

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie
« Houari Boumediene »
Faculté des Sciences Biologiques



THESE DE DOCTORAT

Présentée pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Biologiques.
Spécialité : Génétique, Physiologie Moléculaire et Microbiologie des Plantes.

Par : **SELMANI Chérifa.**

Contribution à la Préservation du Palmier Dattier : Etude de l'Androgenèse et de l'Organogenèse de Quelques Cultivars d'Intérêt.

Soutenue publiquement le, 25/04/2018, devant le jury composé de :

M. R.AMIROUCHE	Professeur	à l'USTHB	Président
M ^{me} . D. CHABANE	Professeur	à l'USTHB	Directrice de thèse
M ^{me} . M. BENNACEUR	Professeur	à l'U.Oran1	Examinatrice
M ^{me} . O. ABROUS	Professeur	à l'USTHB	Examinatrice
M ^{me} . S. OUAFI- HARCHAOUI	Professeur	à l'USTHB	Examinatrice
M. M. TOUMI	Professeur	à l'U. Alger 1	Examineur

INTRODUCTION

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une monocotylédone pérenne, thermophile, très adaptée au climat aride et semi-aride. C'est le pivot de l'écosystème oasien, puisqu'il permet d'assurer un microclimat favorable au développement des cultures maraîchères sous jacentes. En plus de son fruit savoureux très connu « la dattes » qui représente une source économique importante, le dattier offre de nombreux produits à propriétés alimentaires et thérapeutiques employés en médecine traditionnelle comme le pollen, les fleurs, les feuilles et les graines.

En Algérie, le palmier dattier est cultivé dans les oasis situées au sud du pays en particulier au nord du Sahara, sa culture occupe une superficie de 167. 000 ha (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2015) avec 18,6 millions de palmiers. Les principales régions phoenicicoles sont localisées dans les wilayas de: Adrar, Biskra, El Oued, Ghardaïa et Ouargla (Hannachi et al. 1998).

C'est une espèce dioïque à ($2n=36$), qui se multiplie par reproduction par semis avec 50% de sujets mâles (Dokkars) producteurs du pollen et 50% de sujets femelles, producteurs de fruits ou par rejets (qui assurent la production de copies conformes de palmiers) formés à la base du stipe. Cependant, le nombre de rejets formés pendant toute sa vie est de 12 à 15 rejets.

Malheureusement, le verger phoenicicole est en régression de plus en plus prononcée par son vieillissement, les nombreuses maladies (bayoud, feuille cassante, boufaroua ...) en plus du changement climatique (manque de pluie, températures excessives...) d'où l'importance de réfléchir à la connaissance des cultivars présents par rapport aux différents usages, la conservation du patrimoine culturel des recettes employées, la multiplication par l'application des méthodes plus prometteuses pour le repeuplement des palmeraies en dégradation.

La stérilité constitue un drame social. C'est l'une des causes de mésentente conjugale considérée comme une fatalité, un sort ou une malédiction infligée au couple. La stérilité conjugale, n'est pas toujours due à celle de la femme mais elle est aussi masculine. A l'échelle mondiale, 15% de couples souffrent de stérilité dont l'homme est responsable de 30% à 50% des cas de stérilité du couple, soit un homme sur vingt est affecté par ce trouble. Une étude auprès des couples stériles réalisée au service d'Urologie CHU de Batna a montré que le problème de stérilité masculine affecte 12,3% de la population (lors d'une investigation réalisée sur 140 hommes pendant 10 mois) avec des causes multifactorielles (Chennaf, 2012).

Parmi les questions posées jusqu'à ce jour, c'est de savoir si les modifications du spermogramme jouent aussi un rôle réel dans la détermination de la stérilité masculine. Il est vrai qu'il soit exploité par les médias, mais il est très controversé par les scientifiques.

Dans les pays développés, depuis l'avènement de la fécondation *in vitro* (FIV), la prise en charge des couples stériles connaît un essor considérable avec les techniques et les variantes de la procréation médicale assistée: FIV (fécondation *in vitro*), GIFT (Transfert Intratubaire

de Gamètes), CIVETE (Culture Intra-Vaginale et Transfert d'Embryon), ZIFT (Zygote Intra-Fallopian Transfer), TET (Transfert Embryonnaire Tubaire). Toutefois, un bilan précis est toutefois pathonécessaire avant tout geste thérapeutique (spermogramme avec spermocytogramme, dosage biochimique, dosage hormonal, échographie, bilan infectieux,...). La demande de consultations pour infécondité et la réalisation de ces tests se multiplient de plus en plus même dans les pays pauvres malgré que les capacités de prises en charges ne sont pas identiques. Depuis deux décennies, plusieurs approches sont employées dans le traitement de la stérilité mâle comme l'application des produits naturels comme le pollen, sans aucune étude scientifique préalable (Murray et Pizzorno, 1998). Dans les pays de l'Europe de l'ouest, des tests cliniques ont révélé que ces grains de pollen sont efficaces dans le traitement des problèmes d'infections de prostate (Ask-Upmark, 1967; Clouatre, 2013).

Le pollen du palmier dattier, constitue donc le remède ou le complément alimentaire le plus employé dans le traitement de l'infertilité masculine. Dans les pays phoenicicoles, comme l'Irak, ce sont les étamines entières qui sont les plus employées par la population. Au cours d'une étude préliminaire sur l'effet du pollen sur les hommes stériles à l'Hôpital de Kirkuk à raison de 300mg par jour pendant 3mois (Marbeen et al. 2005), ces auteurs ont souligné son effet positif comme résultats préliminaires non exploités. Ce n'est qu'à partir de 2006 que l'intérêt du pollen a refait surface dans le monde entier, vu son coût double dans le commerce international pour son importante utilisation par les tradipraticiens.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à cette étude afin de connaître la situation en Algérie étant un pays phoenicicole et aussi par rapport au pollen des Dokkars locaux face au problème de stérilité mâle testé sur des rats mâles de laboratoire par des tests pharmacologiques.

Le présent travail a pour objectif d'une part de recenser les cultivars à intérêt médicinal afin de valoriser voir sauvegarder les anciennes recettes des tradipraticiens et pouvoir traduire ce savoir faire traditionnel en un savoir faire scientifique à travers un protocole expérimental composé de plusieurs étapes; une analyse phytochimique¹ de quelques parties très employées dans les soins traditionnels (pollen, folioles, fruits, graines...), une étude pharmacologique² par l'évaluation de l'effet thérapeutique du pollen (très sollicité dans le traitement de la stérilité masculine) sur le degré de fertilité des rats mâles adultes de laboratoire et une application de deux méthodes de multiplication par culture in vitro³ par l'induction de souches organogènes et callogènes à partir d'explants végétatifs et floraux par organogenèse directe et par androgenèse.

Cette thèse comporte les différentes parties qui s'articulent selon le plan suivant:

- La première partie traitera une synthèse bibliographique sur l'ethnobotanique, le palmier dattier et son utilisation en médecine traditionnelle.
- La deuxième partie sera consacrée aux matériels utilisés et la méthodologie de travail par une enquête ethnobotanique pour l'inventaire des cultivars les plus connus et les

parties les plus employées dans les soins, un screening chimique pour l'évaluation des constituants métaboliques, suivis par un test pharmacologique sur des rats mâles.

Parallèlement, une étude comparative du comportement en culture in vitro des organes végétatifs (issus de l'apex des rejets) par organogenèse directe et d'autres floraux (issus des spathes mâles) par androgenèse suivies par une étude histologique des principales formations obtenues. L'analyse statistique adoptée à chaque étape est mentionnée.

- La partie Résultats-Discussions expose les différents résultats obtenus au cours des manipulations réalisées dont la discussion est rassemblée en trois chapitres:

Chapitre 1, exposera les résultats de l'étude ethnobotanique, les cultivars inventoriés, les cultivars employés dans les soins traditionnels, la (les) partie(s) employés, la (les) recette(s) suivie par les résultats du test pharmacologique sur des rats mâles de laboratoire.

Chapitre 2, affichera les principales souches organogènes et les bourgeons végétatifs obtenus à l'échelle morphologique et histologique.

Chapitre 3, s'intéressera aux différents changements morphologiques et formations callogènes engendrées par androgenèse.

Une conclusion générale avec les références bibliographiques par rapport à toutes ces parties constituera la fin de cette thèse.

II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Place de l'étude ethnobotanique dans la médecine traditionnelle

Les soins traditionnels, traduisent toutes les pratiques, méthodes, savoirs et croyances par rapport à l'usage médicinal des plantes, de parties d'animaux et de minéraux, de thérapies spirituelles, d'exercices manuels séparément ou en association pour soigner et prévenir les maladies afin de préserver la santé. Ces adaptations des soins traditionnels sont nommées complémentaires, alternatives ou parallèles (OMS, 2005).

2. Plantes médicinales

Une plante médicinale, est un végétal dont un ou plusieurs organes, possède des vertus curatives, et parfois toxiques selon son dosage comme la feuille, l'écorce...etc.

Les premières utilisations des plantes remontent à 5 000 ans avant J-C. en Chine. En Mésopotamie et en Égypte, l'emploi des tablettes cunéiformes et papyrus témoignent du recours aux plantes. Dans le monde occidental, les observations cliniques des effets des plantes par Hippocrate marquèrent l'intérêt de ces remèdes.

Les plantes médicinales sont employées dans le traitement des maladies depuis des millénaires. De décennie en décennie, les vertus thérapeutiques des plantes se concrétisent comme la découverte d'un lieu de sépulture en Iran rempli du pollen de huit plantes médicinales (Solecki et Shanidar, 1975). En effet, les premiers jardins botaniques modernes, du 16^{ème} siècle, sont des jardins de plantes médicinales rattachées à des écoles ou à des facultés de médecine en Italie, à Pise, Padoue et Florence (Duke, 1985).

Depuis les progrès de la botanique systématique de Linné et de Jussieu apparaît la première édition de la Pharmacopée française (1818). De plus, l'isolement des molécules comme la morphine (1817), la codéine (1832), l'acide salicylique et la colchicine renforce l'apparition des ouvrages sur les utilisations thérapeutiques des plantes.

Les compétences de la physiologie et de la pharmacologie, ont permis de comprendre les mécanismes d'action de ces substances naturelles. En effet, la compréhension des relations qui existent entre la structure d'une molécule et son activité biologique permet la conception et la fabrication des médicaments synthétiques aux performances améliorées ou aux effets indésirables mieux contrôlés (Boxus et al.1993).

L'usage des plantes médicinales concerne environ 90% de la population mondiale. Ces plantes sont utilisées à l'état brut ou sous forme d'extraits non raffinés (Duke, 1985). En effet, presque 25% des produits pharmaceutiques modernes sont à base de plantes (Duke, 1993).

La phytothérapie est composée de deux types :

***Une pratique employée dans les pays en voie de développement. C'est une médecine non conventionnelle par l'absence d'étude clinique.**

***Une pratique basée sur des preuves scientifiques par la recherche des extraits actifs de plantes. Les phytomédicaments sont délivrés exclusivement en officine, ce qui exprime la pharmacognosie ou la biologie pharmaceutique.**

Actuellement, dans certains pays en développement, la médecine traditionnelle fait appel à l'utilisation de plantes ou d'extraits végétaux pour lutter contre les différentes pathologies. Une grande partie de la population n'a toujours pas accès à la médecine conventionnelle, la préservation et la valorisation des plantes médicinales par l'étude ethnobotanique ainsi que les savoirs traditionnels de leurs usages est une priorité de santé (Mouhoub, 2012).

3. Ethnobotanique

L'ethnobotanique est la contraction d'ethnologie et de botanique. C'est l'étude des relations entre les plantes et l'homme. Elle intègre une partie de l'ethnomédecine et implique la coopération de l'ethnologie et de la pharmacologie (Nicolas, 1999).

Ce terme fut d'abord employé par Harshberger (1896) qui disait : « Il est important d'étudier attentivement les ethnies primitives et de répertorier les plantes utiles à leur vie économique ».

La science des plantes médicinales est basée sur l'observation où l'analyse confirme les observations effectuées depuis des millénaires (Prouvost, 1991). Elle représente, une démarche de conservation et de valorisation des savoirs faire locaux relatifs à la flore, qui répond ainsi à une problématique mondiale de conservation et d'utilisation durable de la biodiversité.

L'étude ethnobotanique s'intéresse à connaître les plantes médicinales d'une région donnée à effet sur les maladies les plus fréquentes (Pelt, 2002). Elle permet de connaître le mode de préparation, le dosage de chaque plante médicinale ainsi que sa récolte, son séchage et sa conservation.

3.1 Etapes de l'étude ethnobotanique

Elle est basée sur plusieurs étapes qui sont (Teklehaymanot, 2009) :

- **Enquête sur le terrain**

Elle est orale exploratrice sans questionnaire afin de se familiariser avec le vocabulaire local des personnes enquêtées. Un examen attentif de l'objet de l'enquête implique un regard à toutes les remises en cause, découvrir les acquis et l'objet étudié (Bellakhdar, 2008).

- **Questionnaire**

Le sondage auprès de la population dans la zone d'étude, par des interrogatoires sur les plantes médicinales les plus utilisées, les maladies traitées, ainsi que les modes d'utilisation des plantes, dosage, méthode...

Il permet de recueillir des données en vue de les traiter de manière identique. C'est un outil de travail, par rapport aux rôles des plantes (Bellakhdar, 2008).

- **Fiches techniques**

Elles renferment toutes les informations collectées auprès de chaque personne ayant fait l'objet de l'enquête ainsi que les plantes recensées (le nom vernaculaire local, les parties utilisées, les usages traditionnels, le mode de préparation, la période de collecte...).

La fiche technique consiste à faire ressortir les caractéristiques botaniques, écologiques et les constituants chimiques connus de la plante (Mouhli, 1997).

- **Photographies des plantes**

La prise de photos d'une plante médicinale dans son habitat naturel permet d'avoir une idée plus claire par rapport aux conditions de culture de la plante en question.

- **Récolte, séchage et confection d'herbier**

Plusieurs conditions doivent être respectées pour l'obtention de bons échantillons facilement identifiables.

- **Choix de la plante**

Cette étape se fait à la suite des diverses enquêtes par rapport à son intérêt médicinal et le nombre de personnes enquêtées ayant cité la même plante. Cependant, plusieurs précautions doivent être prises en considération à savoir :

La plante ne doit pas être sujette à un interdit d'après les enquêtes de terrain (Hammiche et Maiza, 2006).

La récolte doit se faire à partir des parties stériles, garantissant une protection du patrimoine végétal.

Elle doit appartenir à des espèces facilement cultivables et faciles d'accès.

- **Informateurs ou les personnes enquêtées**

Deux catégories de personnes enquêtées sont essentielles à consulter :

- **Guérisseurs « Tradipraticiens »**

Ce sont des personnes à profession de guérir sans être médecin ou par des pratiques étrangères à la médecine.

- **Herboristes**

Ce sont des personnes titulaires d'un diplôme leur permettant de vendre des plantes médicinales.

3.2. Mode de préparation des plantes médicinales

- **Bain, bouillant, infusion, macération, tisane**

Le Bain, c'est une immersion complète ou partielle du corps, préparé à partir d'infusion, ou des bains buccaux. Elle consiste à préparer une infusion ou une décoction en mettant une poignée d'herbes dans un litre d'eau, il est conseillé de se limiter à un seul bain par jour.

Le bouillant, c'est une décoction avec un temps d'ébullition variable, préparé avec la plante entière. La boisson se prend chaude.

L'infusion consiste à verser un liquide bouillant sur une substance liquide ou macérer une substance aromatique.

La macération consiste à extraire les principes actifs de la plante par trempage d'une certaine quantité d'herbe sèche ou fraîche dans de l'eau, de huile, environ 250 g de plantes sèches ou 400 g de plantes fraîches pour 1 litre d'Alcool (teinture), pendant 12 à 18 h pour les fleurs et les feuilles et de 1 à 24 h pour les parties dures puis laisser à la température ambiante, chauffer, filtrer et boire sans sucre.

La tisane, c'est une boisson obtenue par la dissolution dans de l'eau des substances faiblement médicamenteuses contenues dans certaines plantes. Elle consiste à faire chauffer de l'eau dans une bouilloire, puis y ajouter une à deux cuillères à café d'herbes, sèches ou fraîches, pour chaque tasse, recouvrir immédiatement le récipient. Laisser bouillir encore 3 à 5 minutes, puis retirer du feu. Après avoir laissé reposer quelques minutes, filtrer et boire sans sucre 3 à 5 tasses par jour (Le Hir et al. 2009).

- **Décoction**

C'est un trempage dans de l'eau froide de drogues végétales suivi par une ébullition pendant quelques minutes (Le Hir et al. 2009).

- **Compresse**

C'est une application durable de la gaze préalablement imbibée de la préparation médicinale (Le Hir et al. 2009).

- **Crèmes, pommades et cataplasmes**

Les crèmes, ce sont des émulsions préparées à l'aide de substances grasses (huiles) et des préparations de plantes (infusion, décoction, teinture, essence et poudre). Les ingrédients usuels pour les crèmes sont: Eau (environ 80g), glycérine (environ 70g), cire d'abeille

(environ 150 g), substances actives (environ 30g) des plantes séchées réduites en poudre ou en miettes ou environ 70 g pour les plantes fraîches) (Le Hir et al. 2009)

La pommade, c'est une crème épaisse où le principe actif est dissout dans des corps gras pour faciliter sa répartition sur l'épiderme (Le Hir et al. 2009).

Le cataplasme, c'est une préparation de consistance molle appliquée sur la peau quelques minutes, certains cataplasmes sont cicatrisants et d'autres sont émollients. Les cataplasmes sont habituellement appliqués à chaud et recouverts d'une bande à gaze. Il est aussi recommandé de frotter avec de l'huile d'olive l'endroit à traiter, avant d'étaler le cataplasme, celui-ci doit être conservé de 2 à 3 heures (Le Hir et al. 2009).

- **Inhalation et fumigation**

L'inhalation, ce sont les vapeurs thérapeutiques de plantes en plaçant la tête du malade au-dessus du récipient ou de l'extrait de la plante aromatique se dissout dans de l'eau presque bouillante. Par contre, **la fumigation** c'est une utilisation des vapeurs chargées de principes actifs de la plante.

- **Poudre**

C'est une préparation pharmaceutique molle et grasse que l'on l'applique sur la peau ou les muqueuses. Elle consiste à piler au mortier une certaine quantité de fleurs desséchées jusqu'à obtenir une poudre très fine. Prendre une cuillère ou deux par jour en 2 à 3 reprises seule ou mêlée à de la confiture ou du miel (Le Hir et al. 2009).

- **Suppositoire**

C'est une forme médicamenteuse conique ou ovoïde, préparée à base de principes actifs d'une plante médicinale (Le Hir et al. 2009).

- **Sirop**

Elle consiste à préparer de l'extrait de plante avec du miel ou du sucre combiné à une infusion ou à une décoction (Le Hir et al. 2009).

3.3. Dosage des plantes

L'administration d'une plante médicinale dépend de la dose à prendre en considération selon l'âge du malade et la concentration désirée (Beloued, 2001). Notons qu'aussi bien pour les enfants que pour les adultes, il est nécessaire de tester la sensibilité de chacun par rapport au produit administré.

Pour les adultes

Une cuillère à dessert équivalent à 5g

Une cuillère à soupe équivalent à 10g.

Une poignée équivalente à 30 g.

Pour les enfants

1 à 3ans : doses égales à 1/6 des doses adultes.

6 à 7 ans : doses égales à 1/4-1/3 des doses adultes.

7 à 12ans : doses égales à 1/3-1/2 des doses adultes.

13 à 20ans: doses égales à 2/3ou1 des doses adultes.

4. Utilisations du palmier dattier en médecine traditionnelle

4.1. Propriétés thérapeutiques et médicinales du palmier dattier

Le palmier dattier occupe une place importante dans les pays méditerranéens depuis l'antiquité, il fut d'ailleurs surnommé l'arbre de vie sur les livres religieux. Pour le peuple d'Égypte, il est un symbole de fertilité, ses palmes sont le symbole de paix, de victoire ou de décoration.

C'est une plante médicinale reconnue en tant que telle depuis des siècles, elle possède des propriétés thérapeutiques émollientes et décongestionnantes, diurétiques et pectorales, et une formidable source d'énergie musculaire. En plus de son exploitation surtout pour sa production dattière; depuis l'antiquité, certains de ses produits (les dattes et le pollen) sont utilisés dans les soins traditionnels (Ali et al. 1999).

Par sa richesse en éléments importants, la dattes constitue un remède contre la constipation et les paresse intestinales, elle calme les inflammations de la vessie et agit en protégeant les reins et la prostate. De plus, elle est efficace contre les bronchites grâce à ses vertus expectorantes et contre l'asthme.

La dattes, connue comme un aliment de base d'une grande richesse en divers éléments essentiels pour l'organisme, est d'une utilité importante pour enrayer les cas de constipation et les paresse intestinales. Ses vertus sont bienfaitrices dans les inflammations de la vessie et protègent la prostate et les reins, elle renforce l'utérus durant les derniers mois de grossesse. Aussi, la dattes est un remède contre les bronchites, calme et apaise les crises d'asthme et diminue les états fiévreux, d'une grande utilité pour son action pectorale en infusion ou en gargarisme. La grande valeur énergétique et nutritionnelle des dattes est attribuée à ses taux élevés en sucres (sucres totaux, 44-88%), en protéines (Al-Shahib et Marshall, 2003), en

éléments minéraux, en vitamines, en fibres, en plus d'une forte concentration en antioxydants (Vayalil, 2002; Allaith, 2005); dont principalement les caroténoïdes et les composés phénoliques (Khanavi et al. 2009).

Les enquêtes réalisées dans les zones phoenicicoles, considérées comme zones potentielles de production de dattes, ont signalé l'intégration des dattes dans de nombreuses préparations avec des plantes à vertus thérapeutiques. Celles-ci sont utilisées pour l'accouchement, la stimulation de la lactation, le traitement de l'anémie, les problèmes gastriques et les fractures (Belguedj et al. 2008).

Certaines de ses substances bioactives lui confèrent des capacités à réduire les états de tristesse et de mélancolie, avec des oligo-éléments à action préventive sur les maladies cancéreuses et tumorales. L'ensemble de ses composés tonifient les muscles, tout en retardant le vieillissement et éliminent les toxines de l'organisme en plus du rôle protecteur indiscutable contre les troubles nerveux et les névrites.

Parallèlement, les dattes sont utilisées comme matière première à l'élaboration de nombreux produits et sous produits cosmétiques tels que les masques de beauté à base de dattes mélangées à l'huile de graines de dattes, celle-ci peut aussi être transformée en savon.

