foyers recensés était déjà de 120, plus de 15 foyers par an apparaissent [24]. Aujourd'hui, le nombre de foyers est plus important dans l'ancienne palmeraie de la région de M'zab.

Dans le premier périmètre agricole de la palmeraie de Laâdira, qui est d'une création récente vers 1983, nous avons enregistré une faible présence de la maladie du Bayoud sur les variétés Deglet-Nour, Ighes n Wutchidhen et Ut Qbala, dans des exploitations situées près de l'ancienne palmeraie de El Ghaba, caractérisées par une dominance mono-variétale (Deglet-Nour). D'après nos enquêtes, la source de contamination de ce périmètre était à partir des rejets atteints et du matériel végétal contaminé, ramenés de l'ancienne palmeraie.

Cependant, au niveau de l'ancienne palmeraie de El Ghaba et Ahbas, le taux de contamination est beaucoup plus élevé, selon les variétés. Le taux d'infection à l'ancienne palmeraie de Ahbas à El Atteuf est relativement élevé par rapport à El Ghaba, cela est dû à sa localisation en aval d'Oued M'zab, qui véhicule toute sorte de débris végétaux contaminés, ainsi que les spores du *F. o. albedinis* lors des épandages de crues et d'inondations.

L'application d'irrigation localisée par goutte à goutte et la pratique des mesures prophylactique par les agriculteurs dont la majorité sont avertis du danger de cette maladie qui entraîne la destruction de palmeraies entières et leur abondant, ainsi que la présence d'une diversité variétale dans la plupart des jardins, sont à l'origine de la présence du Bayoud avec

un taux faible et sa localisation uniquement dans le premier périmètre agricole situant près de l'ancienne palmeraie de El Ghaba.

D'après nos constatations, plusieurs nouvelles plantations au niveau de l'ancienne palmeraie de El Ghaba et Aħbas d'une dominance mono-variétal Deglet-Nour avec El Ghars et Bent Qbala, sont totalement détruites par le Bayoud.

La variété Tafezwin qui est une variété locale, jadis plantée par un nombre très important dans l'ancienne palmeraie de Aħbas et El Ghaba est pratiquement disparue dans les foyers de Bayoud. Cette variété est très sensible, le palmier atteint meurt rapidement après une courte durée qui ne dépasse pas les deux mois. Les variétés Ut Qbala, Deglet-Nour, Tdalt et Ighes n Wutchidhen sont aussi sensible au Bayoud, mais la durée de la mortalité totale de palmiers touchés appartenant à ces variétés, variées de 6 mois à 4 ans.

Malgré la présence du Bayoud depuis longtemps à l'ancienne palmeraie de la vallée de M'zab, nous avons remarqué la présence de variétés tolérantes. Plusieurs petits jardins isolés et clôturés sont indemnes. La progression de la maladie a connu un rythme relativement lent par rapport aux situations vécues dans d'autres palmeraies en Algérie (Béchar, Adrar) et surtout au Maroc.

Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de cette particularité. En premier lieu, le caractère poly variétal des plantations où de nombreuses variétés locales à sensibilité inégale vis à vis du Bayoud se côtoient ont contribué certainement au ralentissement de l'épiphytie.

Les campagnes d'arrachage et d'incinération des palmiers malades du 1996 à 1998, initiées par le MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) dans le cadre des grands travaux agricoles depuis 1996, suivi par le soutien d'arrachage et d'incinération par le FNDA (Fond National du Développement Agricole) depuis 1999.

Par ailleurs, la prospection de plusieurs jardins de l'ancienne palmeraie de la vallée du M'zab où le Bayoud est présent depuis au moins 30 ans et où les variétés Tazerzayt et Tamdjouhert sont présentes à proximité immédiate de palmiers morts par le Bayoud appartenant à d'autres variétés sensibles a montré qu'aucun cas d'attaque touchant ces deux variétés n'a été constaté jusqu'à ce jour. Le même constat a été réalisé par Chikh Aissa [24] lors des prospections menées à Metlili en 1998 dans 48 jardins atteints par le Bayoud.

Selon Chikh Aissa [24], l'analyse des résultats de diagnostic du *F. o. albedinis* au laboratoire de la SRPV de Ghardaïa sur plus de 10 ans, a montré qu'aucun cas de Bayoud n'a été établi sur la variété Tazerzayt dans la vallée du M'zab, alors que seulement deux cas l'ont été à Metlili et un seul à Daya Ben Dahoua durant la même période. Quant à la variété Tamdjouhert seuls deux cas de mortalité ont été attribué à la maladie du Bayoud de 1986 à 2000. Par ailleurs, Le cultivar Tamdjouhert dans les palmeraies du Sud-Ouest a été classé tolérant par Brac de la Perrière et Benkhelifa [25]. Très fréquent à El Ménéa, ce cultivar serait même à l'origine de l'inexistence du Bayoud dans cette localité, d'après les mêmes auteurs.