Le pollen est aussi utilisé contre les problèmes de stérilité féminine et masculine par son addition à d'autres additifs ou directement par la consommation des fleurs mâles qui mûrissent tôt.

La sève du palmier (legmi) constituée essentiellement par des réserves en hydrates de carbone photo-synthétiquement produits sous forme de sucres en solution est largement consommée comme boisson énergétique.

4.2. Problèmes de stérilité chez l'homme

Plus de 13 à 15% des couples souffrent du problème de l'infertilité dans le monde (Arfat et al. 2014). L'infertilité ou la stérilité est définie par l'incapacité pour un couple d'obtenir un enfant. Elle est d'origine masculine dans 50 % des cas (Haiba et al. 2014).

Des recherches scientifiques et médicales ont montré que les problèmes d'infertilité masculine sont causés par des troubles des fonctions thyroïdiennes qui entraînent un déséquilibre des hormones sexuelles (comme la testostérone), empêchent le bon fonctionnement des testicules, diminuent la production des spermatozoïdes et affectent finalement la fertilité chez l'homme (Kumar et al. 2014).

La testostérone, est une hormone sexuelle masculine par excellence, synthétisée à partir du cholestérol, produite par les cellules de Leydig des testicules d'une façon régulière (Tostain et al. 2004). Cette hormone androgène joue un rôle primordial dans le maintien de la spermatogenèse et la maturation des spermatozoïdes (Jian Pei, 2005). Ces actions confèrent

une bonne reproduction chez l'homme. Généralement, la sécrétion globale de la testostérone chez l'homme normal est de 5 à 7,5 mg par jour (Vierhapper et al. 2000). Presque la totalité de la testostérone sécrétée est libérée dans la circulation sanguine (Winters et Clark 2003).

En fonction de l'âge, les niveaux de la testostérone diminuent (Kapoor et al. 2007), cette carence en testostérone pourrait être due à des anomalies testiculaires (Wagner, 2004) telles que les infections testiculaires d'origine bactérienne ou virale (Hurt et al. 2017), à la varicocèle (Wagner et Tostain, 2007) ou à des tumeurs testiculaires (Matzuk et Lamb, 2008).

Selon les dernières données, actuellement la majorité des hommes souffrent de plus en plus de la baisse du taux de testostérone (Snyde et al. 2016) dont le recours à d'autres moyens pour l'amélioration du taux comme les traitements hormonaux par œstrogènes (Passos, 2003) ou par des traitements pharmacologiques et cliniques. Malheureusement, ces méthodes ne demeurent pas accessibles à toutes les personnes infertiles vu le coût élevé de ces traitements.

Face à cette situation, l'homme s'est orienté à l'emploi des recettes traditionnelles à base de plantes seules ou avec d'autres additifs (Aboughe Angone et al. 2009). Ces méthodes alternatives se montrent de plus en plus prometteuses vu les résultats efficaces prouvés de génération en génération dans les pays en développement. A l'heure actuelle, les études se focalisent sur la recherche des œstrogènes dérivés de plantes appelées « phyto-œstrogènes » comme les dérivés du palmier dattier.

4.3. Hormones de fertilité

Chez l'homme, les hormones sont définies comme des substances chimiques sécrétées dans le liquide interstitiel (extracellulaire) correspondant à des dérivés hormonaux. Le cholestérol est le précurseur des différentes classes d'hormones stéroïdes dont les hormones sexuelles, œstradiol et la testostérone. Les différentes familles d'hormones se distinguent par leur nombre d'atomes de carbone: les gestagènes (C21), les androgènes (C19) et les œstrogènes (C18).

Les gestagènes, sont des hormones sexuelles femelles en C21 produites par les ovaires, le placenta et les surrénales. Le représentant unique des gestagènes naturels est la progestérone qui exerce différents effets biologiques qui sont nécessaires à la mise en place et au maintien de la gestation dont la progestérone qui stimule la mammogenèse. La croissance et le développement des glandes mammaires permettant le démarrage de la lactation immédiatement après la parturition (Gayrard, 2007).

Les androgènes, ce sont des hormones sexuelles mâles en C19, produites essentiellement par les testicules mais également par les surrénales et les ovaires. Les représentants naturels sont **la testostérone, la déhydroépiandrosterone ou DHEA et l'androstènedione (Fig.1)**. Les androgènes jouent un rôle essentiel dans l'apparition et le développement des caractères sexuels secondaires du mâle (développement du pénis, de la prostate, des vésicules séminales, de la pilosité, modification de la voix), l'apparition et le maintien de la spermatogenèse. Au

cours du développement, le testicule fœtal a un rôle morphogène et exerce un contrôle sur la différenciation des conduits génitaux. Le développement des canaux de Wolff et la régression des voies génitales femelles dérivées des canaux de Müller sont induits par les androgènes. Ces derniers ont également une action anabolisante comme l'augmentation de la synthèse de protéines et donc de la masse musculaire et la rétention azotée par diminution de l'excrétion de l'azote urinaire (Gayrard, 2007).

Les œstrogènes, ce sont des hormones sexuelles femelles en C18 produites essentiellement par les ovaires. Les œstrogènes naturels ont plusieurs représentants dont; œstradiol 17- β , œstrone, œstriol. Les œstrogènes déterminent l'apparition des caractères sexuels secondaires femelles. Au cours du cycle ovarien, les œstrogènes sont responsables du comportement d'œstrus et induisent la prolifération de la muqueuse vaginale et de l'endomètre (Gayrard, 2007).

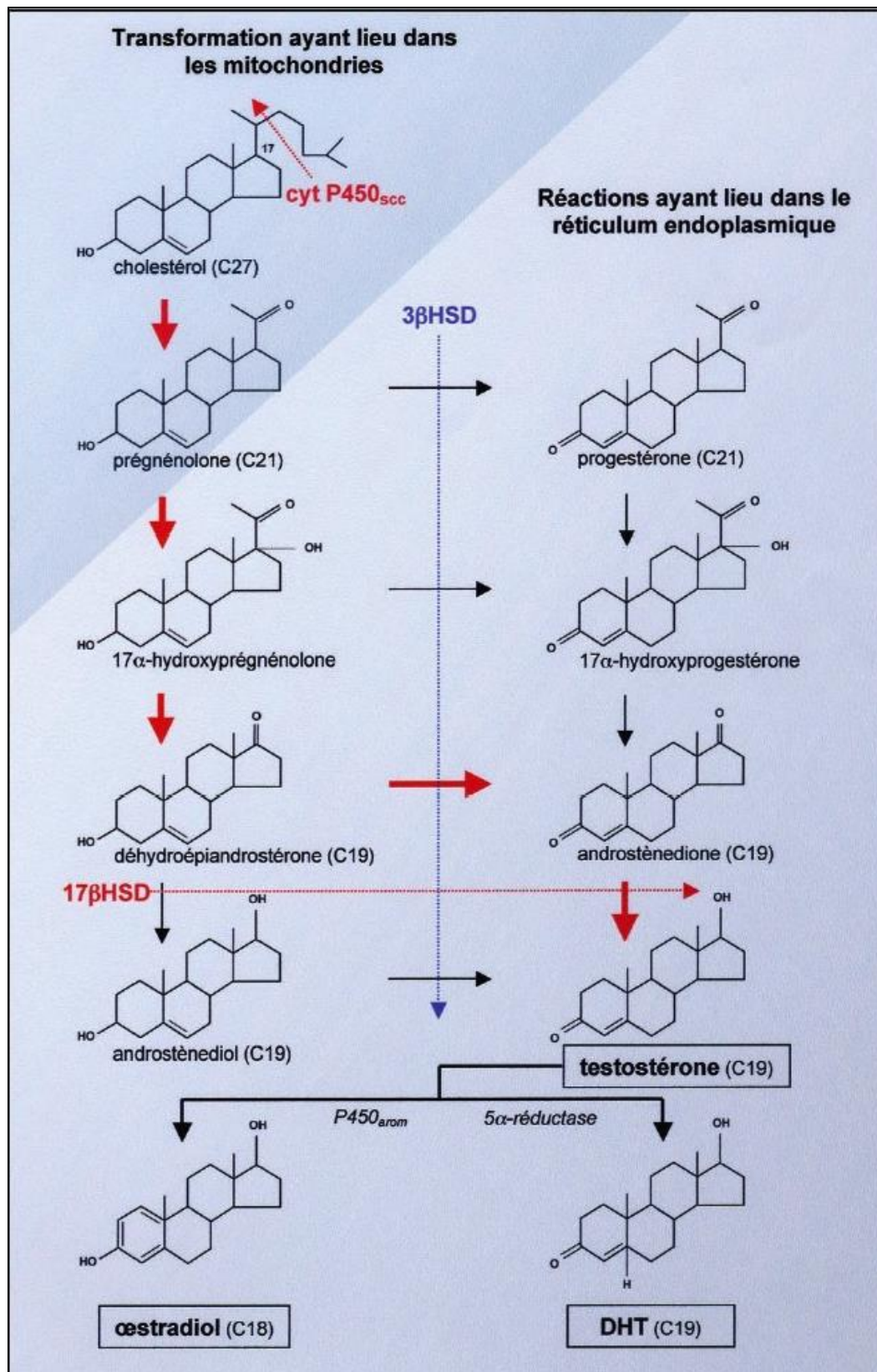


Fig1. Biosynthèse des stéroïdes sexuels chez l'homme (Tostain et al. 2004).

4.4. Apports du pollen dans le traitement de l'infertilité masculine

Le pollen, représenté par une poudre naturelle fine jaune blanchâtre provenant des fleurs mâles, lisse au toucher, est très employé dans le traitement des problèmes de l'infertilité masculine en pharmacopée traditionnelle.

C'est une source en vitamines, en éléments minéraux, en acides aminés avec une valeur nutritionnelle importante, Il est très connu au Moyen-Orient par son addition à des mélanges d'herbes pour guérir l'infertilité mâle et promouvoir la fertilité chez les femmes (Hassan, 2008; Bishr and Desoukey, 2012). Des travaux antérieurs, ont publié que le pollen renferme des composés oestrogéniques comme l'oestrone (Abbas et Ateya, 2011), qui est une substance à effet stimulant des activités gonadiques réduisant l'infertilité masculine des rats (Dostal et al. 1996). Parallèlement, de nombreuses études sur des animaux de laboratoire ont démontré l'efficacité du pollen du palmier dattier dans le traitement de l'infertilité masculine in vitro sur plusieurs modèles d'animaux dont l'homme (Marbeen et al. 2005), rats de laboratoire (Bahmanpour et al. 2006, Faleh et Sawad, 2006). En effet, Iftikhar et al. (2011), ont obtenu une augmentation des taux de testostérone sérique chez les rats traités par le pollen du dattier.

Le pollen pourrait être une source efficace et bénéfique dans la régulation de l'équilibre des hormones sexuelles (Reshod et Al-Shagrawi, 1998). De plus, il favorise la stimulation des hormones folliculaires qui pourraient traiter l'infertilité chez les femmes et les hommes (Elgasim et al. 1995; Marbeen et al. 2005), il régule le cycle menstruel en raison de la présence de l'hormone estrone (El-Moughy et al. 1991). Le pollen pourrait aussi aider à l'implantation de l'embryon et assurer le développement des glandes mammaires en préparation de l'allaitement maternel. Cependant, il n'y a pas de travail scientifique qui pourrait justifier ces différentes activités ni le cultivar du Dokkar ni la dose à prendre, jusqu'à ce jour. Cette importance du pollen a causé une augmentation du prix de ce produit sur les marchés oasiens, et une falsification de cette poudre avec d'autres additifs et du pollen d'autres dokkars afin d'inciter les demandeurs à payer plus étant donné que selon les guérisseurs, seuls certains dokkars produisent un pollen efficace contre les problèmes de stérilité masculine, d'où l'importance de sélectionner le pollen avant traitement. Notons que, les travaux antérieurs ont résumé l'importance du pollen de palmier dans le soin de plusieurs problèmes de fertilité.

4.5. Caractères physico-chimiques du pollen

Les grains de pollen sont généralement de 6 à 200 µm de diamètre avec plusieurs couleurs, formes et structures externes (**Fig. 2**). Ils sont généralement entourés par deux membranes; une membrane externe (exine) avec des apertures laissant apparaître des tubes polliniques après germination permettant l'extraction des substances naturelles une membrane interne (intine). Ces caractères sont employés dans l'identification du genre et de l'espèce botanique.

Par rapport à la composition chimique, elle varie d'une espèce végétale et par rapport au taux absolus des différents composés (Schmidt et Buchmann, 1992) comme les protéines (plus de 40%) et d'autres composés (de 7.5 à 35%) comme les sucres typiques (de 15 à 50%) et l'amidon (supérieur à 18%). Ces caractéristiques très subtiles et les composés sensibles sont facilement perdus avec un stockage et un traitement inadéquats.



Fig. 2. Différentes couleurs de grains de pollen récoltés par des abeilles.
(Photo de F. Intoppa).

La plupart des composés sont des protéines, des acides aminés et des lipides (des huiles et dérivés) et des sucres. Les composés de faible concentration sont différents (**Tableau 1**).

Tous les acides aminés du pollen interviennent dans la santé de l'homme (phenylalanine, leucine, valine, isoleucine, arginine, histidine, lysine, methionine, threonine et le tryptophane) avec la proline dont le taux est le plus élevé. Seuls 16 des 31 acides gras trouvés dans le pollen sont identifiés (Shawer et al. 1987; Muniategui et al. 1989) dont l'acide palmitique est le plus important suivi par les acides myristique, linoléique, oleique, linolenique et stearique. Par rapport aux sucres, la plupart sont des sucres simples comme le fructose, glucose et le sucrose. Les polysaccharides comme la callose, pectine, cellulose, lignine sporopollenine et autres sont des composés très dominants. Cependant, la composition chimique du pollen par rapport aux composés les plus fréquents, celle-ci diffère selon son mode de prélèvement manuel ou par les abeilles (**Tableau 1**).

Tableau 1. Composition moyenne du pollen sec.

	Pollen collecté par les abeilles		Pollen collecté à la main
	% (Tabio et al. 1988)	% (Crane, 1990)	% (Tabio et al. 1988)
Eau (pollen séché à l'air)	7	11	10
Proteines brutes	20	21	20
Composés gras bruts (extraits à l'éther)	5	5	5
Carbohydrates			
Sucres réducteurs	36	26	3
Sucres non réducteurs	1	3	8
Amidon	-	3	8
Composés non identifiés	28	29	43

Par rapport aux composés à faible concentrations, le **tableau 2**, suivant résume l'essentiel de ces constituants dans du pollen prélevé par les abeilles (Crane, 1990).

Tableau 2. Composition du pollen en composés de faibles concentrations.

Flavonoïdes	Au moins 8 (le type du flavonoïde est caractéristique de chaque type de pollen)
Caroténoïdes	Au moins 11
Vitamines	C, E, B complexes (contenant, niacine, biotine, acide pantothénique et riboflavine (B ₂) avec la pyridoxine (B ₆)).
Éléments minéraux	Principaux minéraux: K, Na, Ca, Mg, P, S. Autres éléments (trace): A1, B, C1, Cu, I, Fe, Mn, Ni, Si, Ti et Zn
Terpènes	
Acides aminés libres	Tous présents
Acides nucléiques et nucléosides	DNA, RNA et autres
Enzymes	Plus de 100 enzymes
Régulateurs de croissance	Auxines, gibbérellines, kinétines et inhibiteurs de croissance

4.6. Mode d'administration du pollen

Depuis longtemps, le pollen du dattier avait la réputation d'être nommé un médicament, très employé dans le traitement des problèmes de santé. Selon le problème de santé traité, les grains de pollen employés sont administrés différemment :

*Dans la désensibilisation des patients allergiques, le pollen doit être collecté directement à partir de la spathe, observé pour confirmer sa purification puis administré par injection sous-cutanée de son extrait à l'état frais. Devant le nombre extraordinaire de patients traités, la désensibilisation par ingestion du pollen a été souvent revendiquée, aucune confirmation scientifique n'a été reçue.

*Dans le traitement des problèmes de prostate, le pollen est habituellement prescrit sous sa forme de granulés secs directement après sa récolte puis son séchage à l'obscurité tels que recueillis par les abeilles.

*En amélioration de l'état sanitaire, par l'addition de grains de pollen à d'autres aliments comme complément alimentaire. Il est souvent additionné aux régimes alimentaires des animaux domestiques et des insectes de laboratoire. Les poulets ont montré une meilleure efficacité de conversion des aliments avec l'ajout de seulement 2,5% de pollen à une alimentation équilibrée (Costantini et Ricciardelli d'Albore, 1971). Les apiculteurs nourrissent également leurs colonies avec du pollen pur, des suppléments de pollen ou des substituts de pollen.

L'effet stimulant du pollen et son possible amélioration de la conversion alimentaire chez les humains et chez les animaux devraient être particulièrement intéressants pour ceux qui ont un régime alimentaire déséquilibré ou déficient.

Il n'y a pas de données scientifiques solides pour étayer cette information, mais une étude détaillée pourrait montrer un énorme bénéfice potentiel pour une très grande partie de la société humaine. Le seul problème sérieux lié à l'incorporation de pollen dans les aliments comme les friandises, les sucreries, les desserts, les céréales de petit déjeuner, les comprimés et même le miel est la susceptibilité allergique généralisée des pollens provenant d'une grande variété d'espèces.

Malgré que la consommation du pollen semble améliorer l'état général et le taux de conversion alimentaire chez les humains et chez les animaux, il est souvent sollicité pour l'accompagnement d'autres traitements, selon les traditipraticiens, le pollen provenant de différents pays ou de certaines zones phoenicoles semble fonctionner mieux et marque une efficacité plus élevée. Cependant, plusieurs usages en médecine traditionnelle par le pollen n'ont pas été publiés dans des revues facilement accessibles et le pollen n'a pas été officiellement reconnu comme médicament.

4.7. Rôles physiologiques du pollen

4.7.1. Effets du pollen avec des preuves scientifiques

Les seules observations réalisées à long terme sur l'effet médicinal du pollen sont celles liées aux problèmes de prostate et aux allergies. Plusieurs décennies d'observations suivies par l'application de quelques essais cliniques dans les pays d'Europe occidentale ont montré que le pollen est efficace pour le traitement des problèmes de prostate allant des infections et de l'enflure au cancer (Ask-Upmark, 1967).

L'ajout du pollen aux régimes des animaux a montré un gain de poids positif en plus d'autres effets bénéfiques chez les veaux, les poulets et les insectes au laboratoire.

Certains effets bactériostatiques ont été démontrés mais attribués à l'ajout de glucose oxydase en particulier lorsqu'il est rajouté au miel (la même enzyme responsable de la plupart des actions antibactériennes du miel). Un très léger effet antibactérien a également été détecté dans le pollen récolté à la main (Basa et al. 2016).

D'autres auteurs ont souligné à l'aide de preuves scientifiques que le pollen ingéré peut protéger les animaux aussi bien que les humains des effets néfastes des traitements par les rayons X (Wang et al. 1984).

4.7.2. Effets du pollen avec des preuves non confirmées

Les effets et les bénéfices dérivés de la consommation de pollen, selon une partie de la littérature non scientifique sur le sujet, sont infinis. L'application du pollen conduit à l'amélioration de problèmes parfois chroniques dont la plupart des principales maladies signalées comme améliorées par les préparations de pollen sont énumérées au **Tableau 3**.

Tableau 3. Rôles physiologiques du pollen selon des rapports non scientifiques.

Améliorations	Efficacité (cures)
Performance athlétique	Cancer chez les animaux
Assimilation digestive	Coup de froid
Rajeunissement	Acné
Vitalité générale	Stérilité mâle (Sharma et Singh, 2003)
Vitalité de la peau	Anémie
Appétitif	Pression artérielle sanguine
Contenu hemoglobines	Désordres nerveux et endocrinologiques
Prouesses sexuelles	Ulcères
Performances (d'un cheval course)	Désordres

Cependant, les avantages cités ci-dessus ne proviennent généralement pas d'études scientifiques, mais sont simplement des expériences personnelles sans aucune enquête médicale ou scientifique sur les allégations. Notons que parfois, la disparition des symptômes est constatée par les médecins, mais les raisons de ces guérisons ne sont pas confirmées confirmées par d'autres investigations, ce qui rend impossible l'explication de ces données.

5. Etude du palmier dattier

5. 1. Origine et histoire évolutive du palmier dattier

Le palmier dattier, est apparu, tout comme les premiers arbres fruitiers, il y'a environ 110 millions d'années, dès la deuxième période de l'ère secondaire « celle des dinosaures », à la fin du jurassique (Munier, 1973). L'origine géographique précise du palmier dattier parait très controversée. Son ancêtre sauvage serait localisé dans la méridionale chaude du Proche

Orient, au Nord Est du Sahara et au Nord du désert d'Arabie (Zohary et Hopf, 1988; Barrow, 1998; Dransfield et al. 2008).

Sur la base d'études archéobotaniques, la domestication du palmier dattier remonterait vers 5000-6000 ans avant J.C. dans la région du Golf Persique comme témoignent des fossiles de graines trouvées dans la caverne de Shanidar au Nord de l'Irak (Toutain, 1967), ainsi que d'autres découvertes dans la région de Dalma aux Emirats (Beech et Shepherd, 2001). Selon Benchelah et al. (2006), le palmier existerait à l'état spontané au Fezzan et dans certaines oasis du Tassili. Cependant, le centre d'origine naturel du palmier dattier reste indéterminé, car aucune population sauvage **n'est identifiée avec certitude** (Pintaud, 2010).

Le palmier dattier résulterait du *Phoenix reclinata* Jac d'Afrique tropicale, ou *Phoenix sylvestris* Roxb d'Inde (Al-Bakr, 1972), ou de l'hybridation de plusieurs types de *Phoenix* (Munier, 1973).

La domestication du palmier dattier aurait eu lieu dans la région orientale du Sahara. Il semble avoir été cultivé pour la première fois dans le golfe persique, les régions chaudes et arides de l'ancien monde, entre le Nil et l'Euphrate vers 4500 ans avant J.C. Il s'est propagé en Afrique du nord, en Asie puis en Amérique où il a été introduit au dix huitième siècle (Munier, 1973).

Selon Al-Bakr (1972), la culture et la propagation du palmier dattier s'est produite suivant deux directions distinctes, une à partir de la Mésopotamie (Croissant fertile) vers l'Iran jusqu'à la vallée de l'Indus et du Pakistan et l'autre à partir de l'Egypte vers la Libye, le Maghreb et le Sahel (**Fig.3**). A l'heure actuelle, plusieurs questions se posent encore sur son origine de domestication et son histoire évolutive.



Fig.3. Domestication du palmier dattier, développement et expansion (Balthazard, 2011).

5.2. Répartition géographique du palmier dattier cultivé

Dans le monde, l'aire de distribution naturelle "historique" du palmier dattier s'étend entre 15° et 35° de latitudes Nord (Zohary et al. 2012). Elle se localise dans les zones arides et semi-arides chaudes de l'ancien Monde; en Afrique du Nord, le sud de l'Espagne, le Moyen-Orient, le Pakistan et le Nord-Ouest de l'Inde (Munier 1973, Barrow 1998) (**Fig.4**).

Cependant, la culture du dattier n'est pas restreinte à ces zones de culture historiques (Balthazard et al. 2013), puisqu'il a été introduit dans d'autres régions du monde vu son utilisation comme arbre fruitier ou comme plante ornementale.

Actuellement, la culture du palmier dattier couvre environ 3% de la surface cultivée du monde (Dowson, 1982). Elle s'étend en latitude de l'Est à l'Ouest (8000 km) et du Nord au Sud (2000 km), comme elle s'étend de 392 m à 1500m d'altitude (Ferchichi et Hamza, 2008).

Sa limite extrême s'étend entre 10° N (Somalie) et 39° N (Turkménistan à l'est et Elche en Espagne à l'ouest) (Hussein et al.1979).

Les zones les plus favorables à sa culture sont comprises entre 24 ° et 34 ° de latitudes Nord (pays du Maghreb, Egypte, Iraq,...etc.).

Aux Etats Unis d'Amérique, la culture du palmier dattier introduit s'étend entre les parallèles 33° et 35° de latitudes Nord (Hussein et al.1979).

La culture du palmier dattier occupe une superficie de 800 000 ha (Elhoumaizi et al. 2002), avec environ 120 millions de palmiers produisant environ 7 millions de tonnes de dattes; un effectif qui augmente chaque année (FAOSTAT, 2014). Cette production dattière est répartie entre les pays du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord avec l'Egypte et l'Arabie saoudite comme premiers pays producteurs de dattes (FAOSTAT, 2014). Les dix premiers pays producteurs des dattes (ordre alphabétique) sont l'Algérie, l'Arabie Saoudite, l'Egypte, les Émirats Arabes Unis, l'Irak, l'Iran, le Maroc, l'Oman, le Soudan et la Tunisie.

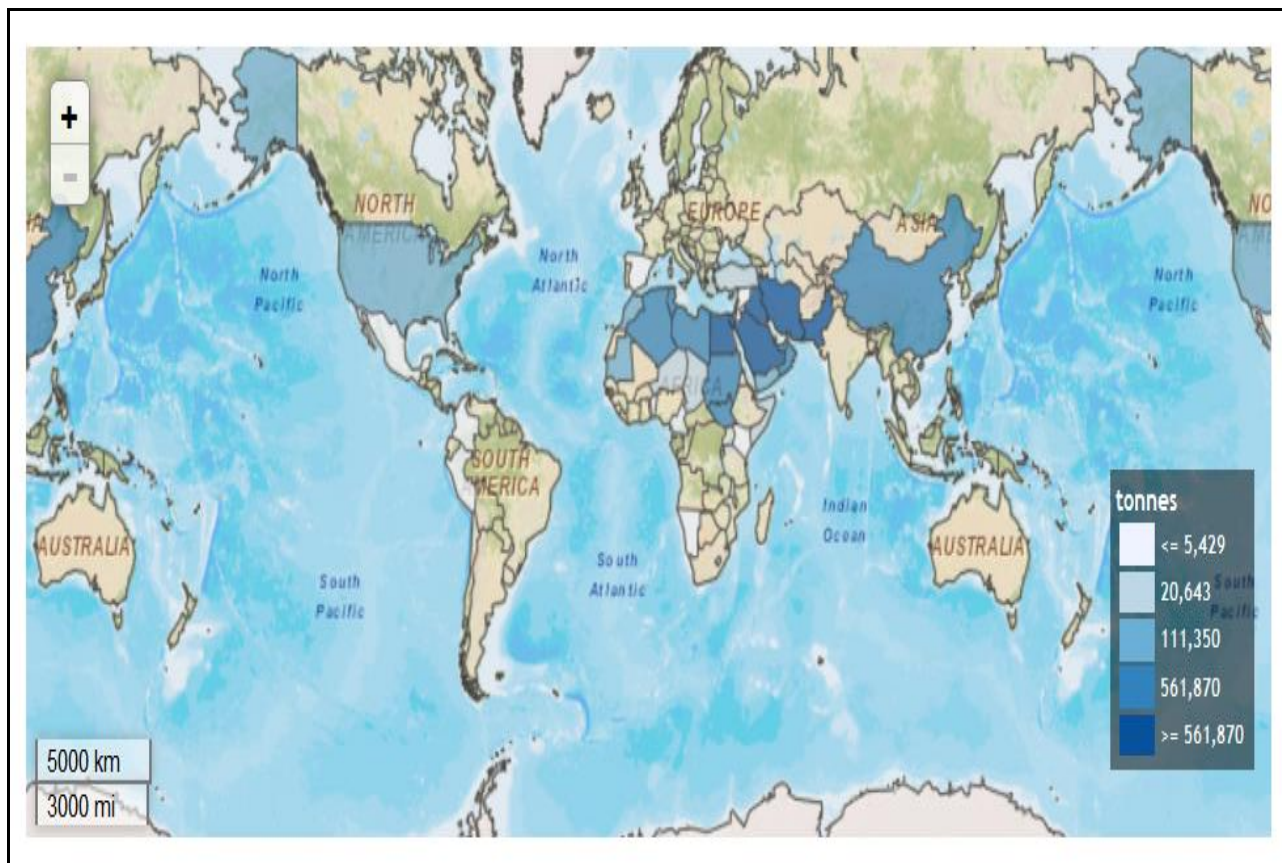


Fig.4. Répartition géographique du palmier dattier dans le monde (FAO, 2014).

En Algérie, la culture du dattier est localisée dans les oasis situées au nord du Sahara, elle s'étend sous l'Atlas saharien, de l'Est depuis la frontière « Tuniso-Libyenne », à l'Ouest « frontière marocaine ». Du Nord au Sud du pays, elle s'étend depuis la limite sud de l'Atlas saharien jusqu'à Djanet à l'est, Tamanrasset au centre, Reggane à l'ouest (**Fig.5**).

Celle-ci occupe une superficie de 167 000 ha (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2015) avec une production de 934377 tonnes de dattes (FAOSTAT, 2014). Les principales régions phoenicicoles sont localisées dans 9 wilayas sahariennes (Adrar, Bechar, Biskra, El Oued, Illizi, Ghardaïa, Ouargla, Tamanrasset et Tindouf) et 4 wilayas sub-sahariennes (El Bayadh, Djelfa, Laghouat et Tébessa) (Hannachi et al. 1998). Les trois quart du territoire phoenicicole se localisent au Nord - Est du Sahara Algérien (Zibans, Oued Righ, cuvette de Ouargla) (Babahani, 2011).

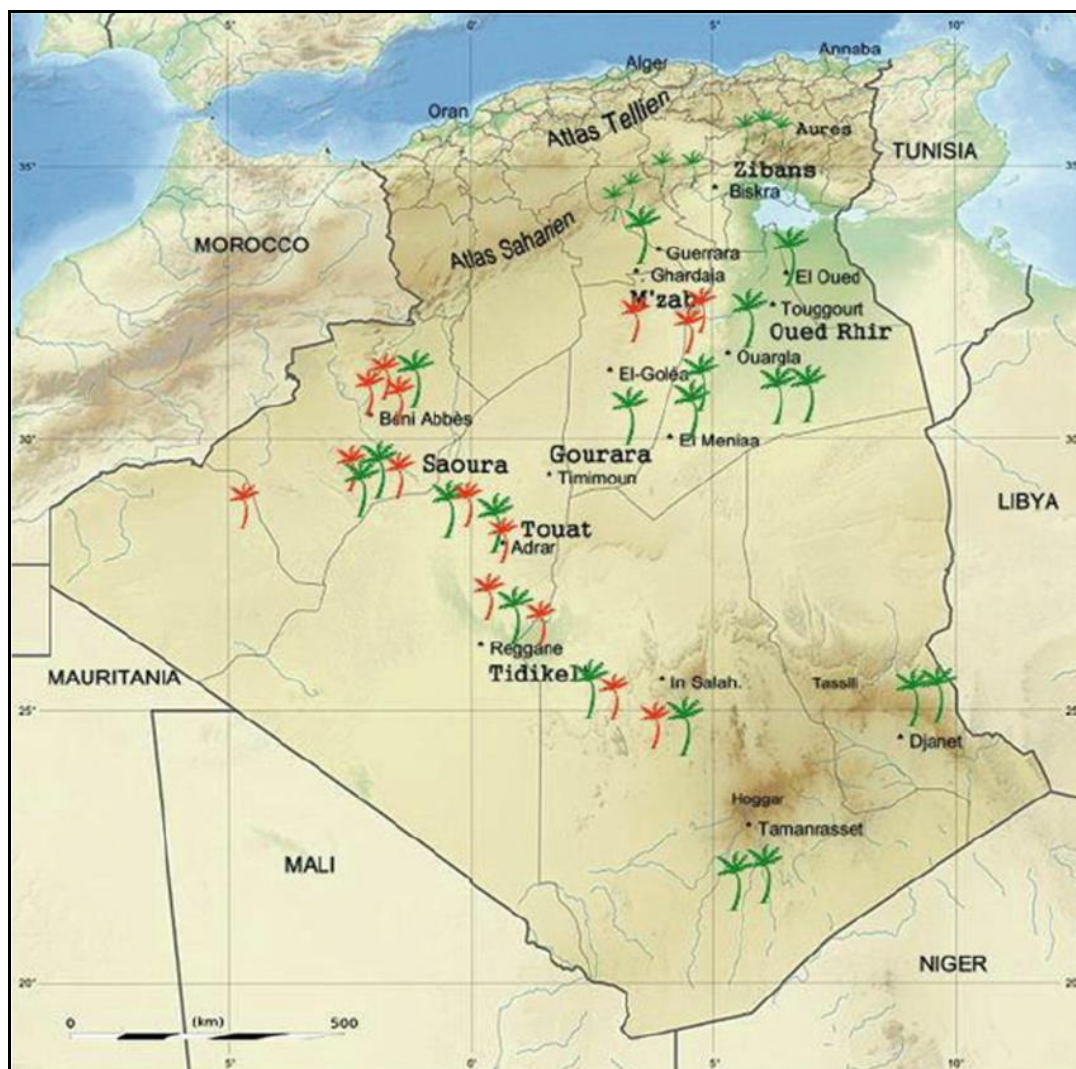


Fig. 5. Distribution du palmier dattier en Algérie (Bouguedoura et al. 2015).

5.3. Systématique du palmier dattier

Dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1753, *Phoenix* dérive de phoinix qui exprime arbre de providence des Phéniciens¹ chez les Grecs, dactylifera provient du latin dactylus signifiant doigt exprimant la forme du fruit et du latin fero, « je porte ». Selon la classification de Cronquist (1981), le palmier dattier appartient au règne des *Plantae*, sous-règne des *Tracheobionta*, la division des *Magnoliophyta*, classe des *Liliopsida* (Monocotylédones), sous-classe des *Arelidae*, ordre des *Arecales*, famille des *Arecaceae*, sous-famille des *Coryphoideae*, genre *Phoenix* et espèce *Phoenix dactylifera* L.

¹ «Phéniciens », désignait dans l'antiquité les peuples sémites habitants la bande côtière syro-palestinienne.

Actuellement, une nouvelle classification des Arecaceae, basée à la fois sur l'analyse des données morphologiques et génomiques ou nucléaires est proposée. Selon APG IV (2016), l'espèce *Phœnix dactylifera* L. appartient à l'ordre des *Arecales* et à la famille des *Arecaceae*.

Le genre *Phœnix*, appartient à la famille des *Arecaceae* anciennement *Palmaceae*, ce genre est actuellement classé dans la sous-famille des *Coryphoideae* et reste le seul genre de la tribu des *Phœniceae* (UHL et Dransfield, 1987). Selon Barrow (1998), Govaerts et Dransfield (2005), Henderson (2009), le genre *Phœnix* comprend 14 espèces réparties dans les régions tropicales et subtropicales de l'ancien Monde (**Fig.6**).

En effet, Chevalier (1952) avait dénombré 12 espèces du genre *Phœnix* (citées ci-dessous en **Tableau 4**) dont cinq *Phœnix acaulis*¹, *Phœnix atlantica*², *Phœnix farinifera*³, *Phœnix humilis*⁴ et *Phœnix reclinata*⁵, en dehors du palmier dattier, ont des fruits consommables avec des liens de parentés par inter fertilité (Munier, 1973).

Tableau 4. Répartition des espèces du genre *Phœnix* dans le monde.

<i>Phœnix</i>	Aire de dispersion
1. <i>Phœnix dactylifera</i> L.	Europe méditerranéenne, Afrique. Asie occidentale. Introduit en Amérique, en Australie
2. <i>Phœnix atlantica</i> , A. Chev.	Afrique occidentale, îles Canaries et l'archipel du
3. <i>Phœnix canariensis</i> Chabaud	Cap-Vert.
4. <i>Phœnix reclinata</i> , Jacq.	Afrique tropicale, Yemen (Asie).
5. <i>Phœnix sylvestris</i> Roxb	Inde, Pakistan occidental.
6. <i>Phœnix humilis</i> , Royle	Inde, Birmanie, Cochinchine.
7. <i>Phœnix hanceana</i> Naudin	Chine méridionale, Formose.
8. <i>Phœnix roebelinii</i> , O'Brien	Ceylan, Tonkin, Annam, Laos, Thaïlande.
9. <i>Phœnix farinifera</i> , Roxb	Inde, Ceylan, Annam.
10. <i>Phœnix rupicola</i> , T. Anderson	Inde (Sikkim).
11. <i>Phœnix acaulis</i> Roxb	Bengale.
12. <i>Phœnix paludosa</i> Roxb	Bengale, Tenasherim, Andaman, Nikobaren, Thaïlande, Cochinchine, Sumatra.

En 2007, Rivera et al. ont décrit deux autres espèces *Phœnix iberica* et *Phœnix chevalieri*. La morphologie des espèces du genre très proche pose une certaine confusion lors de la distinction entre elles (Pintaud et al. 2010).

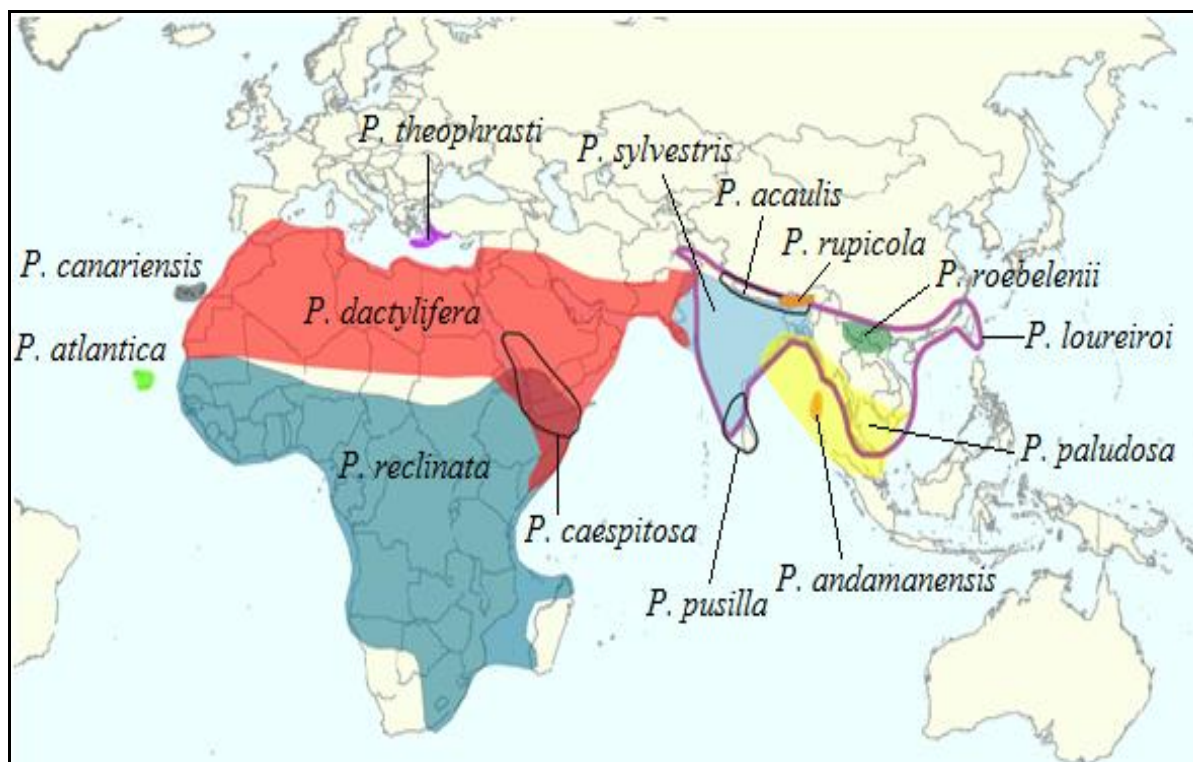


Fig.6. Carte de répartition du genre *Phoenix* dans le monde (Balthazard et al. 2013).

5.4. Ecologie du palmier dattier

Le palmier dattier est une espèce qui s'adapte mieux au climat aride et semi-aride. Elle est thermophile, son activité végétative se manifeste à partir de 10°C (zéro de végétation) et se stabilise autour de 30°C et commence à décroître autour de 40°C, mais la tolérance peut aller au-delà des 50°C en présence d'une bonne alimentation en eau. Cependant, le palmier dattier est très sensible aux températures basses (-6°C).

C'est une espèce héliophile, qui exige une forte luminosité pour la stimulation de la maturation des fruits, elle exige une forte teneur en eau, souvent estimée à 40 l /mn /ha. La bonne végétation du dattier est généralement observée sur les sols légers assez riches en éléments minéraux (Munier, 1973).

5.5. Botanique du palmier dattier

5.5.1. Description morphologique

C'est une plante pérenne, arborescente, avec un stipe très élancé qui se termine par une couronne de feuilles pennées vertes dites palmes (**Fig.7**).



Fig.7. Morphologie générale du palmier dattier (Oasis de Zibans, Biskra, Selmani, 2012).

5.5.2. Appareil végétatif

Le palmier dattier, suit le modèle architectural de Tomlinson (Bouguedoura, 1991; El Houmaïzi, 2002). Sa partie aérienne est composée de :

Stipe, c'est un axe orthotrope monopodial, cylindrique et robuste issu du développement du méristème apical de l'embryon quiescent (gemmule) (Bouguedoura, 1991), dont l'activité végétative est indéfinie durant toute la vie de la plante (figure 2). La hauteur du stipe augmente avec l'âge et peut atteindre plus de 30 m. Il est caractérisé par l'absence d'épaississement en largeur, ainsi, les palmiers ne forment pas de véritables troncs contenant du bois. Le diamètre moyen du stipe adulte est d'environ 60 cm, mais il peut présenter des zones de rétrécissements, conséquences d'une perturbation de la croissance suite à une période de sécheresse ou de froid (Munier, 1973). Il se termine par une couronne de palmes à son sommet. Il présente également des ramifications axillaires d'ordre I situées principalement à sa base et très rarement en hauteur, celles de la base sont appelés rejets (djebbar, gharsa, hachène en arabe) et celles en hauteur gourmands (rekkeb en arabe). Bien que les gourmands aient un développement limité et une floraison très difficile, les rejets présentent une croissance indéfinie et peuvent fleurir en de nouvelles ramifications basales. Feuilles (palmes).

Palmes, elles sont longues (plus de 6 m), forment une couronne au sommet du stipe, formé de 100 à 200 palmes par palmier adulte en bonne végétation (Munier, 1973; Peyron, 2000). Les palmes adultes demeurent actives pendant trois à sept ans selon la variété et le mode cultural (Peyron, 2000). Selon Zaid (1987), la structure des palmes dépend de la variété et des conditions environnantes.

Le palmier dattier produit trois sortes de feuilles au cours de sa vie : juvéniles, semi-juvéniles et adultes (Bouguedoura, 1991).

- Les feuilles juvéniles observées sur les jeunes plants de moins de 2 ans, au nombre de 10 à 12, constituées d'un rachis engainant et d'un limbe entier, lancéolé et plissé.
- Dès la troisième année, il ya une segmentation partielle du limbe en folioles, celles de la base deviennent épineuses elles sont nommées feuilles semi-juvéniles.
- Les feuilles adultes sont composées d'un limbe complètement segmenté en folioles disposées en paripennés le long du rachis. Chaque foliole est pliée longitudinalement en gouttière (folioles indupliquées). Les folioles inférieures se transforment en épines plus ou moins dures et longues. La base du rachis ou pétiole est large et engainante. La gaine, constituée d'un tissu fibreux, le fibrillum (tissage végétal), recouvre le tronc du palmier.

Racines sont disposées en faisceaux très peu ou pas ramifiées, elles sont composées de trois types de racines selon leur profondeur et leur fonction :

- racines respiratoires: localisées au pied de l'arbre, elles comprennent les racines aériennes adventives (0 à 150 cm au dessus du sol) et les racines de la couche

superficielle du sol (0 à -20cm). Munies de nombreuses structures aérifères, ces racines jouent un rôle important dans les échanges gazeux avec le sol (Bouguedoura, 1991). Leur développement est affecté par les sols asphyxiants, comme les sols limoneux ou argileux.

- racines nutritives : elles se développent de façon plus profonde et plus étendue horizontalement, entre 20 cm à 1 m. Elles sont pourvues de nombreuses radicelles et constituent la plus forte proportion du système racinaire.
- racines d'absorption : ce sont les racines de profondeur (de 1 m à 17 m) ayant pour fonction de chercher l'eau. Leur taille est fonction de la nature du sol et de la profondeur de la nappe phréatique, le palmier dattier étant une plante phréatophile. Le pivot des racines d'absorption peut atteindre 17 mètres de profondeur (Peyron, 2000).

Le développement et l'importance du système racinaire dépendent du mode de culture et du cultivar.

5.5.3. Appareil reproducteur

C'est une espèce dioïque, composée par les pieds mâles (Dokkars) portant des inflorescences mâles et les pieds femelles portant des inflorescences femelles. Chaque pied mâle donne en moyenne 30 à 40 spathes mâles par an, alors que le pied femelle produit de 12 à 20 spathes femelles chaque année (Amin, 1990). En général, avant son ouverture, la forme de la spathe permet de reconnaître le sexe de l'inflorescence (**PL. 1**), la spathe femelle est longue et élancée et la spathe mâle est courte, large et renflée (Bouguedoura, 1991), toutes les deux sont composées d'un axe appelé rachis, sur lequel sont insérés de nombreux épillets portant des fleurs sessiles selon le sexe mâle ou femelle.