Plusieurs auteurs attestent la résistance totale au Bayoud de la variété Takerboucht, cette variété n'intéresse que les régions du Sud-Ouest (Touat, Gourara et Tidikelt), elle n'arrive pas à maturité dans la région de M'zab.

Parmi les variétés rares présentes dans des foyers du Bayoud, nous citons Akerbouche dont ces qualités de résistance au Bayoud sont connues par les agriculteurs. Chikh Aissa et Sekkouti [26] ont classé aussi les cultivars Ouârous (Uârous) et Takermost (Takermust) avec Tazerzayt, Tamdjouhert et Akerbouche comme cultivars assez résistants au Bayoud.

Chikh Aissa [24] a rapporté que dans 31 foyers du Bayoud visités dans la vallée du M'zab, aucun palmier malade de Akerbouche n'a été révélé. Cette variété est en voie de disparition et dont la résistance au Bayoud est d'un grand intérêt. Cependant, ce cultivar qui présente certains inconvénients tels que la chute prématurée des fruits et une maturation partielle nécessitant la couverture des dattes sous bâche lors du stockage préalable à la commercialisation, n'intéresse pas beaucoup les agriculteurs.

Comportement et caractérisation variétale

D'après Dakhia et al. [27], les anciennes exploitations, abritent encore plusieurs cultivars souvent peu entretenus en raison de leur faible valeur marchande, les ennemis et maladies provoquent des pertes considérables à la production et peuvent entraîner une érosion génétique.

A Ghardaïa, les diagnostics menés dans 9 oasis (projet RAB98/G31, 2002 et 2003) ont permis de recenser plusieurs variétés dont certaines sont rares à très rares. Ce patrimoine génétique représente un réservoir sans égale importance pouvant dans le cadre de programmes de recherche constituer un levier dans la quête de cultivars alliant résistance à la maladie du Bayoud et production de dattes de qualité.

La reconnaissance des cultivars par les agriculteurs se fait principalement sur la base des caractéristiques morphologiques de divers organes végétatifs. Sur la forme, la couleur, la rigidité, la densité et les dimensions des différents organes : les palmes, les penes, le régime, les épillets, la hampe florale, le tronc et le kornaf. Elle est plus facile à partir de la forme et la couleur du fruit. Rhouma [28] pense que ces caractéristiques peuvent varier pour un même cultivar en fonction des conditions de culture, de l'entretien et de l'âge du cultivar; l'aspect général de la plante et surtout les fruits restent les seuls critères valables pour la reconnaissance et la distinction entre cultivars.

Les critères de sélection par les agriculteurs des cultivars à planter dans leur jardins dans la région de M'zab sont l'adaptation de cultivar aux facteurs climatiques, la précocité, le goût et la qualité des dattes, leur aptitude à la conservation et leur prix de vente. La majorité des arbres fruitière (deuxième étage de culture), cultivée dans la région sont rustiques, adaptés aux conditions pédoclimatiques (grenadier, figuier, vigne, abricotiers et oliviers).

Le patrimoine phoenicicole de la région de M'zab est caractérisé par une importante biodiversité et un grand nombre de cultivars. Ces derniers mûrissent à des différentes périodes. Les différences en date de maturité confèrent à l'agriculteur l'avantage de se prévenir des pertes de la récolte dues aux menaces environnementales. Ces variétés, dont la plus part demi-molle et molle, leur récolte commence au mois de juillet, permettent d'avoir à chaque fois des dattes fraîches et une production qui s'échelonne pratiquement sur plusieurs mois de l'année (Tableau 2).

Tableau 02. Périodes de récolte de principales variétés de la région de Ghardaïa.

Variété \ Mois	Jul.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Tamezward	—————	—————				
Baidir	—————	—————				
Ighes n Wutchidhen		—————	—————			
Tdalt		—————	—————			
Tamdjouhert		—————	—————	—————		
Ut Qbala			—————	—————		
Tazerzayt			—————	—————	—————	
Deglet-Nour			—————	—————	—————	
Tafezwin			—————	—————	—————	
Tsibbi				—————	—————	—————

CONCLUSION

L'objectif de cette étude consiste à évaluer l'impact de la maladie du Bayoud au niveau de trois sites de la vallée de M'zab : Laâdira, El Ghaba (Ghardaïa) et Ahbas (El Atteuf), ainsi que le comportement de quelques variétés vis-à-vis cette maladie.