Fleurs mâles (Figures 1 et 2, PL.1) odorantes, de forme allongée, constituées d'un calice à 3 sépales joints à la base, 3 pétales peu allongés, 6 étamines à déhiscence interne et trois pseudo-carpelles (Bouguedoura, 2012). Chaque spathe possède 160 épillets et donne l'équivalent de 40 à 45 g de pollen mature qui peut se conserver pendant plusieurs années à l'abri de la lumière, au sec et au frais afin de préserver la qualité de son pouvoir germinatif.

Fleurs femelles (Figures 3 et 4 PL. 1) inodores globulaires, d'un diamètre de 3 à 4 mm avec un calice formé de 3 sépales joints, une corolle formée de 3 pétales ovoïdaux et arrondis et 6 staminodes. Le gynécée comprend 3 carpelles indépendants avec un seul ovule (Bouguedoura, 2012).

PLANCHE 1

Aspects morphologiques des spathe mâles et femelles du palmier dattier

Fig. 1. Morphologie externe d'une spathe mâle (une barre = 10,2 cm).

Fig. 2. Détails des épis floraux de la spathe mâle (une barre = 8 cm).

Fig. 3. Morphologie externe d'une spathe femelle (une barre = 5,4 cm).

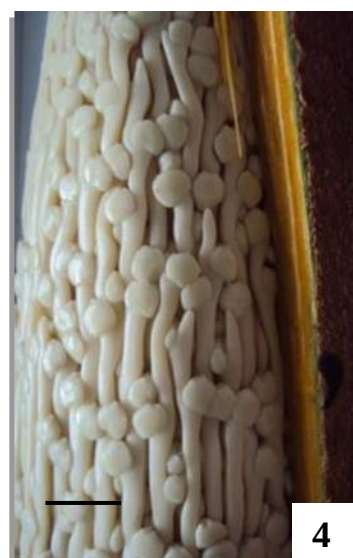
Fig. 4. Détails des épis floraux de la spathe femelle (une barre = 3,42cm).

Fleur mâle : 3 T (tépalés externes) + 3T (tépalés internes), 2 verticilles de 3 E (étamines) + 3 pseudo-carpelles ou pistillodes.

Fleur femelle : 3 T (tépalés externes) + 3T (tépalés internes), 2 verticilles de 3 E (staminodes) + 3 carpelles.

PLANCHE 1

Aspects morphologiques des spathes mâles et femelles du palmier dattier



5.5.4. Pollinisation et fructification du palmier dattier

La pollinisation s'effectue soit naturellement par le vent (pollinisation anémophile) ou par les insectes dans les palmeraies spontanées non entretenues, soit artificiellement par les phoeniculteurs qui placent quelques épillets de fleurs mâles (1 à 12) au sein des épillets femelles (Enaimi et Jafer, 1980). Dans les plantations industrielles, la pollinisation est mécanisée (poudre de pollen diluée avec du talc ou de la cendre de bois tamisé afin d'améliorer la nouaison (Monciero, 1954; Ben Abdallah, 1990).

Malgré l'absence d'incompatibilité pollen-carpelle chez le palmier dattier (Ben Abdallah, 1990), tous les pollens n'ont pas la même capacité de fécondation. En effet, le pourcentage de nouaison dépend de la qualité du pollen, du cultivar et des conditions de température et d'humidité. Elle est maximale (90 à 100%) lorsque la pollinisation est effectuée dès l'ouverture de la spathe femelle, celle-ci décroît juste après puisque la réceptivité des fleurs femelles se limite à une semaine au maximum.

Moussouni (2008) a montré que la période de réceptivité du pollen est de 12 jours chez le cultivar Deglet nour. L'intérêt pratique de la métaxénie réside surtout dans la précocité ou la tardiveté de maturation (Nixon, 1936). La fleur femelle fécondée évolue en fruit. La floraison du palmier dattier est annuelle pendant toute sa vie, elle se fait après une longue phase juvénile (soit de 5 à 8 ans après germination des graines).

Le fruit, est une baie monosperme « la datte », à chaire sucrée autour d'un noyau osseux « la graine » (**Fig.7**), le palmier bien entretenu peut donner jusqu'à 100 kg de dattes par récolte (Benchelah, 2006) et le régime de dattes peut peser de 8 à 25 kg avec des centaines de graines. Les dattes peuvent être sans graines (dattes parthénocarpiques) très fragiles qui résultent de la transformation de la fleur non fécondée (trois carpelles développées) sans valeur commerciale.

La fructification du palmier dattier peut durer environ 120 à 200 jours après passage par des stades de développement connus à l'échelle internationale: Loulou, Kimri, Bser, Routab, Tmar (Ferchichi et Hamza, 2008). Plusieurs changements de couleur, de forme et de composition chimique se manifestent à chaque stade (Toutain, 1967; Bekheet et El-Sharabasy, 2015; Rhouma, 2005) (**Tableau 5; Fig.8**).

Tableau 5. Caractéristiques morphologiques et biochimiques de la datte en fonction du stade de maturation.

Stades	1 ^{er} stade	2 ^{ème} stade	3 ^{ème} stade	4 ^{ème} stade	5 ^{ème} stade
	Loulou / Hababouk	Kimri / Bleh	Bser /Khalal	Routab	Tmar
Durée (semaines)	4 à 5	9 à 14	3 à 5	2 à 4	Fin de maturation.
Couleur	Blanche jaunâtre, blanche verdâtre ou jaune. puis vire au vert vif.	Verte.	Jaune, chrome, jaune tacheté au rouge.	Marron, brun translucide.	Couleur variable selon les cultivars
Forme et taille	Grosueur d'un pois, Forme ovoïde, avec une pointe en apex.	Datte grosse, Formation de graine.	diminution de poids	Diminution en eau.	Pulpe plus au moins sèche.
Composés chimiques	Absence de sucres.	Tanins, amidon, sucres totaux	Saccharose	Tanins insolubles, monosaccharides	Rapport sucre/ eau élevé.

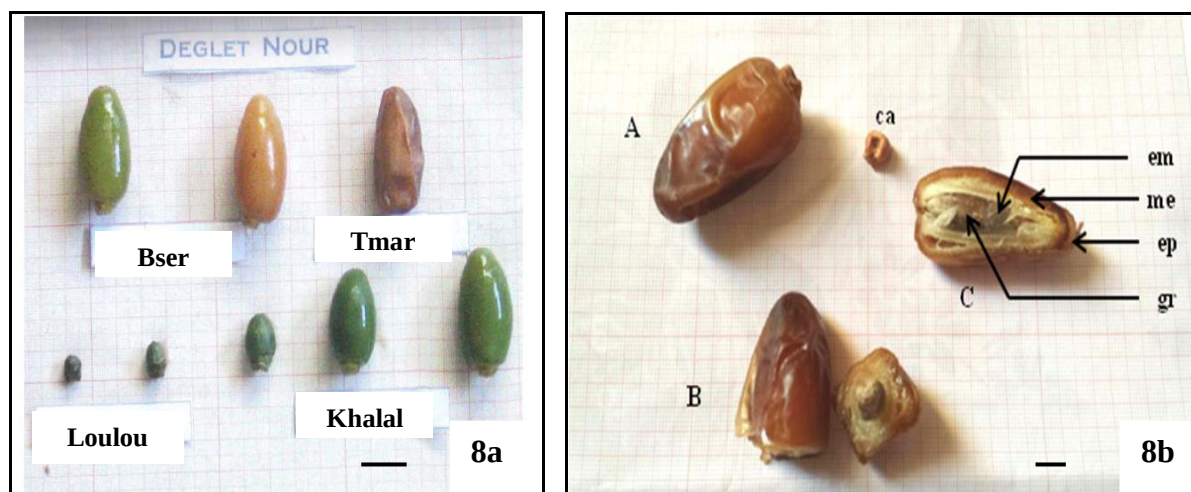


Fig.8. Stades de développement et constitution des dattes chez le cultivar Deglet Nour.

(B: coupe transversale d'une datte, C : datte en coupe longitudinale, ca : calice du fruit, em : endocarpe membranaire, ep : épicarpe, gr : graine, me : mésocarpe; une barre = 1cm; Source : Fig.8a : Eddoud, 2003, Fig.8b: Selmani.).

5.6. Variations des récoltes dattières algériennes

La période de récolte des dattes varie selon le cultivar, la saison et l'aire géographique de la palmeraie. Les dattes algériennes sont classées comme précoces, de demi saison ou tardives selon la durée de maturité.

Le **tableau 6** illustre la variation de la période de récolte des dattes en fonction de la saison selon le calendrier adopté dans la région du M'zab (Belguedj et al. 2008). En effet, la récolte des cultivars précoces comme Tamezouaret et Ghars commence à la mi-juillet. Tandis que, celle des cultivars les plus tardifs tels qu'Akerboucht n'est établie qu'en mois de décembre.

Tableau 6. Variation de la période de récolte des dattes en fonction de la saison dans la région du M'zab (Belguedj et al. 2008).

Cultivar/ Mois	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Tamezouaret	←→					
Ghars		←→				
Tdalat		←→				
Bent Q'bala			←→			
Timdjouhart		←→				
Azerza				←→		
Tissibi				←→		
Deglet Nour				←→		
Tafezouine				←→		
Oukchet				←→		
Taoudent					←→	
Akerboucht						←→

5.7. Marqueurs de description et d'identification des cultivars

La distinction des variétés et/ou cultivars est basée sur les différences phénologiques de l'arbre et sur les qualités des fruits et de la graine (Brac de la perrière et Benkhalifa, 1990; Belguedj, 2002; Ferchichi et Hamza, 2008). Ces caractéristiques morphologiques peuvent varier pour le même cultivar en relation avec la variation des conditions écologiques (Rhouma, 2005).

Plusieurs nouvelles méthodes d'identification significatives et plus rapides se sont imposées, elles reposent sur l'utilisation de systèmes enzymatiques (Bennaceur et al. 1991), biochimiques (Ouafi et Riveil, 2010) et des marqueurs moléculaires (Ben Abdallah et al. 2000; Moussouni, 2017).

Les phoeniculteurs des pays du Moyen-Orient donnent le nom de variété aux palmiers femelles et aux palmiers mâles dont les traits morphologiques sont semblables entre les pieds des deux sexes (Bouguedoura, 2012). Cependant, la notion de « variété » doit être utilisée avec précautions car ce sont les cultivars qui par usage commercial ont reçu le vocable de variétés.

Il existe des milliers de cultivars (clones) à identifier avec précautions par les appellations différentes employées selon la langue pour désigner un même cultivar « problème de synonymie », d'ailleurs, un même nom est parfois donné à des cultivars complètement

différents « problème d'homonymie ». Dans le cadre de la mise au point récente d'un arbre phylogénétique montrant les relations entre les variétés de dattes algériennes (Moussouni et al. 2017), ont décelé plusieurs synonymes, Al Kayed et Tanteboucht; Tgaza et Takerboucht; Halimi et Masri; Aharthan et Harthan Oumazer; Chikh, Mhammed Chikh et Hamuri; Bent Cherk et Cherka; Tati et Tacherwint; Kesba et Sokrya; Azizaou et Adam Zrak; Alig, Bu'Rus et Our'Rous, ainsi, que des homonymes, par l'analyse de trois échantillons de dattes de la variété Hamraya de Biskra, de Touggourt et d'Oued Souf différents génétiquement.

5.8. Diversité variétale

Les cultivars du palmier dattier existants dans le monde sont très nombreux et leur nombre varie d'un pays à l'autre. Selon l'Institut international des ressources phytogénétiques (IPGRI) environ 5000 cultivars de dattes existent à travers le monde (Jaradat, 2015). Près de 800 cultivars ont été inventoriés en Algérie (Jaradat, 2015), 453 cultivars au Maroc (Sedra, 2011), 450 en Arabie Saoudite (Alghamdi, 2001), 400 en Iran, 250 en Irak (Harrak et Boujnah, 2012), 255 en Egypte, (Jaradat, 2015), plus de 185 en Mauritanie (Sedra, 2015) et 180 cultivars à Oman (Alyahyai et Alkhanjari, 2008).

Dans la palmeraie Algérienne, il existe une grande diversité variétale avec près de 900 cultivars de dattes (Hannachi et al. 1998). A ces derniers, beaucoup de francs ou khalts spontanés sont considérés comme une source appréciable de nouvelles sélections (Belguedj et Tirichine, 2011). Cependant, la monoculture dattière dans certaines palmeraies comme le cultivar Deglet Nour cause une menace de la biodiversité par la négligence d'autres cultivars de qualité organoleptique intéressante comme les cultivars Bent Q'bala, Bouarous, Timdjouhart,... etc.

Parmi les zones à forte production dattière :

- Au Sud-Est (Ziban, Oued Souf et Oued Righ) avec la Deglet Nour la plus fréquente considérée comme le meilleur produit bio de l'année 2016, en plus de Degla Beidha, Ghars, Mech Degla, Tanetboucht.
- Au Sud-Ouest (Touat et la Saouara), où les cultivars les plus répandus sont les cultivars Hmira, Fegous avec la Takerboucht, connue pour sa résistance au bayoud.
- Au centre du Sahara (M'zab et El Menia) où prédomine la Deglet Nour, avec Bent Q'bala, Bouarous, Tiguezza, Taddela, Timdjouhart, ...etc.

En plus de ces cultivars reconnus, il existe de nombreux francs issus de semis (khalts ou Dgouls) selon la zone phoenicicole.

5.9. Intérêts socioéconomiques du dattier

Le palmier dattier a une grande importance spirituelle et culturelle pour les peuples du monde en particulier ceux du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord. Il possède aussi un intérêt socio-économique très important pour son fruit très savoureux « la datte » et ses sous-produits (Abdel Kader, 2012).

En économie, Les statistiques sur les effectifs de palmiers dattiers et les superficies cultivées sont souvent imprécises et peu homogènes par la difficulté des recensements précis. Le dattier constitue actuellement la principale ressource financière dans les oasis, puisqu'il se classe au quatrième rang des productions fruitières tropicales et sub-tropicales après les agrumes, les bananes et l'ananas. La production mondiale en dattes est estimée, en moyenne, à 2,5 millions de tonnes par an. Les principaux pays producteurs de dattes sont : l'Égypte, l'Iran, l'Arabie Saoudite, le Pakistan, les Emirats Arabes Unis, l'Algérie et l'Irak, (FAO, 2013). Les principaux pays producteurs et exportateurs de dattes sont : Emirats arabes Unis, Iran, Pakistan, Iraq, Arabie Saoudite, Tunisie, Algérie.

Selon les données de la FAO (2013), l'Algérie se classe en 4^{ème} position en terme de production derrière l'Égypte, l'Iran et l'Arabie Saoudite. Malgré qu'elle produit 12% de la production mondiale de dattes avec 934 377 tonnes en 2014, elle exporte seulement environ 3% (ONFAA, 2017), les revenus moyens de l'exportation sont d'environ 27,660 millions de dollars par an (Bouguedoura et al. 2012). L'exportation de dattes algériennes n'a pas donc encore atteint les objectifs escomptés.

En agro-écologie, il s'adapte aux conditions extrêmes des régions chaudes et arides du globe « le palmier vit le pied dans l'eau et la tête au feu du soleil ». Avec un maximum d'activité végétative se situant autour de 38°C, il ne produit des fruits que lorsqu'il reçoit suffisamment d'eau. Il s'accommode aux sols très pauvres et peut tolérer jusqu'à 15 g/l de chlorures de sodium, au-delà il dépérit et ne produit plus. De plus, il crée en dessous de lui un microclimat favorable au développement des cultures sous-jacentes puisque le palmier constitue l'ossature de l'écosystème oasien des régions arides.

En industrie, le dattier entre dans l'élaboration de nombreux produits; alimentaires comme le vinaigre traditionnel (Ould el Hadj et al. 2001), le jus, le sirop de dattes « rob » (Siboukeur et al. 2013), la confiture, la levure de boulangerie (Abdel Kader, 2012), la pâte de dattes (Harrak et al. 2018), la farine panifiable (Harrak, 2012), l'alcool industriel « bioéthanol » (Gupta et Kushwaha, 2011).

D'autres dérivés sont employés dans le textile, dans la fabrication de vêtements et des chaussures à partir du lif de palmier. Le stipe est utilisé comme matériel de base de construction ou dans la fabrication de meubles, des portes, etc. Parallèlement, les palmes sèches sont largement employées comme engrais organiques, dans la fabrication des produits artisanaux décoratifs, de vannerie, clôtures de jardin, du bois de chauffe, fabrication du papier (Qassem, 2013).

Les aliments de bétail sont également préparés à partir de dattes sèches, de palmes « djerid », de pétiole « kernef » et de déchets de régimes (Chehma et Longo, 2001; Al Shanti et al. 2013).

en industrie alimentaire, Il est rapporté que l'emploi du dattier aurait au moins cent trente usages différents. La diversité des produits à base de dattes est en étroite relation avec le nombre important des variétés et khalts (Zirari et al. 2005). Le fruit du palmier dattier sert à l'obtention de miel et de vinaigre, on peut aussi en faire des boissons alcoolisées et non alcoolisées, le bourgeon terminal et le fruit ont un usage alimentaire. En effet, plusieurs parties du palmier sont employées en alimentaire comme les dattes en consommation comme dessert, les dattes sont proposées comme :

- **Produits semi-finis** (morceaux macérés, mélanges de pattes de dattes, morceaux de dattes découpés, dattes séchées, farine de dattes, dattes mélangées à d'autres fruits, mélangées aux céréales, mélangés aux amandes,... etc).
- **Produits finis** (bonbons, dattes recouvertes de chocolat, confiture de dattes, jus,...).
- **Produits dérivés** (jus et sirop de dattes, sucre liquide, levure, vinaigre, vin, alcool, acide organique,...).

En épicerie (pâtisserie, boulangerie, produits de confiserie, boissons, salades et apéritifs,...).

Additifs, par l'addition de la pâte de dattes à des steaks de viande hachée (Abdel Aziz et El Kafrawy, 2011), des glaces (Greiner, 1998), au yaourt (Gad et al. 2013; Hashim et al. 2009), aux biscuits (Abdel Kader, 2012), au ketchup (Mikki et al. 1987), aux colorants de caramel (Al-Abid et al. 2007).

En biochimie, la datte est employée comme un élément important dans la fabrication de l'acide citrique (Hassan Alogidi, 2013) et de l' α -Amylase (Acourene et al. 2013).

Aussi, le bourgeon terminal « cœur du palmier », peut être consommé cru, en salade. La population oasienne attribue au « cœur » les propriétés dépuratoires et il est consommé davantage à cette fin que comme aliment. **Les pennes** sont principalement employées pour la fabrication de paniers, sacs, nattes, chapeaux, etc.

5.10. Contraintes de la phoeniciculture

Le développement de la phoeniciculture dépend de la levée de plusieurs contraintes qui sont liées aux : maladies comme le Bayoud, la sécheresse, la salinité, le vieillissement du verger phoenicicole et la désertification.

Maladies et parasites du palmier dattier, plusieurs maladies et ravageurs peuvent toucher le palmier dattier avec différents degrés d'importance. Ils s'attaquent à la plante elle-même et aux dattes sur pied, ou même entreposées. Parmi ces déprédateurs, nous citons :

Le **Bayoud** ou **Fusariose vasculaire**, principale maladie cryptogamique causée par un champignon dénommé *Fusarium oxysporum* *fs albedinis*. La maladie est répandue surtout au Maroc, dans une grande partie des palmeraies du sud ouest algérien et dans la majorité des oasis du M'zab (Brac de la perrière et Benkhalifa, 1991).

Les premiers signes de la maladie s'observent facilement à l'œil nu, sur les palmes de la couronne moyenne d'un palmier malade. Ces palmes prennent un aspect plombé, gris cendré et se dessèchent progressivement selon un processus particulier : les folioles se dessèchent de la base vers le sommet sur un côté de la palme, en suite les folioles du côté opposé prennent à leur tour une couleur blanche du sommet vers la base, en sens inverse, et toute la palme finit par se dessécher et devient blanchâtre d'où le nom de « Bayoud » (Djerbi, 1991).

Djerd ou **Sem**, elle est causée par une Cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi* Targ), qui colonise les différentes parties de l'arbre (palmes, hampes florales, fruits, ...) et forme un encroûtement qui peut recouvrir de grandes surfaces, empêchant la respiration et la photosynthèse; ce qui cause un vieillissement rapide et une mort prématurée du palmier.

Vers de dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller) qui infeste les dattes en les transformant en dattes véreuses.

Boufaroua ou l'**Acariose** (*Olygonychus afrasiaticus* Mc. Gregor), dû à un acarien qui attaque les dattes en particulier pour l'alimentation des larves et des adultes, les fruits deviennent impropres à la consommation par leur aspect rugueux, rougeâtre, recouvert de toile. (Munier, 1973).

Khamedj ou **pourriture de l'inflorescence**, causée par *Mauginiella scaetiae*, connue dans la majorité des zones phoenicoles où l'humidité relative de l'air est plus élevée. Cette pourriture se développe à l'intérieur de la spathe et détruit l'ensemble des fleurs.

Pourritures des fruits, causées par *Aspergillus niger* et d'autres champignons qui attaquent les fruits (Bounaga et Djerbi, 1990). Ce genre de pourriture est favorisé par les pluies et les fortes hygrométries. La perte des dattes peut atteindre 50 % de la productivité, lorsque les pluies coïncident avec la maturation des dattes de certaines variétés sensibles.

Maladie de la feuille cassante, est l'une des maladies mortelles du palmier dattier, qui se manifeste par un jaunissement et un dessèchement de folioles et la palme qui devient cassante. Les causes de la maladie restent encore inconnues. Les chercheurs travaillant dans ce domaine pensent que cette maladie est liée à une carence nutritionnelle suite à l'observation d'une chute du taux de Manganèse, au niveau des folioles (Rhouma, 1996; Latreche et Rahmania, 2013).

En plus de ces agents pathogènes qui attaquent le palmier, les rongeurs comme le rat noir *Rattus rattus* et la souris *Mus musculus* L répandus dans les palmeraies causent des dommages à la récolte.

5.11. Autres contraintes

L'écosystème oasien est soumis à d'autres menaces qui sont causées par,

- le vieillissement du verger phoenicicole
- la monoculture variétale, par le privilège d'une variété au dépend des autres particulièrement le cultivar Deglet nour réputé pour la valeur économique de ses dattes.
- la gestion non raisonnée des facteurs de production, en particulier la quantité de l'eau indispensable à l'irrigation des palmiers.
- le remplacement des variétés autochtones par d'autres introduites (Rhouma, 2005).
- les variations climatiques (Laaboudi et al. 2011).

6. Méthodes de multiplication du palmier dattier

La multiplication du palmier dattier se fait très souvent traditionnellement par semis (graines) ou par rejets produits à la base des pieds mère. Actuellement, le développement des biotechnologies végétales tente de plus en plus de multiplier plusieurs cultivars dans le monde par les méthodes de culture in vitro.

6.1. Propagation par semis

C'est la méthode de propagation la plus ancienne. Elle permet la création d'oasis telle que celles des pays du Sahel (Mali, Niger...) (Guarrigue, 1989), et parfois elle est utilisée pour le repeuplement et la réhabilitation des palmeraies bayoudées par exemple. Malheureusement, ce mode de reproduction donne une descendance très hétérogène qui est composée de 50% de palmiers mâles et de 50% de palmiers femelles. Cependant, il suffit seulement d'un pied mâle pour polliniser 50 pieds femelles, or pour éliminer les arbres mâles inutiles, il faut attendre 5 à 8 ans pour avoir la floraison et déterminer leur sexe.

Ce mode ne permet pas une conservation des caractères génétiques du pied mère et demeure la méthode la moins coûteuse et non rentable par l'hétérogénéité de la descendance (Ferry, 1998).

6.2. Propagation par rejets

C'est la voie de propagation végétative la plus utilisée pour la création de nouvelles palmeraies. Le palmier dattier, se multiplie à partir des rejets produits généralement à la base du stipe (Djebbar, appellation en arabe) ou à partir de rejets « gourmands » formés sur le stipe à des hauteurs variables (Rekeb, appellation en arabe).

Ce mode assure la conservation de la conformité génétique de la descendance (homogénéité du sexe, de variété, de vigueur et de qualité des fruits). Seulement, le nombre de rejets reste

faible, il varie de 12 à 15 rejets durant toute la vie du palmier et ils sont produits pendant sa phase juvénile (5 à 15 ans) (Bouguedoura, 1991).

6.3. Propagation par culture in vitro

C'est la culture d'explants sur les milieux de culture synthétiques afin de contourner les faiblesses des techniques traditionnelles de propagation (faible nombre de rejets, transfert de maladies,..) et pour mieux répondre à la demande croissante en plants pour le renouvellement et l'extension des palmeraies, le recours aux méthodes de multiplication végétative in vitro demeure la seule alternative permettant la multiplication en masse et la diffusion rapide des cultivars aux phœniciculteurs. Cependant, le succès de ce mode de propagation est lié à plusieurs facteurs à savoir, l'origine et l'âge de l'explant, la composition du milieu de culture et les conditions environnementales. Depuis 1970, de nombreux travaux de recherche ont été entrepris qui ont permis de proposer différentes stratégies de multiplication de palmier dattier in vitro par organogenèse (Rhiss et al. 1979; Drira et al. 1985; Ferry, 2000) et par embryogenèse somatique (Fki et al. 2003; Sané et al, 2006; Selmani et al. 2013).

6.3.1. Organogenèse directe

L'organogenèse est une technique de micropropagation très utilisée pour la multiplication des plantes, elle peut être indirecte ou directe (sans passage par un stade cal). Les premiers travaux sur l'organogenèse sont ceux de Poulain et al. en 1979. Selon le matériel de base, l'organogenèse peut se faire à partir de rejets ou d'ébauches florales. Elle permet de produire des vitroplants conformes qui proviennent du développement de méristèmes axillaires ou parfois à partir de néoformations de bourgeons des bases foliaires. (Ferry et al. 2003). A l'heure actuelle, cette technique demeure la seule qui garantit la conformité génétique des vitroplants.

Divers auteurs ont relaté la production de méristèmes adventifs, caulinaire ou racinaire, chez le palmier dattier, directement sur l'explant sans passage par un stade cal. Les principaux travaux de recherche sur la production de bourgeons de palmier dattier par organogenèse sont mentionnés dans le **tableau 7**.

Une néoformation de racine a pu être, occasionnellement, à la base d'apex apical et de bourgeons axillaires de rejets de palmier dattier (Reuveni et Lilien-Kipnis, 1974). La formation de ces racines n'est pas un résultat favorable puisque elle entraîne souvent la mort des explants.

Smith (1975) a signalé l'obtention de plantes à partir de bourgeons axillaires de rejets de palmier dattier.

Poulain et al. (1979) ont cultivé des tissus de cœurs de rejets et sur des milieux appropriés, ils ont réussi la formation de bourgeons et leur enracinement.

Le travail le plus détaillé a été celui de Drira (1983), qui a réalisé la multiplication végétative du palmier dattier par culture in vitro de bourgeons végétatifs axillaires et des ébauches foliaires. En utilisant plusieurs combinaisons hormonales du milieu, l'auteur a obtenu soit la croissance de ces bourgeons adventifs directement au niveau des bases foliaires du bourgeon initial. Ces bourgeons ont régénéré des plantules entières après leur transfert dans de nouveaux milieux.

Tableau 7. Principaux résultats de recherche sur la production de bourgeons par organogenèse directe.

Source d'explants	Cultivars	Réponse morphogénétique	References
Apex de rejets	-	Bourgeons	Poulain et al. 1979
Apex de rejets, ébauches foliaires, bourgeons axillaires	Boufegous, Bouskri, BouSthammi	Bourgeons végétatifs isolés	Beauchesne, 1983
Bourgeons végétatifs axillaires, ébauches foliaires	-	Bourgeons floraux	Drira, 1983
Apex de rejets	-	Bourgeons végétatifs	Beauchesne et al. 1986
Apex de rejets	Khenezi	Bourgeons	Al Kaabi et al. 2001
Apex de rejets	Barhi, Maktoom	Bourgeons végétatifs	Bader et Khierallah, 2007
Apex de rejets	Maktoom	Bourgeons	Khierallah et Bader, 2007
Apex de rejets	Medjhool	Bourgeons	Hegazy et Aboshama, 2010
Apex de rejets	-	Bourgeons	Abahmane, 2011

6.3.2. Embryogenèse somatique

L'embryogenèse somatique désigne la formation en conditions in vitro d'embryons à partir d'une ou de plusieurs cellules sans fusion gamétique. Selon Sharp et al. (1980), deux voies possibles sont connues; l'embryogenèse somatique directe et l'embryogenèse somatique indirecte après passage par « cal ». L'embryogenèse somatique, peut être d'origine unicellulaire ou pluricellulaire (Verdeil, 1993). La compétence à l'embryogenèse dépend étroitement de la nature des tissus utilisés et du génotype en question. Concernant l'embryogenèse somatique du palmier dattier, Reynolds et Murashige (1979) ont obtenu des embryoïdes à partir de jeunes embryons excisés de noyaux de dattes immatures. Pour la formation de cals, le milieu utilisé est celui de Murashige et Skoog avec des concentrations élevées en auxines. Le transfert des cals sur le même milieu dépourvu de substances de croissance permet la différenciation des embryons somatiques. Tisserat (1979) aboutit aux mêmes résultats en utilisant des embryons excisés à partir de noyaux de dattes mures.

Tisserat et Demason (1980), ont obtenu des cals blancs friables qui différencient à partir de bourgeons latéraux issus de rejets de 2 à 4 ans, après leur transfert sur un milieu de culture dépourvu de régulateurs de croissance, des embryons somatiques capables d'évoluer en plantules. Zaid et Tisserat (1983b) utilisant différents types d'explants, ont remarqué que les meilleurs développements embryogènes après formation de cals sont obtenus sur des explants provenant de jeunes plantules issues de semis et des vitroplants. Beaucoup de travaux sur l'induction des diverses réactions morphogénétiques du palmier dattier en particulier pour la production de vitroplants par embryogenèse somatique à partir d'organes végétatifs et inflorescentiels s'affichent dans le **tableau 8** récapitulatif des principaux résultats obtenus dans le monde.).

Tableau 8. Synthèse des principaux travaux de l'embryogenèse somatique du palmier dattier.

Source d'explant	Réaction morphogénétique	Référence
Apex de rejets	Cals et rhizogenèse	Schroeder, 1970
Apex de rejets, bourgeons axillaires	Embryons somatiques	Reynold et Murashige, 1979
Apex, bourgeons axillaires	Embryons somatiques et plantules	Tisserat et DeMason, 1980
Jeunes inflorescences	Plantules par embryogenèse somatiques	Sharma et al. 1984
Feuilles de vitro-plants	Embryogenèse somatique	Drira et Benbadis, 1985
Apex de rejets	vitroplants	Sharma et al. 1986
Apex de rejets	Plantules via embryogenèse somatique	Daguin et Letouze, 1988
Inflorescences mâes et femelles	Plantules	Loutfi, 1989
Bourgeons végétatifs, apex et bases de feuilles	Vitroplants à partir des embryons somatiques	Bouguedoura, 1991
Bourgeons axillaires, cœur de rejets	Plantules	Scoarnec, 1991
Bourgeons axillaires, apex de rejets	Vitroplants par organogenèse et par embryogenèse somatique	Chabane, 1995
Apex de rejets	Vitroplants par embryogenèse somatique	Fergani, 1998
Feuilles et tissus de cœur de rejets	Plantules	Chukwuemeka et al. 2005
Apex de rejets	Vitroplants issus de protoplastes	Chabane, 2007
Apex de rejets et inflorescences femelles	Vitroplants issus par suspensions cellulaires	Selmani et al.2013
Cœur de rejets et inflorescences femelles	Vitroplants par suspensions cellulaires	Si-Dehbi et al.2013

6.3.3. Androgenèse

L'androgenèse est un processus qui consiste à produire des plantes haploïdes à partir de cellules gamétiques (Mirzaei et al. 2011). Il résulte d'anomalies naturelles ou provoquées de la reproduction sexuée. La culture d'anthère a été réalisée pour la première fois chez *Datura innoxia* (*Solanaceae*) produisant des embryons (Guha et Maheshwari, 1964).

Ce phénomène a connu un succès chez les Monocotylédones herbacées et en particulier chez les céréales comme le blé (*Triticum sativum* L.) (Amsa et al. 1980; Shariatpanahi et al. 2006). Plusieurs travaux publient que les haplométhodes sont capables d'offrir 100% de plantes haploïdes chez le blé dur (Saidi et al. 1997; Cherkaoui et al. 2000). En parallèle, deux variétés japonaises de Riz avec un bon goût et une capacité à résister le froid ont été créées par culture d'anthères (Rajn Chapel-Messai, 1985). En 2000, Sibi et Fakiri montrent que sur l'ensemble des génotypes d'*Hordeum vulgare*, 39 régénérations fertiles androgénétiques avec 346 grains sont obtenus avec succès. L'androgenèse a aussi donné des résultats positifs succès chez les Dicotylédones herbacées, comme *Brassica napus* (Binarova, 1997), *Solanum melongena* L. (Rotino, 2016) et les Dicotylédones ligneuses comme *Rosa hybrida* (Oroojloo et Shariatpanahi, 2012) et *Malus domestica* Borkh. (Hofer, 2004).

L'androgenèse est affectée par plusieurs facteurs, qui peuvent induire un stress et réorienter le développement des tétrades ou microspores vers des embryons androgénétiques. Plusieurs facteurs interviennent dans le déclenchement de l'androgenèse tandis que d'autres influencent ce phénomène au cours de son évolution comme le stade d'évolution du pollen en culture, la composition du milieu de culture choisie, le génotype sélectionné, l'état physiologique de la plante mère et l'environnement.

Influence de l'anthère, l'anthère agit sous effets des conditions physiques et biochimiques grâce aux substances fournies par les cellules tapétales et le substrat thécal des microspores. Nitsch et Norreel (1973) montrent que des extraits d'anthères de *Datura* stimulent le développement de microspores isolées. Pelletier et Ilami (1972) mettent en évidence l'émission des facteurs de développement émis par les parois des anthères sur les microspores de *Datura*. De plus, une blessure de l'anthère ou une sénescence de ses parois provoquerait une diminution du taux de régénération d'une plante elle même.

Prétraitement des anthères, de nombreux travaux ont montré l'action favorable d'un stress subi par les anthères dans l'évolution androgénétique comme le choc thermique, l'effet d'une centrifugation, la soumission à une basse pression.

Les températures basses entre 4 à 8°C, sont souvent préconisées, comme des facteurs essentiels de la survie des anthères par le maintien d'un nombre élevé de microspores à l'état vivant (Zhang et al. 2013). Ce type de stress synchronise aussi le développement des microspores.

Les températures élevées entre 25 à 38°C sont souvent favorables à l'androgénèse in vitro de certaines espèces végétales (Germana, 2011) comme le poivre (Popova Irikova, 2016) et le pommier (Zhang et al. 2017) par des perturbations engendrées dans les divisions polliniques. Asif (2013) signale également que le prétraitement thermique des anthères a un effet favorable sur l'évolution des microspores et leur transformation en structures embryonnaires.

Conditions de culture, plusieurs facteurs interviennent dans le développement des anthères des facteurs à savoir: la température, l'éclairement, la disposition des anthères dans le milieu de culture, le nombre d'anthères par récipient et l'atmosphère dans chaque récipient (Germana, 2011).

Le génotype, l'influence du génotype est généralement signalée dans la plupart des travaux sur l'androgénèse in vitro. Les résultats des expériences varient non seulement au sein d'un genre, mais aussi au sein d'une espèce et d'un cultivar à un autre.

L'état physiologique de la plante mère, différents conditionnements de la plante mère peuvent améliorer la capacité embryogène des anthères comme la pulvérisation d'hormones (Wang et al. 1974), le retrait des fleurs sénescents (Nitsch, 1974), la carence en nitrate lors de la culture de la plante mère (Sunderland, 1978) et le stade de développement des fleurs (Bodhipadma, 2017).

L'androgénèse chez le palmier dattier, peu de travaux sont réalisés sur l'androgénèse chez le palmier dattier. Les premiers travaux connus sont ceux réalisés au LRZA par Berberi (1984) puis par Bouguedoura (1991) pour la recherche du stade de développement le plus favorable à l'androgénèse.

III. MATERIEL ET METHODES

III. MATERIEL ET METHODES

1. Etude ethnobotanique

C'est une enquête réalisée dans chaque palmeraie prospectée par une interview de la population à l'aide d'un questionnaire à réponses ouvertes (voir la fiche d'enquête en **Annexe 2**) pour avoir le maximum d'informations sur l'ensemble des cultivars existants et leur usage.

Les prospections sont faites pendant trois années (2011-2014), durant les belles saisons, au printemps à la floraison (février-avril) et en automne (septembre-décembre) à la récolte de dattes.

1.1. Zone d'échantillonnage

1.1.1. Choix de la zone d'étude

17 palmeraies de 6 wilayas du transect, Sud-Est, Sud -Ouest et le Sahara central sont prospectées (Fig.9).

- 2 palmeraies au Zibans: Biskra, Tolga,
- 4 palmeraies à Oued Souf: El Oued, Aghefiane, Al meghaier, Djamaa,
- 2 palmeraies à Oued Righ localisées à Ouargla et Touggourt,
- 5 palmeraies au M'zab: Berriane, Ghardaïa, Guerrara, Zelfana, El Menia,
- 2 palmeraies au Touat : Adrar et Timimoun,
- 2 palmeraies à la Saoura: Bechar, Béni Abbès.

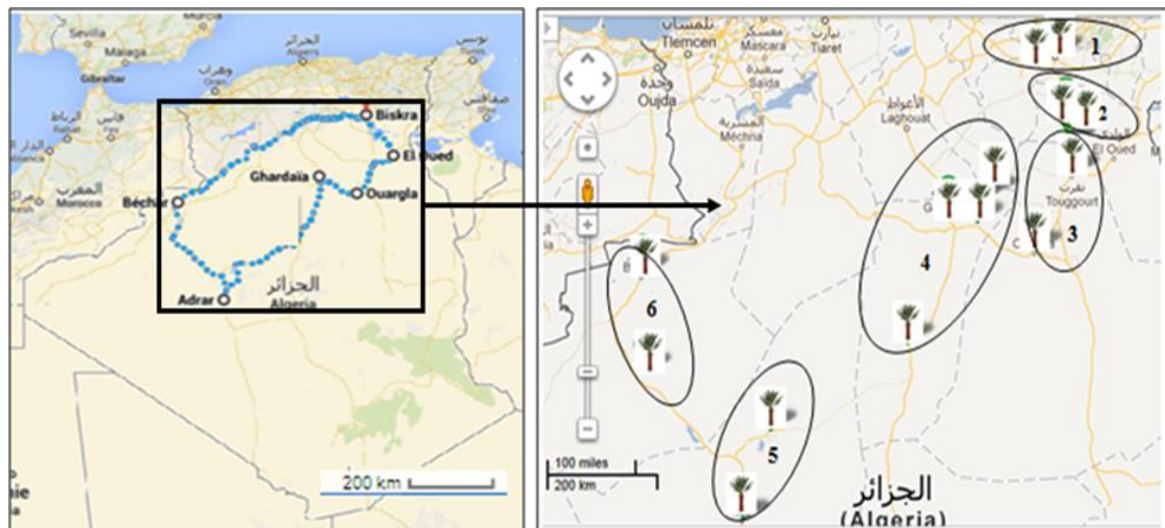


Fig.9. Répartition géographique des zones phoenicicoles prospectées dans le sud algérien.

- (1) **Zibans:** Biskra-Tolga, (2) **Oued Souf:** El Oued- Aghefiane -Al meghaier-Djamaa, (3) **Oued Righ:** Ouargla-Touggourt, (4) **M'zab:** Berriane- Ghardaïa- Guerrara- Zelfana- El Menia, (5) **Touat:** Adrar-Timimoun, (6) **Saoura:** Bechar- Béni Abbès.

1.1.2. Données climatiques des stations prospectées

Le Sahara algérien est très venté et aride avec une pluviométrie relativement faible.

Les températures sont très variables entre le jour et la nuit en hiver et en été, elle varie entre 40 °C le jour et 5 °C la nuit, la température saisonnière est de 15 à 28 °C en hiver et atteint 40 à +45 °C en été, à la différence en automne la température est uniforme dans toutes les zones prospectées (**voir Tableau .9**).

Tableau.9. Températures moyennes des zones phoenicicoles enquêtées (selon les données de l'Office National Météorologique).

Ville	Mois	Février		Avril		Octobre	
	Année	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Adrar	T.moy (°C)*	14,3	12,1	26,5	23,5	24,4	27,9
Bechar		11,5	8,9	22,2	18,9	20,7	23,1
Biskra		13,6	11,6	21,7	21,2	22,5	24,9
El Oued		12,7	9,9	22,3	21,4	21,6	24,7
Ghardaïa		12,5	9,7	21,9	20,8	21,0	25,1
Ouargla		13,2	10,6	22,9	22,7	22,2	24,6
Touggourt		12,4	9,9	22,1	21,4	21,7	24,5

* Températures moyennes

1.2. Reconnaissance des cultivars du palmier dattier

La reconnaissance des cultivars, est réalisée par l'analyse des caractères morphologiques (**forme du fruit, palmes, pennes, épines....**) adoptés par les travaux antérieurs de Hannachi et al. (1998) et ceux de Belguedj et Tirichine (2011).

L'identification du sexe (pieds mâles et femelles) est effectuée par des observations et une comparaison des **caractères morphologiques des inflorescences** (présence ou absence de régimes de dattes, taille et odeur de la spathe, forme de la spathe et la forme des fleurs).

1.3. Recensements et sélection des cultivars d'intérêts

316 autochtones de 17oasis, 131 femmes et 185 hommes appartenant à différentes classes d'âge (17- 69 ans) sont interviewés (Figures 1 et 2, PL. 2).

Les questions sont autour des différents usages des produits et des sous produits du palmier dattier, le mode de préparation (Figures 3, 4 et 5 PL. 2) et la quantité employée (la posologie). Les données fournies sont notées puis analysées (Fig. 6, PL. 2).

2. Screening chimique et détermination des composés bioactifs

C'est une analyse qualitative basée sur des réactions colorimétriques et/ ou de précipitations des produits du métabolisme primaire et/ou secondaire selon le protocole de Bruneton (1999) et celui de Wagner (1983).

2.1. Préparation de la poudre végétale

Des échantillons de folioles, de fleurs femelles, de fleurs mâles de jeunes spadices, de fleurs mâles adultes (stade pollen mature) sont prélevés puis soigneusement desséchés dans des sacs en papier à l'abri de la lumière et à température ambiante (27°C) pendant 2 semaines à l'air libre.

Chaque échantillon est ensuite indépendamment broyé en une **poudre fine**¹ à l'aide d'un broyeur électrique « Moulinex ».

Un **infusé**² est ensuite préparé à partir de cette poudre fine dans de l'eau distillée, ce mélange est macéré puis filtré.

2. 2. Identification des métabolites primaires et secondaires

Elle se fait par un screening phytochimique par rapport aux résultats des réactions colorimétriques correspondantes à chaque métabolite (**Tableau 10; Annexe 3**).

Tableau.10. Métabolites primaires et secondaires identifiés par des réactions colorimétriques.

Métabolites primaires et secondaires	Réactifs chimiques	Réactions colorimétriques
Amidon	Iode (I ₂)	Coloration bleue violette
Anthocyanes	HCL (acide chlorhydrique)	Coloration rouge
Flavonoïdes	Hcl+copeau de Mg+ alcool isoamylique	Coloration rouge orangé
Glucosides	H ₂ SO ₄	Coloration rouge brique, violette
Mucilages	Ether absolu	Précipité floconneux
Leucoanthocyanes	Propanol/ acide chlorhydrique (1/1)	Coloration rouge
Tanins	FeCl ₃ à 5%	Coloration bleue noire
Tanins catéchiques	Réactif de stiany	Coloration bleue noire
Tanins galliques	Acétate de sodium + FeCl ₃	Coloration bleue noire
Saponosides	HCl (0,1N) + NaOH (0,1N)	Formation d'une mousse

PLANCHE 2

Enquête ethnobotanique dans les différentes oasis visitées

Fig.1. Enquête ethnobotanique, sondage de la population à la palmeraie de Ghardaïa.

Fig.2. Enquête ethnobotanique, sondage de la population à la palmeraie de Zibans (Biskra).

Fig.3. Récolte des spathes mâles sur un Dokkar du cultivar Deglet Nour à la palmeraie d'El Ménia.

Fig. 4. Reconnaissance des dattes comme clé d'identification des cultivars du palmier dattier à la palmeraie de Ghardaïa.

Fig.5. Recettes à base de dattes, de poudre du pollen employées dans les soins traditionnels.

Fig.6. Notation des données par sondage auprès des femmes sur les parties du palmier utilisées et les recettes employées dans les soins traditionnels.

Fig.7. Interview d'un producteur de miel de datte.