Le palmier dattier, a pu créer et maintenir dans la région de M'zab un véritable microclimat en étage aux espèces arborescentes et herbacées plus délicates aux conditions climatiques difficiles. Et ce, à travers un ensemble divers et varié de cultivars adaptés au milieu.

Le patrimoine variétal, très diversifié dans l'ancienne palmeraie de la vallée du M'zab, s'appauvrit dangereusement sous l'effet conjugué des exigences du marché et des attaques du Bayoud. Certaines variétés ne sont plus représentées que par quelques individus alors que d'autres ont probablement déjà disparu de certaines palmeraies.

Un taux faible de la maladie du Bayoud a été enregistré au site de Laâdira, où le niveau d'entretien des palmeraies et l'application des mesures prophylactique par les agriculteurs est avéré. D'autre part un taux plus élevé d'attaque par la maladie étudiée a été enregistré à l'ancienne palmeraie de El Ghaba (Ghardaïa) et de Ahbas (El Atteuf). La protection phytosanitaire à l'ancienne palmeraie n'est pas appropriée, une faiblesse de rendement est surtout enregistrée dans ces plantations où les arbres ont un âge avancé avec une forte densité de plantation, et dont les palmiers sont peu entretenus.

L'étude de comportement variétal à travers les données tirées de nos enquêtes et résultant de constatations sur terrain nous a conduit à conclure que la variété Tamdjouhert et Tazerzayt tolèrent le Bayoud.

D'autre part, nous signalons aussi que la variété Tafezwin détruite par le Bayoud dans l'ancienne palmeraie de la région de M'zab est très sensible. Toute fois les variétés Deglet-Nour, Ut Qbala, Tdalt et Ighes n Wutchidhen sont considérées comme variétés sensibles.

Les vastes plantations de variétés très sensibles, constitue un danger d'extension de la maladie du Bayoud, à cet effet, des efforts particuliers devraient concerner le renouvellement des palmeraies ou de création de plantations nouvelles avec autant que possible une diversification à l'aide de cultivars résistant et/ou tolérants aux bio-agresseurs, particulièrement le Bayoud, solution pouvant atténuer la progression de la maladie et par la même éviter le phénomène de déperdition génétique. L'amélioration de l'entretien et l'assurance d'une bonne protection phytosanitaire du palmier dattier, contribuent à la préservation du patrimoine phoénicicole et au sauvegarde d'équilibre des écosystèmes oasiens et l'assurance d'une bonne production avec des dattes de qualité.

Le Bayoud, fusariose vasculaire, reste la maladie la plus destructive et la plus menaçante de nos palmeraies. Toutefois, la lutte contre le Bayoud nécessite une grande vigilance ainsi que l'implication de plusieurs acteurs par la sensibilisation des agriculteurs à l'application rigoureuse des mesures prophylactique et de quarantaine, prospection permanente des palmeraies encore indemnes avec pour but la détection de tout foyer primaires dès les premiers stades de son apparition, arrachage complet et incinération totale des palmiers atteints et la réalisation des recherches en matière d'amélioration génétique et de production de vitro plants résistant pour reconstituer les palmeraies dévastées par le Bayoud.