PLANCHE 2

Enquête ethnobotanique dans les différentes oasis visitées



1



2



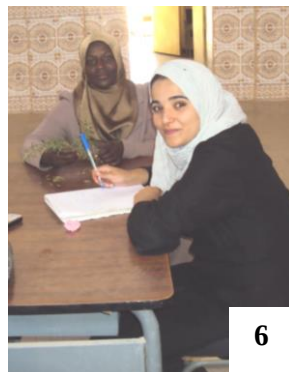
3



4



5



6



7

3. Etude de l'effet du pollen sur quelques paramètres de fertilité des rats mâles adultes

3 paramètres sont étudiés à savoir: **le poids corporel des rats, le poids des testicules et le taux de testostérone sérique.**

3.1. Choix et préparation de la dose administrée

La poudre préalablement préparée des inflorescences mâles du Dokkar du cultivar « Deglet Nour » provenant de Biskra à grande utilisation selon la réputation populaire est testée. Cette poudre est diluée dans de l'eau distillée stérile en suspension à raison de deux doses; 120 mg.kg⁻¹ et 160 mg.kg⁻¹ par rapport au poids corporel des rats. Les deux doses sont choisies selon les données des travaux antérieurs de Bahmanpour et al. (2006); Abedi et al. (2012) et Iftikhar et al. (2014).

Afin de connaître l'état cellulaire et de la viabilité des grains de pollen, la poudre de pollen est colorée au carmin-acétique (**Annexe 5**) puis observée au microscope photonique.

3.2. Traitement des rats et suivi du régime alimentaire adopté

Un total de 30 rats albinos mâles adultes, de souche Wistar, pesant environ 200 g, de l'animalerie du Centre de Recherche et de Développement (Saidal, Alger) sont numérotés, pesés et répartis en trois lots homogènes de 10 rats chacun (**lot Témoin, lot Expérimental I et lot Expérimental II**) (voir planche 3).

Chaque jour, les rats des lots expérimentaux I et II reçoivent 2 ml de la suspension de pollen par voie orale « par gavage à la sonde », pendant 50 jours consécutifs.

-  **Lot Expérimental I:** 120 mg.kg⁻¹.
- Lot Expérimental II:** 160 mg.kg⁻¹.
- Lot Témoin** ne reçoivent que de l'eau du robinet.

Les rats sont placés dans des conditions contrôlées à une température de 22-24°C, 50% d'humidité et 12 heures de photopériode, les cages sont nettoyées périodiquement et la litière (sciure de bois) est renouvelée 3 à 4 fois par semaine.

Pendant la durée du traitement, les rats ont accès à un régime alimentaire contrôlé composé de l'eau du robinet (*ad libitum*) et une nourriture granulée composée de glucides (49, 80%), de protéines (23, 5%), de lipides (5%) et de complexe minéral vitaminique (5, 7%), la quantité consommée est mesurée quotidiennement (voir planche 3) .

3.3. Contrôle de l'état des animaux en expérimentation

Les rats de laboratoire sont soumis à un traitement conforme à la réglementation internationale par rapport à la protection des animaux (Guide for the care and use of laboratory animals, 2011).

Le suivi journalier de l'état de chaque animal est réalisé par une observation morphologique de près. Toute manifestation particulière à savoir (constipation, diarrhée, fièvre, gain ou perte de poids...etc.) est relevée.

Les rats sont pesés chaque 10 jours; avant, au cours et à la fin de l'expérimentation (durant 50 jours). Parallèlement, la quantité de nourriture consommée par les rats de chaque lot est pesée et enregistrée.

3.4. Prélèvement sanguin et analyses plasmatiques

À la fin de l'expérience (après 50 jours de traitement), chaque rat mâle des trois lots étudiés (lot Témoin, lot Expérimental I et lot Expérimental II) est pesé.

Les rats sont ensuite soumis à un prélèvement sanguin sans anesthésie préalable.

Un volume de 4 ml de sang est prélevé de chaque animal par capillarité au niveau du sinus rétro-orbital de l'œil (**Fig. 1 PL. 4**) selon la méthode décrite par Weiss et al. (2000). Le sang prélevé est ensuite centrifugé à une vitesse de 3000 tr/mn pendant 10 minutes. Le plasma clair est recueilli à l'aide d'une micropipette dans un tube eppendorf stérile, conservé dans de la glace pilée et puis immédiatement acheminé vers le laboratoire d'analyse médicale "Avicenne" (Alger).

Un dosage du taux de testostérone sérique est mesuré par un automate mini VIDAS[®] instruments "Bio-Merieux, France" selon la technique ELFA (Enzyme Linked Fluorescent Assay) pour la détermination quantitative de la testostérone totale dans le sérum sanguin.

3.5. Dissection des organes reproducteurs

A l'issue des 50 jours d'expérimentation, les rats des trois lots sont soumis à une anesthésie à l'éther puis sacrifiés. Chaque rat est ensuite disséqué (**Fig. 2, PL. 4**), les organes reproducteurs « testicules » ainsi dévoilés puis séparément pesés. Les données par rapport à chaque testicule selon sa position dans le corps du rat est notée (**Figures. 3 et 4, PL. 4**) puis séparément conservé à -80°C.

PLANCHE 3

Traitement des rats de laboratoire avec une suspension de pollen du Dokkar Deglet Nour

Fig. 1. Suspension du pollen du Dokkar Deglet Nour dans de l'eau distillée stérile.

Fig. 2. Gavage des rats par la suspension du pollen à l'aide de seringue.

Fig. 3. Soumission des rats à un régime alimentaire contrôlé (eau du robinet et alimentation granulée).

PLANCHE 3

Traitement des rats de laboratoire avec une suspension de pollen du Dokkar Deglet Nour

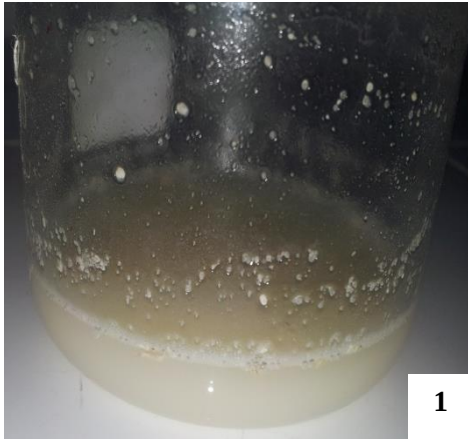


PLANCHE 4

Méthode de prélèvement de sang et dissection de testicules des rats

Fig. 1. Prélèvement de sang par capillarité au niveau du sinus rétro-orbital de l'œil du rat.

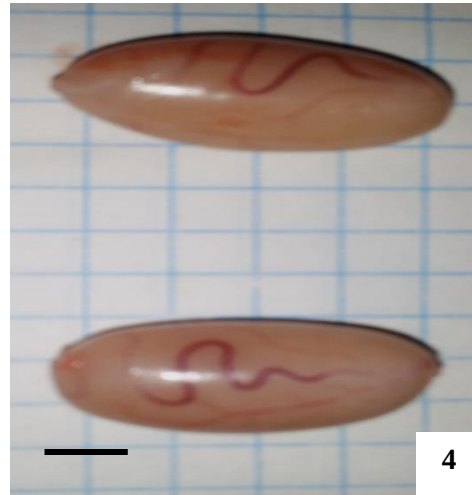
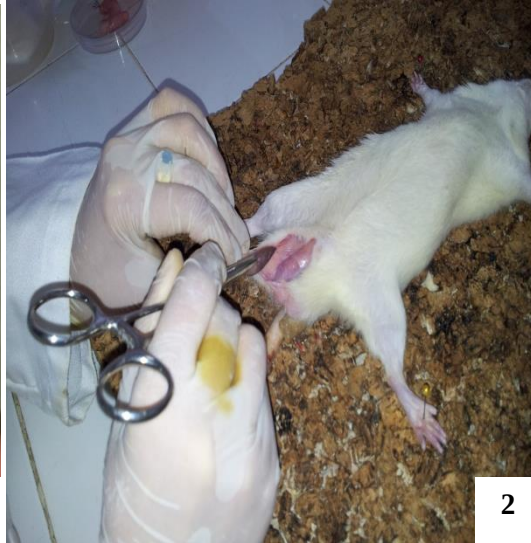
Fig. 2. Dissection du rat anesthésié à l'éther.

Fig. 3. Testicules isolés à partir de rats sacrifiés (une barre = 1cm).

Fig. 4. Testicules sans membrane protectrice (une barre = 0,5 cm).

PLANCHE 4

Méthode de prélèvement de sang et dissection de testicules des rats



4. Méthodes de multiplication par culture in vitro

Le déroulement des deux processus in vitro (organogenèse directe, androgenèse) consiste en la réalisation de plusieurs étapes expérimentales respectives par rapport à la partie du palmier dattier correspondante (rejets, spathe).

4.1. Matériel végétal

Selon la méthode de multiplication employée (organogenèse directe et androgenèse), le matériel végétal employé est comme suit:

*Des rejets de 4 cultivars du palmier dattier (Deglet Nour, Ghars, Takerboucht et Timdjouhart), pesant entre 2 à 10 kg sont employés (**Fig.13**). Le choix des cultivars est effectué par rapport à leurs intérêts et utilisations en pharmacopée traditionnelle à l'issue de l'étude ethnobotanique préalablement réalisée dans plusieurs palmeraies du sud algérien (Adrar, Biskra, El Oued, Ghardaïa et Ouargla).

Le rejet doit être sain, vigoureux, assez jeune avec une constitution tendre juvénile pour assurer son développement ultérieur en culture.

* Quatre spathes mâles entièrement fermées sont prélevées pendant la période de floraison (février- mars) sur des pieds mâles (Dokkars) de la station de « Bounoura » de Ghardaïa. Ces spathes mâles de différents âges physiologiques (jeunes et moins jeunes) varient de taille, de couleur et de consistance.

4.2. Essais d'organogenèse directe in vitro

4.2.1. Dissection des rejets

Les rejets sont disséqués par élimination progressive des palmes sèches à l'aide de scie et de couteaux jusqu'à apparition d'une partie tendre blanchâtre dite « cœur » du rejet. Celui-ci est appelé apex de rejet, constitué d'un bourgeon terminal entouré par de très jeunes ébauches foliaires axillant des bourgeons axillaires.

4.2.2. Désinfection des « cœurs » des rejets

L'apex du rejet est trempé dans une solution anti-oxydante composée de 150 mg.L⁻¹ d'acide citrique et de 150 mg.L⁻¹ d'acide ascorbique pendant 30mn, puis immergé dans du Benomyl (solution fongique à 3 g.L⁻¹) pendant 30mn. Sous hotte à flux laminaire horizontal, l'apex est stérilisé dans de l'hypochlorite de sodium (eau de Javel 12°C1) pendant 45 mn additionné de 2 gouttes de Tween 80 puis rincé à l'eau distillée stérile à raison de trois bains de 10 mn chacun (Figures. 1, 2, 3 et 4 PL.5). La dissection est ensuite poursuivie dans une solution anti-oxydante (150 mg.L⁻¹ d'acide citrique et 150 mg.L⁻¹ d'acide ascorbique) préalablement stérilisée à l'autoclave à 120°C pendant 20mn pour éviter l'oxydation des explants.

PLANCHE 5

Dissection des rejets et des spathes mâles du palmier dattier

Fig.1. Rejet vigoureux prélevé d'un palmier sain (une barre = 15 cm).

Fig.2. Epluchage de plus en plus prononcé du « cœur » d'un rejet (une barre = 3cm).

Fig.3. Apex du rejet isolé et stérilisé prêt à la mise en culture (une barre = 2,5 cm).

Fig. 4. Jeune feuille isolée avec un mamelon à sa base (une barre = 1,2 cm).

Fig.5. Désinfection d'une spathe mâle par flambage à l'Alcool 96° (une barre= 3,63 cm).

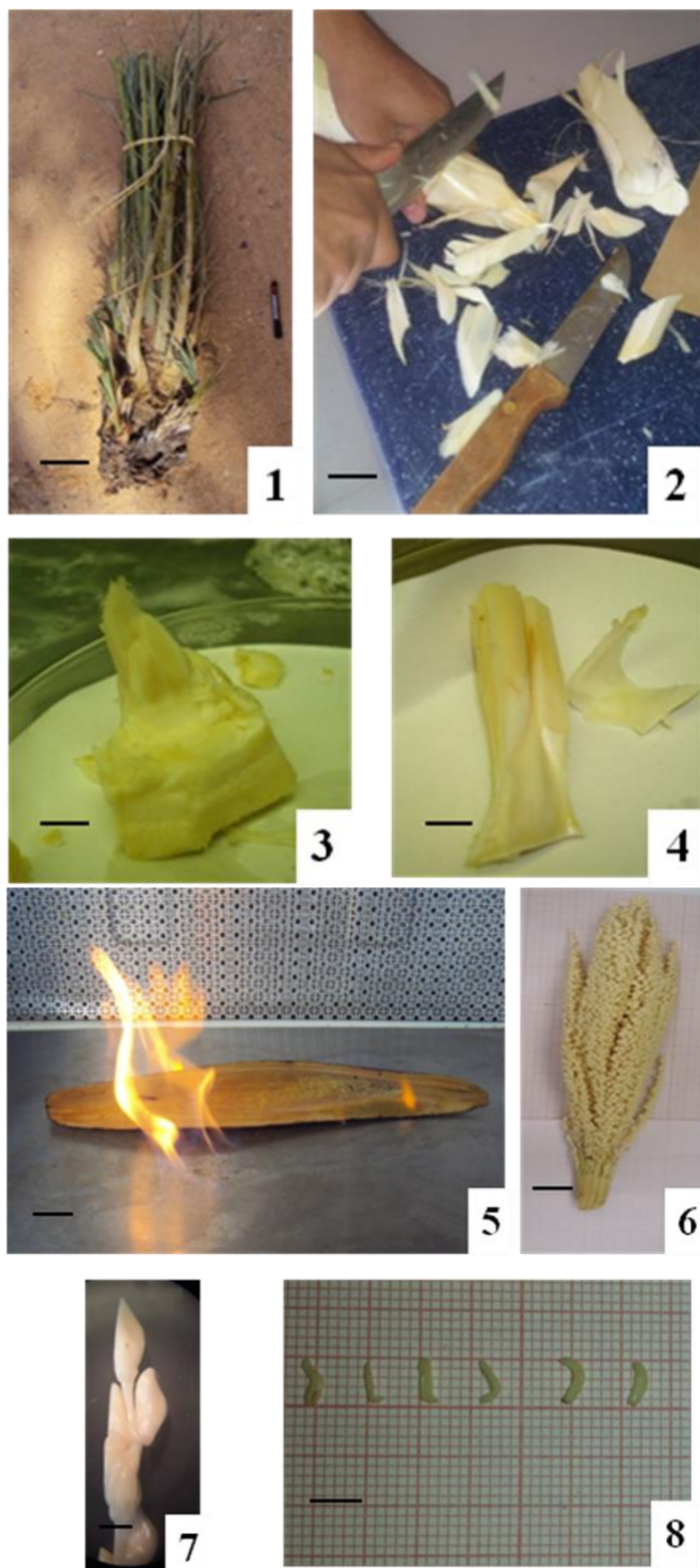
Figs.6. Epis floraux mâles groupés en inflorescence (une barre= 4,8 cm).

Fig.7. Epi floral isolé à partir d'une inflorescence mâle (une barre = 65 mm).

Fig.8. Anthères (une barre= 5 mm).

PLANCHE 5

Dissection des rejets et des spathes mâles du palmier dattier.



4.2.3. Sélection des explants

L'apex des rejets est composé d'un ensemble de jeunes ébauches foliaires imbriquées les unes aux autres avec de petits mamelons (bourgeons préexistants) à leurs aisselles, chaque jeune feuille est fragmentée en plusieurs morceaux de 5 à 10 mm, Lorsque les bourgeons existants à la base de la feuille sont végétatifs de taille égale ou supérieure à 1cm, ces derniers sont cultivés à l'état entier et séparé. Ainsi les explants mis en culture sont: bourgeons végétatifs, jeunes feuilles, fragments d'apex (bases de jeunes ébauches foliaires).

4.2.4. Composition des milieux de culture testés

Une série de milieux de culture (MO1-MO12) est testée avec le milieu de culture de base de « Murashige et Skoog » (1962) (voir **Annexe 4**).

Le milieu **MO1** est le milieu initial à toutes les cultures (**étape 1 d'initiation organogène**), il est complètement dépourvu de régulateurs de croissance. Les autres milieux (**MO2, MO3, MO4, MO5, MO6, MO7, MO8, MO9, MO10, MO11, et MO12**) sont employés aux étapes ultérieures (**étape 2 « expression »** et **étape 3 « multiplication de bourgeons »**) avec des combinaisons et des concentrations de régulateurs de croissance diverses (**Tableau 11**).

Tableau 11. Composition des milieux en régulateurs de croissance d'organogenèse directe testés (quantité en mg.L⁻¹).

Phases (étapes)	Milieux	AIA	AIB	ANA	ANOA	2,4-D	2-iP	BAP	Kin
Initiation et expression	MO1	-	-	-	-	-	-	-	-
	MO2	-	1	1	-	50	-	2	-
	MO3	-	1	-	-	-	60	-	1
	MO4	-	10	-	-	-	-	1	-
	MO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	MO6	-	-	2	-	-	2	1	-
	MO7	-	-	-	-	-	-	-	-
	MO8	-	-	1	1	-	2	2	-
	MO9	0.1	-	1	1	-	0.1	-	-
	MO10	-	-	0.9	0.7	-	1	0.1	-
	MO11	0.9	-	1	0.7	-	0.1	-	-
Multiplication	MO12	-	-	1	1.5	-	1	0.5	2

Les milieux testés sont enrichis par des additifs complémentaires selon le milieu en question à savoir: 100 mg.L⁻¹ myo-inositol, 50 mg.L⁻¹ adénine sulfate, 170 mg.L⁻¹ NaH₂PO₄.2H₂O, 1 mg.L⁻¹ thiamine HCl, 1 mg.L⁻¹ pyridoxine HCl (**Tableau 12**).

Tableau 12. Composition des milieux de culture d'organogénèse testés en additifs organiques (quantité en mg. L⁻¹).

Milieux	Adénine sulphate 2H ₂ O	Acide ascorbique	Charbon actif	Glutamine	Myo- inositol	NaH ₂ PO ₄ , 2H ₂ O	PVP	Pyridoxine HCl	Thiamine HCl
MO1	50	-	3000	-	-	-	-	1	1
MO3	-	-	-	100	-	-	-	-	-
MO2	-	-	-	-	-	170	-	-	-
MO4	-	100	-	-	100	-	-	-	-
MO5	40	-	3000	-	100	-	-	-	-
MO6	50	-	-	200	100	170	2000	1	1
MO7	50	-	-	200	100	170	2000	1	1
MO8	50	-	-	200	100	170	2000	1	1
MO9	50	-	-	200	100	170	2000	1	1
MO10	50	75	-	200	100	170	2000	1	1
MO11	50	75	-	200	100	170	2000	1	1

Chaque milieu préparé est ensuite additionné de 30 g.L⁻¹ de saccharose, 3 g.L⁻¹ de charbon actif et 8 g.L⁻¹ d'Agar agar. Le pH du milieu est ajusté à 5.7 avec du NaOH 0.1N ou HCl 0.1. Les milieux sont ensuite dissouts et homogénéisés par chauffage puis coulés dans des tubes à essais à raison de 20ml de milieu par tube à essai (150X20mm) puis stérilisés à l'autoclave à 120°C pendant 20 mn.

4.2.5. Culture des explants

La mise en culture des explants se fait d'abord sur le milieu de culture solide d'initiation organogène **MO1 (étape 1)** pour l'ensemble de tous les explants de tous les rejets.

Les cultures sont ensuite incubées dans une chambre de culture réglée à 27± 1° C à l'obscurité totale, au cours de la première semaine les explants contaminés sont retirés.

Après 1 à 2 mois de culture sur le milieu MO1 (phase obscure), les explants sont transférés sur d'autres milieux contenant des auxines et des cytokinines avec des additifs complémentaires (**Tableaux 11 et 12**).

En fonction du temps, les explants sont repiqués toutes les 4 semaines sur un milieu de culture neuf de même composition pour éviter leur brunissement prononcé. Les diverses modifications morphologiques et morphogénétiques des explants observées sont notées.

4.2.6. Entretien et multiplication des souches organogènes

Dès néoformation de petites boursoflures, les explants sont transférés vers un milieu de multiplication MS solide (milieu **MO12**, voir **Tableaux 11 et 12**). Ce milieu est enrichi par les compléments suivants: 100 mg.L⁻¹ myoinositol, 50 mg.L⁻¹ adénine sulfate, 170 mg.L⁻¹ NaH₂PO₄.2H₂O, 1 mg.L⁻¹ thiamine HCl, 1 mg.L⁻¹ pyridoxine HCl, 75 mg.L⁻¹ acide ascorbique, 2 g.L⁻¹ polyvinyl-pyrrolidone (PVP) afin de préserver les structures organogènes en installation du brunissement. Cependant, les cultures sont incubées à 27± 1°C à la lumière diffuse (12H, 12H). En fonction du temps, un repiquage est réalisé chaque 4 semaines sur un milieu neuf de même composition.

4.3. Essais d'androgenèse

Les expériences menées sur les essais de culture in vitro des anthères ont pour but d'induire des néoformations callogènes et/ou organogènes pouvant servir de relais à l'activité de ces fleurs mâles très employées dans le traitement de la stérilité de l'Homme.

4.3.1. Prétraitement et dissection des spathes mâles

Après prélèvement des spathes sur des palmiers mâles « Dokkars », chaque spathe est enveloppée dans du papier d'aluminium puis prétraitée à 4°C pendant une durée de 48h à 2 semaines afin de favoriser la reprise des anthères sur les milieux de culture.

Au laboratoire, chaque spathe est soigneusement nettoyée avec du coton imbibé d'Alcool 70° puis flambée pour l'élimination de la flore microbienne autour de celle-ci, la spathe est ensuite disséquée par la réalisation d'une fente bilatérale au niveau de son enveloppe externe. Celle-ci est écartée de part et d'autre pour laisser apparaître l'ensemble des inflorescences mâles disposées tout le long des épis floraux sur lesquels, les fleurs sont insérées selon la taille et le degré de maturité (voir Figures 6 et 7, PL. 5). Trois niveaux de différenciation florale sont délimités par rapport à l'âge et la taille des fleurs : Une partie **basale** de l'épi floral ⁽¹⁾, une partie **médiane** ⁽²⁾, une partie **sommitale** ⁽³⁾ avec le gradient de maturité et de différenciation des fleurs qui varient du plus âgé au plus jeune de la base vers le sommet.

4.3.2. Stérilisation et culture des anthères

Les épis floraux retirés des spathes sont d'abord traités dans une solution anti-oxydante (150 mg.L⁻¹ d'Acide ascorbique et 150 mg.L⁻¹ d'Acide citrique) pendant 30 mn pour la diminution de leur oxydation, puis désinfectées dans de l'hypochlorite de sodium (Eau de Javel commerciale à 12°C) pendant 10mn. Ces épis sont ensuite rincés à l'eau distillée stérile à raison de trois bains de 10mn chacun puis égouttés sur du papier filtre préalablement stérilisé, les boutons floraux (jeunes fleurs mâles) sont isolés.

4.3.3. Culture d'anthères

Sous hotte, à la loupe binoculaire, chaque fleur mâle est soigneusement disséquée à l'aide d'aiguille fine, débarrassée de ses tépales. Les anthères isolées sont cultivées en position horizontale (fente de déhiscence dirigée vers le haut « couvercle ») dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre à raison de 36 anthères par boîte de Pétri contenant un milieu de culture solide de Murashige et Skoog (1962) additionné de saccharose (30 g.L⁻¹), d'adénine (100 mg.L⁻¹), d'hydrolysate de caseine (200 mg.L⁻¹) et des régulateurs de croissance (**Tableau 13**). Les cultures sont ensuite incubées à l'obscurité totale à 27°C, des observations quotidiennes sont réalisées, les anthères contaminées sont retirées. En fonction du temps, un repiquage mensuel est adopté sur un milieu neuf de même composition.

Au cours de nos essais, nous avons sélectionnées quatre (4) milieux de culture (**Tableau 13**) composés du milieu de base de Murashige et Skoog par rapport aux résultats positifs des travaux antérieurs (Bouguedoura, 1991).

Tableau. 13. Composition du milieu de culture des anthères en régulateurs de croissance (quantité en mg.L⁻¹).

Milieux	AIA	ANA	2, 4-D	BAP	Kin
MA ₁	-	1	1	1	-
MA ₂	1	-	1	1	-
MA ₃	-	1	1	1	0.2
MA ₄	1	-	1	-	0.2

5. Etude histologique des résultats obtenus en culture in vitro

Les réactions morphogénétiques en réponse aux milieux de culture testés aussi bien des explants issus de rejets et ceux des anthères ont été exprimées par une étude histologique selon le protocole suivant :

5.1. Fixation des organes

C'est une étape qui assure la conservation des organes dans un état aussi proche possible que de l'état vivant (Gabe, 1968), ainsi, les explants sont fixés pendant 24h à 48h dans de l'AFA (8V Alcool 70°/1V aldéhyde formique/1V Acide acétique glacial). Un passage sous vide pendant 1 heure est nécessaire pour assurer une bonne pénétration du fixateur dans les tissus des explants. Les échantillons fixés sont ensuite mis dans de l'éthanol 70°.

5.2. Déshydratation

Cette étape est réalisée à l'aide de solutions d'éthanol de concentrations croissantes.

- Ethanol 95°, pendant 1 heure.
- Ethanol 95°, pendant 30 mn.
- Ethanol 100°, pendant 45 mn.
- Ethanol 100°, pendant 45 mn.
- Ethanol 100°, pendant 1 heure.

L'éthanol est ensuite éliminé par des trempages successifs dans des bains de butanol.

- Butanol, pendant 1 heure.
- Butanol, pendant 24 heures.
- Butanol, pendant 24 heures.

5.3. Imprégnation

Celle-ci s'effectue par imprégnation des explants par le toluène, solvant de la paraffine. Elle se fait comme suit :

- Toluène pur (1V) + éthanol 100° (1V), pendant 30 mn.
- Toluène pur, pendant 30 mn.
- Toluène pur, pendant 30 mn.
- Toluène pur, pendant 1 heure.
- Toluène+ paraffine, pendant 1 heure à 60°C.
- Paraffine, pendant 1 heure à 60°C.
- Paraffine, pendant une nuit à 60°C.
-

5. 4. Inclusion à la paraffine

L'inclusion consiste à mettre les explants dans de la paraffine fondue en blocs, selon l'orientation désirée.

5. 5. Réalisation des coupes

Les explants inclus dans les blocs de paraffine ont été coupés au microtome « Leica » à une épaisseur de 7µm. Les rubans de coupes sont ensuite étalés sur des lames à l'aide de l'eau gélatineuse préalablement préparée (**Annexe 5**).

5. 6. Déparaffinage

Cette étape sert à éliminer toute la paraffine autour des tissus par le traitement des coupes dans des bains successifs de toluène pur à raison de 10 minutes chacun.

5.7. Réhydratation

Elle est réalisée par un passage des coupes dans les bains suivants :

- Trois bains d'éthanol 100°, pendant 10 mn.
- Un bain de mélange éthanol 100° (4V) - formol (1V), pendant 50 mn.
- Rinçage à l'eau courante, puis séchage sur plaque chauffante à 40°C.

5. 8. Coloration des coupes

Elle se fait par une double coloration par rapport à la réaction Acide Périodique – réactif de Schiff pendant 20mn qui permet de colorer les polysaccharides en rose puis par du Naphtol blue black pendant 5mn qui colore en bleu clair le cytoplasme, en bleu foncé les noyaux et les nucléoles et en bleu noir les corps protéiques (**Annexe 5**).

5. 9. Fixation des coupes

Après séchage des lames colorées, une fixation des structures cellulaires est réalisée par le montage des coupes dans un liquide de montage transparent nommé l'Eukitt.

6. Analyse statistique

L'étude de l'effet du pollen sur quelques paramètres de la reproduction des rats mâles, les résultats obtenus sont analysés statistiquement par une analyse de variance à deux facteurs (ANOVA Factorielle), en utilisant le logiciel Statistica (version 6).

Les données quantitatives sont exprimées sous forme de moyenne $\pm$ erreur standard ($M \pm ES$), la comparaison des moyennes est réalisée par le Test Post-Hoc HSD de Tukey, les différences sont considérées significatives à $P \leq 0.05$ et $P \leq 0.01$.

Un Test D'Agostino-Pearson omnibus est appliqué pour évaluer la normalité des données, un niveau significatif de l'asymétrie au-dessus de la normale est considéré ($P \leq 0.05$).

L'évaluation du comportement des explants en culture in vitro (rejets et anthères) a été estimée par des observations morphologiques à la loupe binoculaire et microscopiques et par des prises de photos. Par rapport au nombre d'explants réactifs, une analyse quantitative a été menée par Microsoft Excel 2010 sous forme de pourcentage.

IV. RESULTATS-DISCUSSIONS

CHAPITRE I

ETUDE ETHNOBOTANIQUE ET PHARMACOLOGIQUE

1. ETUDE ETHNOBOTANIQUE

1.1. Reconnaissance des cultivars de palmiers recensés dans les palmeraies visitées

132 cultivars de palmier dattier provenant de 17 oasis au total; de l'Est, du Centre et de l'Ouest du Sahara sont recensés (**Tableau 14**). Plusieurs critères morphologiques (forme de fruit, palmes, pennes, épines) servent à la reconnaissance des cultivars, en se basant sur les travaux de Hannachi et al. 1998; Belguedj, 2002; Belguedj et Tirichine, 2011 et bien évidemment sur les connaissances incontestables des phoeniculteurs.

A l'instar de ces cultivars, il existe un nombre important d'hybrides non sélectionnés qui sont issus de semis qui poussent au hasard dans ces palmeraies. Ils sont désignés par des appellations locales, à savoir Khalt (mélange), Degla, Dguel, Dgoul, N'waya, Ighes, Adham. Ces khalts ne possèdent pas les mêmes caractères morphologiques, ni les mêmes qualités nutritionnelles, organoleptiques et sensorielles des cultivars identifiés (Harrak, 2012). Cependant, ils représentent une source appréciable pour la production de nouveaux clones et pour leur résistance aux maladies. Notons que l'inventaire antérieur des cultivars du palmier réalisé par Belguedj (1996), à travers ces zones phoenicoles a enregistré 121 cultivars dans la palmeraie d'Oued Righ, 74 cultivars dans la palmeraie d'Oued-Souf et 11 cultivars dans la palmeraie des Zibans.

L'identification du sexe des pieds mâles et femelles est effectuée par des observations sur le terrain de plusieurs caractères dont la présence ou l'absence de régimes de dattes, la forme de la spathe, sa taille et son odeur, ainsi que la forme des fleurs. Contrairement aux palmiers

femelles, les pieds mâles sont appelés « Dokkars » sans distinction, indépendamment de leur origine.

1.2. Cultivars employés dans les soins traditionnels

Parmi les 132 cultivars de palmier dattier recensés, 12 sont employés en pharmacopée saharienne pour soigner les maux et les douleurs les plus fréquents chez la population oasienne. Ce sont les cultivars Bamekhlouf, Deglet Nour, Feggous, Ghars, H'mira, Mech Degla, Oucht, Taddela, Takerboucht, Tanetboucht, Tazerzayt et Timdjouhart (**PL.6 ; Tableau 14**). La représentation graphique de l'utilisation du palmier dans les soins traditionnels (**Fig. 10**) souligne une faible fréquence de son emploi dans toutes les palmeraies prospectées (Adrar, Bechar, Biskra, El Oued, Ghardaïa et Ouargla). Selon la population oasienne sur place, ceci pourrait dû à l'ignorance ou à la perte du savoir faire lié à son apport bénéfique.

De toutes ces investigations, nous remarquons que seulement 12 cultivars de palmier dattier parmi les 132 cultivars recensés dans les 17 oasis appartenant à 6 wilayas du sud algérien (Adrar, Bechar, Biskra, El Oued, Ghardaïa et Ouargla) sont employés dans les soins traditionnels.

Sur le terrain, la reconnaissance de ces cultivars se fait principalement sur des critères morphologiques et sensoriels de la datte à savoir: la forme, la taille, la longueur, la largeur, le poids, la couleur de la chair, le goût et la forme de la graine (Hannachi et al. 1998; Belguedj et Tirichine, 2011; Bouguedoura et al. 2015).

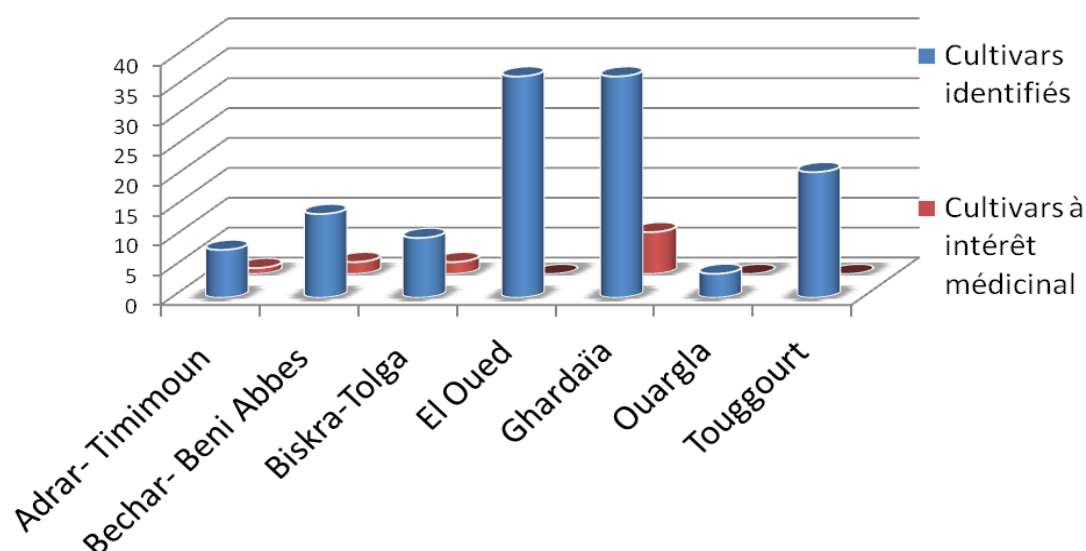


Fig. 10. Fréquence d'utilisation des cultivars du palmier dattier dans les soins traditionnels dans les oasis prospectées.

Tableau. 14 Cultivars du palmier dattier recensés dans les oasis du sud algérien prospectées (17 oasis).

Zone phoenicicole (Nombre Total des cultivars identifiés)

Cultivars les plus fréquents en gras

Adrar- Timimoun (8)

Bamekhlouf- **Feggous- H'mira-** Ouarglia- **Takerboucht-**Takerboucht Beidha- Takerboucht Hamra- Takerboucht Safra.

Bechar- Beni Abbes (14)

Adham Boula- Adham Tirnou- Adhamet El Rob-**Cherka-Deglet Talmine-Feggous-H'mira-Hartan-** Kenta-Khomira-**M'charet-** Takerboucht- **Timliha-**Tinnaser.

Biskra-Tolga (10)

Arechti- **Degla Beidha- Deglet Nour-** El Guettara- **Ghars-** Ghazi- **Mech Degla-** Tanetboucht- Tinicine-Zoggar Moggar.

El Oued- Al meghaier-Djamaa- Aghefiane (37)

Abd El Azzaz- Adham Deglet Nour-Alig- Aliyane-Ammari-Arechti-Bachair-Baidir-Beidh H'mam-Bouarous-Boukhmous-Chetaya-**Degla Beidha**-Deglet Djitou-**Deglet Nour**-Dfar Elgat-Dguel El Hadj-Dguel M'ghas-Dimoulou-**Ghars**-Halimi-Halwa(Halwaya)-Kesba-Khodri-Loulou-Masri-Sokrya-Tachelilt-Tacherwint-Tachlikt-Takermoust-Takhedrayt-Tanetboucht-Taoudent-Tarmount-Zaghraya-Zehdi.

Ghardaïa- Berriane- Guerrara- Zelfana- El Menia (38)

Adham Bent Q'bala- Ajujil-Baydir-**Bent Q'bala**- Bouarous(Ouarous)- Chikh-Degla Beidha-**Degla Beidha**-Deglet Djdir-**Deglet Nour**-Gachouch-**Ghars**- Hartan-H'mira- Ighes n'cheikh-Itima- Naser Ou Salah-Oucht-Sab'a Bedraa-**Taddela (El Dala)** –Tademamt-Tafezwin-Takerboucht (Akerbouch)-Takermoust-Tamesrait-Tamezouaret-Tanaguarout-Tanetboucht-**Tawragha-Tazerzayt**-Tazizawt-Tiaaka-Tiaakchet- Tiguezza-**Timdjouhart-Timedwel**-Tinnassert-Tissibi.

Ouargla (04)

Deglet Nour-Ghars- Takermoust-Tanslit.

Touggourt (21)

Aliyane - Beidh H'mam-Bentqbala-Bouldjib-**Degla Beidha**-Deglet G'rara- Deglet Mechta-Dguel El Hadj- El Kaber-El Kaid- **Ghars**-Halwa (Halwaya)-Hamraya-Tafezwin-Takermoust- Tanetboucht-Tanslit-Taoudanet-Tawragha- Tazegakht (Hamraya)- Tinicine.

PLANCHE 6

Caractéristiques morphologiques des dattes (clé d'identification) de quelques cultivars inventoriés et employés dans les soins traditionnels

Fig. 1. Morphologie externe des dattes du cultivar Deglet Nour (une barre = 2 cm).

Fig. 2. Morphologie externe des dattes du cultivar Feggous (une barre = 2 cm).

Fig. 3. Morphologie externe des dattes du cultivar Ghars (une barre = 2 cm).

Fig. 4. Morphologie externe des dattes du cultivar H'mira (une barre = 2 cm).

Fig. 5. Morphologie externe des dattes du cultivar Mech Degla (une barre = 2 cm).

Fig. 6. Morphologie externe des dattes du cultivar Oucht (une barre = 2 cm).

Fig. 7. Morphologie externe des dattes du cultivar Taddela (une barre = 2 cm).

Fig. 8. Morphologie externe des dattes du cultivar Takerboucht (une barre = 2 cm).

Fig. 9. Morphologie externe des dattes du cultivar Tanetboucht (une barre = 2 cm).

Fig. 10. Morphologie externe des dattes du cultivar Timdjouhart (une barre = 2 cm).

PLANCHE 6

Caractéristiques morphologiques des dattes (clé d'identification) de quelques cultivars inventoriés et employés dans les soins traditionnels



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10

1.3. Emploi du palmier dattier dans les soins traditionnels

L'enquête menée dans 6 wilayas sahariennes révèle que parmi les 316 personnes interviewées, seulement 89 personnes utilisent la ou les partie (s) du palmier dattier dans les soins traditionnels (28,16%) dont la plupart d'entre eux sont des hommes de 17 à 69 ans.

Par rapport aux oasis visitées, la population de Ghardaïa semble être la plus intéressée à l'usage des parties du palmier dattier dans les soins traditionnels. Au contraire, les populations d'El Oued et de Ouargla ne semblent pas employer ce savoir faire thérapeutique. (**Fig.11**).

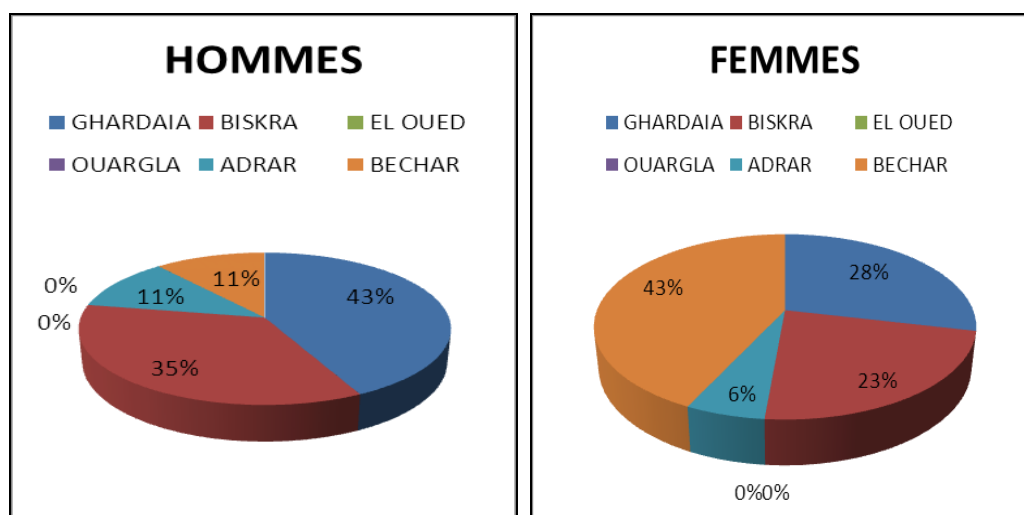


Fig.11. Fréquence d'utilisation du palmier dattier dans les soins traditionnels.

1.4. Parties du palmier dattier employées dans les soins traditionnels

Les résultats de l'enquête ethnobotanique menée à travers les 17 oasis montrent que la majorité des tradipraticiens emploient la partie du dattier soit seule ou additionnée à d'autres plantes ou à d'autres produits (miel, lait, beurre, etc....) pour soigner les maux et les problèmes liés à la santé de la population oasienne (**Tableau 15**).

Le pollen, les dattes, le sirop de dattes et les folioles (pennes), les graines (noyaux de dattes), représentent les parties les plus employées dans des recettes traditionnelles pour soigner les diverses maladies comme la stérilité mâle ou femelle, la toux, la diarrhée, la constipation, l'hypertension, les œdèmes, le vertige, les ulcères gastriques, les blessures et les maux de gorge.

Tableau. 15. Liste des cultivars du palmier dattier employés dans les soins traditionnels.

Régions	Cultivars	Parties utilisées	Maladies, effets thérapeutiques
Ghardaïa	Deglet Nour	Dattes	Diarrhée
	Deglet Nour (Dokkar)	Pollen	Stérilité mâle et femelle
	Ghars	Folioles	Toux
		Dattes	Blessures, constipation, hypertension, œdèmes, vertige, ulcères gastriques
	Oucht	Dattes	Accouchement facile, hémorragie
	Taddela	Folioles	Toux
	Tanetboucht	Dattes	Cancer
	Tazerzayt (Dokkar)	Pollen	Stérilité mâle et femelle
	Timdjouhart	Folioles	Toux, maux de gorge
	Autres cultivars	Graines de dattes	Fortifiant, faiblesse, goutte, allaitement
		Sirop de dattes	Cicatrisation de la peau, glycémie, maux de gorge, gencive
Biskra	Deglet Nour	Dattes	Glycémie, hypertension
	Ghars		
		Pollen	Stérilité mâle et femelle
	Mech Degla	Dattes	Fractures
Bechar	Autres cultivars	Graines de dattes	Maladie de la goutte
	Feggous	Dattes	Taches brunes de la peau
	H'mira	Dattes	Masque de beauté
Adrar	Bamekhlouf	Dattes	Morsures de scorpions
	Takerboucht,	Dattes	Vertige
	Autres cultivars	Pollen	Stérilité mâle et femelle

Selon l'enquête ethnobotanique réalisée, les différentes parties du palmier (fruits « dattes », sirop de dattes et "cœurs" des rejets) sont utilisées soit seules ou associées à d'autres plantes et/ou produits dans de nombreuses recettes. Ce sont les dattes fraîches qui sont les plus utilisées dans le traitement des cas d'anémie, de rhume, de diarrhée et même des cas de piqûres de scorpion.

L'effet positif des dattes fraîches sur la diarrhée est dû à leur richesse en fibres insolubles (57%) et de fibres solubles (43%) (Abdulla, 2008). Ces fibres alimentaires ont des capacités thérapeutiques considérables contre certaines maladies telles que le diabète, l'obésité et peuvent avoir un effet protecteur contre l'hypertension, les maladies cardiaques, les troubles intestinaux, le cholestérol, le cancer du colon et le cancer de la prostate (Tariq et al. 2000).

Des recherches en médecine, montrent que les dattes au stade mature "stade Tamar" sont recommandées pour les personnes souffrant du diabète de type 2 puisqu'elles renferment des sucres simples de type glucose et de fructose (Johnson et al. 2015). Aussi, les dattes aux stades « Rotab » et « Tamar » contiennent de l'ocytocine, une hormone qui joue un rôle important pendant l'accouchement et aussi lors de l'allaitement. Cette hormone est responsable de la stimulation des contractions de l'utérus (Belghiti et al. 2013) et dans

l'influence des cellules myoépithéliales des glandes mammaires (Manickavasagan et al. 2012) qui ont un rôle clé dans la lactation (Sue Carter, 2014) et empêche la prophylaxie de l'hémorragie post-partum (Martinet et Houdebine, 1993).