REFERENCES

- [1] Djerbi, M. 1994 - Précis de phéniciculture. ED. FAO, Rome : 192 p.
- [2] OEPP/EPP. 1982 - Fiches informatives sur les organismes de quarantaine n° 70, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. Bulletin 12 (1).
- [3] Décret exécutif n 95- 387 - du 28 Novembre 1995, fixant la liste des ennemis des végétaux et les mesures de surveillance et de lutte qui leur sont applicables.07 p.
- [4] Djerbi, M. 1982 - Bayoud disease in North Africa : history, distribution, diagnosis and control. *Date palm journal*. 1 (2) : 153- 197.
- [5] Djerbi, M. 1983 - Diseases of the palm *Phoenix dactylifera*. FAO, Baghdad, Iraq,45 p.
- [6] Djerbi M., Aouad L., Filali H., Saadi M., Chtioui A., Sedra M. H., Allaoui M., Hamdaoui T., Oubrich, M. 1986 - Preliminary results of selection of high quality Bayoud resistant clones among natural dates palm population in Morocco. In : proceedings of the second symposium of the date palm, Saudi Arabia, 383- 399.
- [7] Sedra, M. H. 2003 - Le Bayoud du palmier dattier en Afrique du Nord, Ed FAO. 125p
- [8] Dubost, D., et Kada, A. 1974 - Etude expérimentale de l'inoculation de jeunes plantules de palmier dattier par *Fusarium oxysporum*. Bull. Agro. Sahara, 1 : 21- 37.
- [9] Djerbi, M. 1988 - Les maladies du palmier dattier. Projet régional de lutte contre le Bayoud, FAO, Alger, 127p.
- [10] Armstrong, G. M., et Armstrong, J. K. 1981 - Forms specials and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt disease. *Fusarium : diseases biology and taxonomy*, Eds. States Univ. Press. Univ. Park and London : 391- 393.
- [11] Bahriz, H. 2010 - Situation de la maladie du Bayaud en Algérie *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. INPV. 15p.
- [12] Quinten, M. 1996 - Diversité et structure génétique des populations algériennes de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, agent causal de la fusariose vasculaire (Bayoud) du palmier dattier. Thèse, Université de Montpellier, France.170 p
- [13] Brochard, P., et Dubost, D. 1970 - Progression du Bayoud dans la palmeraie d'In Salah. *El Awamia*, 35, 143- 153.
- [14] Malençon, G. 1934 - Nouvelles observations concernant l'étiologie du Bayoud. Rev. Appl. Mycol. 13 : 505.
- [15] Djerbi, M. 1998 - Diseases of the Date Palm: Present Status and Future Prospects VL - 3
- [16] Sedra, M. H. 1999 - Identification et caractérisation des cultivars du palmier dattier en Mauritanie. Rapport de mission de consultation d'expert, 30/99-23/7/99, OADA.
- [17] OEPP, 2003 - Protocoles de diagnostic pour les organismes réglementés. 245-269.
- [18] Chikh Aissa, A. 1991 - Etude de l'efficacité du bromure de méthyle et de la chloropicrine sur *Fusarium oxysporium* f. sp. *albedinis*. Bulletin du réseau maghrébin de recherche sur la phéniciculture et la protection du palmier dattier. Ed. FAO. Alger, Pp 17 – 24.
- [19] Sedra, M. H. 1985 - Potentiel infectieux et réceptivité de quelques sols de palmeraies à la fusariose vasculaire du palmier dattier (Bayoud) causé par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. Thèse de 3^{ème} cycle. Inst. Agro. Véter. Hassan II. Rabat, Maroc. 88 p.
- [20] Amir, H., Benaceur M., Laoufi Z., Amir A., et Bounaga N. 1985 - Le palmier dattier et la fusariose. XIII contribution à l'étude de l'écologie microbienne du sol de 2 palmeraies sahariennes atteintes de Bayoud. Revue d'Ecologie et Biologie du sol, 22- 313- 330.
- [21] Lamari, L., Bouras, N., Boudjella, H., Ould EL Hadj-Khelil, A., Ould El Hadj, M. D., et Sabaou, N. 2014 - Influence de quelques souches bactériennes d'origine saharienne sur l'expression de la fusariose du lin et du palmier dattier. Algerian journal of arid environment. vol. 4, n° 2, 65- 77.
- [22] Benkenzou, D. 2009 - Monographie de la wilaya de Ghardaïa. DPAT de Ghardaïa, 84 p.

- [23] Bahriz, H. 2009 - La maladie du Bayoud et les feuilles cassantes en Algérie. Atelier sous régional de formation sur les maladies du Bayoud et des feuilles cassantes du palmier dattier dans les pays du Maghreb/TCP/RAB/3201 (D)- « Formation sur certain organismes de nuisibles de quarantaine dans les pays du Maghreb ». SRPV de Ghardaïa-Algérie/ 9- 14 Mai 2009. 20 p.
- [24] Chikh Aissa, A. 2000 - Présent avenir dans la lutte contre la maladie du Bayoud du palmier dattier : Exemple de la vallée du M'zab. JPR/INPV. Alger, 7 p.
- [25] Brac de la Perrière, R. A., et Benkhelifa, A. 1991 - Progression de la Fusariose du palmier dattier en Algérie. Sècheresse N°2 vol.2.
- [26] Chikh Aissa, A., et Sekkouti, S. 2001 - La résistance des variétés traditionnelles : un nouvel atout dans la lutte contre le Bayoud en Algérie. JTP/INPV. Alger.
- [27] Dakhia, N., Bensalah, M. K., Romani, M., Djoudi, A. M., et Belhamra, M. 2013 - Etat phytosanitaire et diversité du palmier dattier au bas Sahara- Algérie. journal Algérien des régions arides. 17 p.
- [28] Rhouma, A. 1994 - Le palmier dattier en Tunisie. I: le patrimoine génétique. ARABESQUE, Tunis, Tunisie, 127 p.