Par ailleurs, la pâte de dattes est traditionnellement utilisée comme pâte de massage gingival pour frotter l'intérieur de la bouche du nouveau-né afin de favoriser une bonne poussée dentaire, cette pratique est appelée "Tahnik" en arabe. Ainsi, cette pratique paraît avoir une activité antimicrobienne contre l'inflammation gingivite voir contre la tumeur de la cavité buccale (Chao et Krueger, 2007). La pâte de dattes mélangée à de l'eau de rose s'emploie comme masque de beauté hydratant et revitalisant de la peau, comme indiqué ci-dessus (**Tableau 15**).

Les résultats de l'enquête ethnobotanique exposent le rôle important du pollen du dattier en pharmacopée traditionnelle par les vieux tradipraticiens dans les différentes palmeraies, à savoir: le traitement de l'anémie, de la stérilité masculine et féminine ainsi que l'amélioration de la fertilité chez les deux sexes. La population oasienne conseille de consommer le pollen en suspension dans du lait ou en mélange avec du miel d'abeilles (hommes et femmes) pour y remédier aux problèmes de fertilité masculine. Contrairement, chez la femme, le pollen est généralement employé par saupoudrage de grains sur une serviette hygiénique pendant la phase fertile du cycle menstruel afin d'améliorer l'ovulation et la fertilisation, à rappeler que les inflorescences mâles fraîches entières contenant du pollen mûr sont également conseillées dans les soins de la stérilité masculine et féminine.

La population de Ghardaïa rappelle que les dattes du cultivar Tanetboucht sont consommées comme fortifiant riche en fibres qui pourrait avoir une activité anticancéreuse. Cela est dû principalement à leur richesse en antioxydants. Ces molécules protègent les cellules du corps des dommages causés par les radicaux libres (Halliwell, 1999) et préviennent le stress oxydatif (Khanavi et al. 2009). En effet, selon American Cancer Society, il est recommandé de consommer de 20 à 35 grammes de fibres alimentaires par jour afin de prévenir l'apparition du cancer. Aussi, les dattes sont considérées comme une excellente source en glucides, en protéines, en lipides, en fibres alimentaires, en certaines vitamines, en éléments minéraux et en composés bioactifs (Hamada et al. 2002; Al-Farsi et Lee, 2008a). Chao et Krueger (2007) ont souligné le rôle des dattes dans le traitement des problèmes intestinaux, les maux de gorge, le rhume, la fièvre, la cystite, les œdèmes et les problèmes abdominaux.

De plus, la population des oasis consomme le "cœur" des rejets du palmier, dans son état frais directement après son isolement, en salades, en soupes et en autres plats gastronomiques. Celui-ci est riche en protéines et renferme 17 acides aminés essentiels, il constitue également une importante source en fibres alimentaires, d'antioxydants de type « composés phénoliques » (Trabzuni et al. 2014) et un apport modéré en minéraux tels que le calcium, le fer, le potassium, le phosphore, le sodium, le magnésium, le manganèse, le cuivre et le zinc (Movahed et al. 2012). Cependant, le « cœur » des rejets est très faible en lipides et en sucres (Tabora et al. 1993).

L'huile de dattes pourrait être considérée comme une huile comestible non compétitive avec les huiles des autres cultures oléagineuses traditionnelles, en raison de son faible rendement (Al-Shahib et Marshall, 2003). Vu sa faible teneur en tocophérols et sa composition unique en acides gras (acide oléique, acide linoléique, acide laurique, acide palmitique et acide myristique) (Bouhlali et al. 2015), l'huile de dattes possède des caractéristiques qui la distingue des autres huiles végétales comme l'huile d'olive, l'huile de colza, l'huile de coco vierge et l'huile de palme (Abdul Afik et al. 2013). Les écarts de triage des dattes (graines et pulpes) sont également utilisés pour extraire une huile utilisable à des fins cosmétiques et pharmaceutiques (Devshony et al. 1992). Les graines de dattes sont utilisées en industrie alimentaire, cosmétique et pharmaceutique, elles sont soit concassées, torréfiées et puis consommées comme substitut de café « dépourvue de caféine » ou torréfiées au four et transformées en une poudre utilisée comme un produit cosmétique traditionnel par excellence, le « Khôl ». Toutes les études menées sur les graines de dattes jusqu'à ce jour, révèlent qu'elles sont très riches en antioxydants et en fibres alimentaires (Al-Farsi et Lee, 2008a) en protéines et en lipides (Al-Farsi et Lee, 2008b). Selon les travaux antérieurs, les composés phénoliques de graines de dattes, principalement les acides phénoliques et les flavonoïdes, possèdent des propriétés antioxydantes (Peterson et Dwyer, 1998; Juhaimi et al. 2012), anticancérigènes (Bailey et Williams, 1993), antimicrobiennes (Perveen et al. 2012; Bentrad et al. 2017) favorise leur utilisation pour le traitement des maladies gastriques, la prévention des ballonnements stomacaux et l'élimination des gazs et des toxines d'estomac (Al Fadda et Abu Ayanah, 2013).

2. Analyse phytochimique des parties du palmier dattier

Le screening phytochimique effectué sur quelques parties du palmier dattier a permis d'obtenir les résultats illustrés dans le **Tableau 16**.

Tableau 16. Analyse qualitative des métabolites primaires et secondaires contenus dans les différentes parties du palmier dattier.

Composés chimiques		Anthères	Fleurs femelles	Fleurs mâles	Folioles	Dattes	Pollen
Métabolites primaires	Amidon	-	-	-	-	-	++
	Glucosides	+++	++	+++	+++	+++	+++
	Leucoanthocyanes	-	+++	+++	+	+++	-
	Tanins	-	+++	+++	+++	+++	-
Métabolites Secondaires	Tanins catéchiques	-	+	-	-	+++	-
	Tanins galliques	+	+++	+++	+	+++	+
	Saponosides	+++	+++	++	+	+++	+++
	Flavonoides	+	-	-	+++	++	++
	Mucilage	-	-	-	-	+++	-

Intensité de coloration : importante (+++), moyenne (++), faible (+), absence totale (-).

L'analyse de ce tableau révèle une distribution hétérogène des métabolites primaires et secondaires traduite par une intensité de coloration variable dans l'infusé et dans la poudre des différentes parties du palmier. Les métabolites mis en évidence sont :

2.1. Amidon

C'est un polysaccharide du métabolisme primaire qui est présent dans les grains de pollen absent dans l'infusé des dattes, des folioles, des fleurs femelles et des fleurs mâles.

2.2. Glucosides

Ils sont présents majoritairement dans le pollen, les anthères, les folioles, les fleurs mâles et un peu moins dans les fleurs femelles et les dattes. Les glucosides sont connus pour leur fort pouvoir énergétique d'où la consommation des dattes en cas de rupture de jeûne, d'anémie et pour faciliter le processus de digestion. Ces métabolites assurent plusieurs activités à savoir l'activité anti-inflammatoire, antimicrobienne et analgésique (Mahran et al. 1976).

2.3. Mucilages

Ils apparaissent en forte teneur dans les dattes contrairement aux autres organes (anthères, pollen, folioles, fleurs femelles et fleurs mâles) qui en sont dépourvus. Notons que ces substances sont adoucissantes à rôle laxatif traitant la constipation (Siproudhis, 2006).

2.4. Flavonoïdes

Les infusés de folioles et de dattes sont très riches en flavonoïdes par rapport à ceux du pollen et des anthères ou ceux des fleurs qui en sont dépourvus. Ces substances (métabolites secondaires) sont dotées d'une forte activité antivirale (Iserin, 2001), antimicrobienne (Bentrad et al. 2017), anti-inflammatoire (Ghosh et Konishi, 2007), anti-tumorale, antiallergique, et d'autres vertus thérapeutiques à rôle purgatif contre la constipation (Mamyrbekova-Bekro et al. 2013) et le traitement de l'hyperglycémie (Abo El Soaud et al. 2004).

2.5. Anthocyanes

Ils sont présents majoritairement dans les fleurs, les folioles, les dattes et absents dans le pollen du dattier. Ces composés sont utilisés dans le traitement du diabète et des ulcères. Ils sont à activité antibactérienne et anti inflammatoire (Ghosh et Konishi, 2007). Les travaux antérieurs ont souligné que ces composés pourraient avoir une propriété anti-tumorale (De Oliveira et al. 1972).

2.6. Tanins

Les tanins catéchiques sont présents principalement dans les dattes, moyennement dans les fleurs femelles et totalement absents dans le pollen, les anthères, les fleurs mâles et dans les folioles. Cependant, les **tanins galliques** sont présents dans toutes les parties testées. La consommation accrue des dattes par la population pour se soigner contre la diarrhée et autre maladie s'explique par leurs propriétés anti-diarrhéiques, astringente, cicatrisante et contre les hémorroïdes (Bruneton, 2009). De plus, ces substances possèdent une propriété captive du

fer et protectrice du corps humain contre certaines tumeurs (Yoshida et al. 1995; Feldman et al. 1999).

2.7. Saponosides

Ils sont présents dans le pollen, les anthères, les folioles, les fleurs mâles, les fleurs femelles et dans les dattes. Ces substances sont réputées pour leur activité analgésique, ce qui explique l'utilisation de ces parties dans la cicatrisation des plaies et pour calmer toute manifestation inflammatoire.

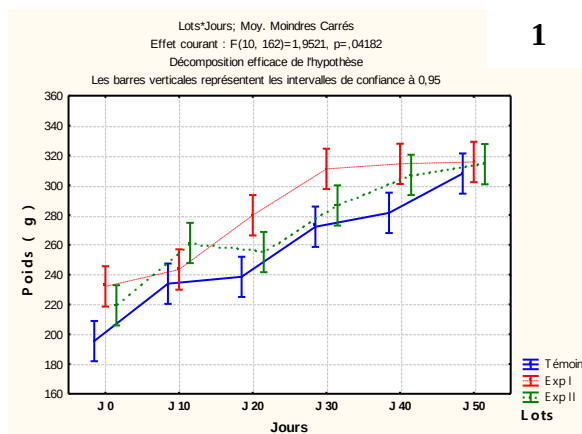
Les résultats de la composition phytochimique des différentes parties du palmier dattier qui figurent dans le **Tableau16** montrent la présence de composés chimiques dans ses différentes parties en particulier dans le pollen; parmi eux : les glucosides (métabolites primaires) et les métabolites secondaires sous forme de quantités variables. L'intensité de coloration observée renseigne sur la teneur du produit chimique présent dans l'infusé, ce sont les saponosides qui sont de teneur très élevée suivis des acides phénoliques (flavonoïdes et tanins galliques). Les tanins catéchiques ne sont pas mis en évidence dans l'extrait du pollen.

3. Evaluation de l'effet du pollen sur les facteurs de fertilité des rats mâles

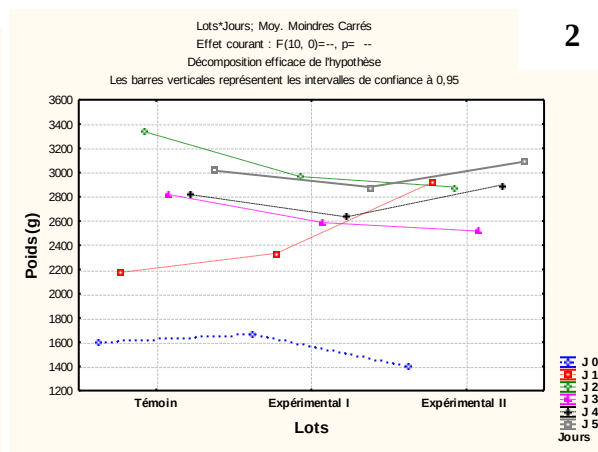
3.1. Poids corporel

La comparaison des moyennes des poids corporels des rats obtenues avant, pendant et après l'expérimentation révèle une élévation des poids des rats aussi bien chez les rats du lot témoin (sans traitement) que ceux traités par le pollen du palmier dattier.

Par rapport à la dose du pollen la plus efficace, l'étude des données avec une analyse de variance à deux facteurs (ANOVA) et la comparaison des moyennes avec le Test Post-Hoc HSD de Tukey montre un gain de poids considérable chez les rats gavés avec du pollen du dattier à la dose de 120 mg.kg^{-1} par rapport à ceux traités par 160 mg.kg^{-1} . Concernant la durée nécessaire au traitement par le pollen, 30 jours, semble être suffisante puisque le poids corporel des rats des trois lots (témoin et traités) reste stable et aucun changement significatif n'est enregistré après 1 mois (50 jours) (**Fig. 12**). Parallèlement, la quantité de nourriture (alimentation granulée) consommée par les rats de chaque lot augmente progressivement durant le premier mois. Après 30 jours, elle diminue petit à petit pour tous les lots.



1



2

Fig. 12. Variation des poids corporels (1) et de la quantité de nourriture consommée par les rats (2) durant 50 jours.

(Témoins: non traité, Lot Expérimental I: 120 mg.kg⁻¹, Lot Expérimental II: 160 mg.kg⁻¹, n= 10 rats par lot, moyennes significativement différentes au seuil $P < 0.05$. **J10**: 10 jours, **J20**: 20 jours, **J30**: 30 jours, **J40**: 40 jours, **J50**: 50 jours).

3.2. Poids testiculaire

La comparaison des moyennes des poids testiculaires des rats permet l'obtention des résultats suivants (**Fig. 13**) :

Le poids des testicules droits varie chez les rats du groupe témoins de 1,385 à 1,619 g avec une moyenne de $1,48 \pm 0,0865$ g et respectivement de 1,526 à 1,804 g avec une moyenne de $1,67 \pm 0,1106$ g et de 1,452 à 1,975 g avec une moyenne de $1,71 \pm 0,1906$ g chez les groupes expérimentaux I et II.

D'autre part, les poids des testicules gauches des rats témoins sont compris entre 1,275 et 1,692 g avec une moyenne de $1,45 \pm 0,1256$ g. Ceux des rats traités avec le pollen varient de 1,519 à 1,956 g avec une moyenne de $1,74 \pm 0,1500$ g (groupe expérimental I) et de 1,524 à 1,915 g avec une moyenne de $1,68 \pm 0,1356$ g (groupe expérimental II).

Par rapport à la position des testicules, aucune différence significative entre le poids du testicule gauche avec celui du testicule droit des 30 rats testés n'est notée ($P \leq 0.05$).

Par rapport à l'influence du pollen du palmier dattier sur le poids testiculaire, l'analyse statistique révèle une augmentation du poids testiculaire en présence de la dose 120 mg.kg⁻¹ du pollen par rapport à ceux des rats non traités.

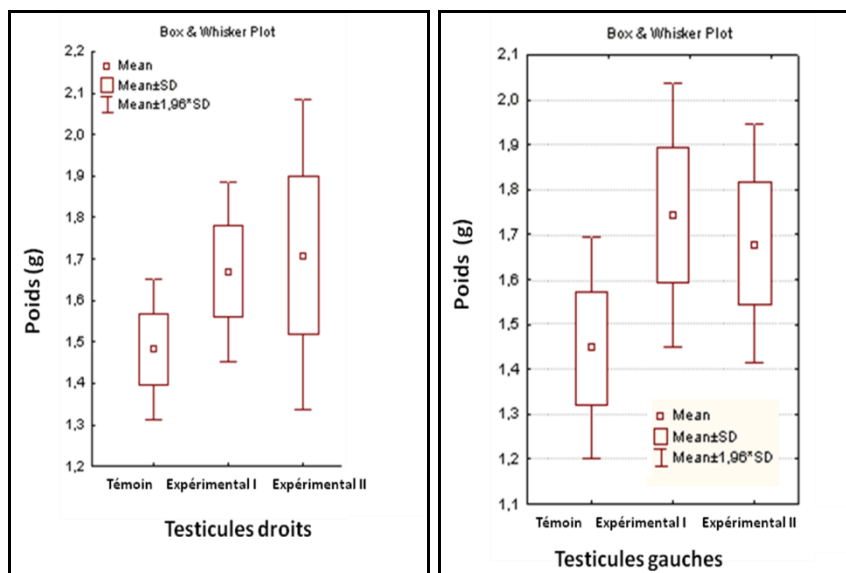


Fig.13. Variation des poids testiculaires chez les rats du lot témoin et ceux des lots traités (Valeurs : $M \pm ES$).

3.3. Taux de testostérone sérique

Le suivi du taux de testostérone sérique chez les rats mâles adultes (témoins et traités avec du pollen) par l'application de deux tests statistiques de comparaison de moyennes, le Test Post-Hoc HSD de Tukey et le Test D'Agostino-Pearson omnibus ($P \leq 0.05$) révèle que les valeurs obtenues sont statistiquement significatives (**lot Témoin, lot Expérimental I et lot Expérimental II**; $P = 0.03$).

Les valeurs affichées dans le **tableau 17** et la **Figure 14**, soulignent que la dose du pollen de 120mg.kg^{-1} paraît être plus efficace que celle de 160mg.kg^{-1} dans le traitement de la fertilité des rats adultes.

Tableau. 17. Comparaison des moyennes des taux de testostérone sériques des rats mâles adultes.

Groupe	Lot Témoin	Lot Experimental I	Lot Experimental II
Taux de testostérone ($M \pm ES$)	$0,93 \pm 0,7665$	$1,11 \pm 0,7073$	$0,32 \pm 0,2577$
Valeur P	0,4397	0,9508	0,3506

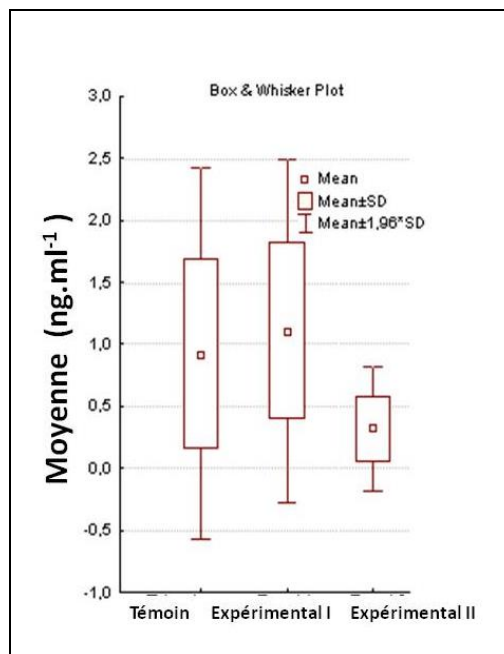


Fig.14. Variation des taux de testostérone sérique chez les rats des lots témoin et traités (Valeurs : $M \pm ES$).

A l'issue de ces travaux, nos données affirment que l'utilisation de la suspension du pollen du palmier dattier augmente les valeurs de quelques paramètres liés à la reproduction masculine à savoir le poids corporel, le poids des testicules ainsi que le taux de testostérone sérique selon la dose. Notons que la quantité d'aliments granulés consommés par les rats de chaque lot s'élève continuellement en fonction du temps (10, 20, 30 jours). Elle atteint la valeur maximale pendant le premier mois d'expérience. Après 30 jours, elle diminue pour tous les groupes (de 40 à 50 jours). Ce qui suggère un rôle appétissant du pollen du palmier sur les rats.

La durée de traitement de 30 jours semble être suffisante pour améliorer le gain du poids corporel des rats. Cette prise pondérale pourrait être due à la maturation de la voie du métabolisme des animaux (Schwark, 1992). Aussi, Abedi et al. (2012) ont observé l'effet bénéfique du pollen de palmier sur le poids des rats mâles après une période allant de 18 à 35 jours de traitement.

Parallèlement, l'administration du pollen du dattier aux rats semble favoriser l'élévation du poids des testicules indépendamment de leur position dans le corps des rats (droite ou gauche). Les deux concentrations testées (120 mg.kg^{-1} et 160 mg.kg^{-1}) augmentent légèrement le poids des testicules. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Iftikhar et al. (2011) et Bahmanpour et al. (2006) qui ont souligné que l'administration du pollen du palmier Iranien à 120 mg.kg^{-1} augmente les poids testiculaires des rats mâles. De même, Faleh et Sawad (2006) ont signalé que le pollen du palmier dattier Irakien favorise le gain du poids des testicules chez les lapins. En revanche, Skaudikas et al. (2003) ont noté une diminution significative des

poids testiculaires chez des rats traités par d'autres plantes. Ceci signifie que le pollen du palmier dattier contient des substances responsables pouvant agir sur le bon fonctionnement des testicules chez les rongeurs du sexe mâle.

Rappelons que la richesse des grains de pollen en composés polysaccharidiques (glucosides et amidon) donnant un goût sucré explique l'effet appétissant de la suspension du pollen chez les rats traités. Ceci permet de comprendre le gain de poids chez ses animaux de laboratoire. Ces composés pourraient donc être impliqués dans des réactions enzymatiques de synthèse des molécules responsables d'une élévation progressive de la consommation de la nourriture granulée par les rats. D'autre part, la présence des tanins galliques dans le pollen accentue la sensation gustative des aliments (Goldberg, 2003).

Les résultats du dosage de testostérone chez les rats traités au pollen pendant 50 jours, montre que la dose 120 mg.kg^{-1} donne les meilleurs résultats par rapport à la dose 160 mg.kg^{-1} . D'autres résultats récents ont indiqué aussi que la dose 120 mg.kg^{-1} du pollen de palmier iranien influe positivement les paramètres reproducteurs des rats traités (Mehraban et al. 2014). Cette amélioration du taux de testostérone sérique pourrait être due à l'augmentation des poids des testicules chez les rats mâles traités avec du pollen. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Bahmanpour et al. (2006) et Arfat et al. (2014). Ces auteurs ont souligné l'efficacité de la dose 120 mg.kg^{-1} du pollen dans l'analyse de la testostérone.

Parallèlement, une autre étude menée sur des rats mâles montre que l'administration du pollen augmente considérablement les taux de la testostérone, du LH et de l'estradiol (Mehraban et al. 2014). Il est à noter aussi que par sa composition en composés oestrogéniques tels que l'estradiol (E2), l'œstriol et l'œstrone, le pollen a la capacité d'agir sur l'activité gonadotrope des rats mâles, ce qui permet de réduire l'infertilité (Abbas et al. 2011). Ces résultats pourraient justifier le coût élevé et la non disponibilité du pollen dans de nombreuses oasis. Ce sous-produit du palmier dattier constitue un matériel intéressant qui ne doit pas être négligé et doit être valorisé.

C'est grâce à la richesse du pollen du dattier en saponosides qu'il est considéré comme une phyto-testostérone qui stimule la libido et améliore la fertilité des hommes physiquement actifs (Saad et al. 2011). Ces molécules pourraient améliorer les taux de testostérone endogène du corps par l'élévation des niveaux de LH, qui lui stimule la sécrétion de cette hormone (testostérone) dans les testicules par l'activation des cellules leydig (Gakunga et al. 2014).

CHAPITRE II

ESSAIS DE MULTIPLICATION PAR ORGANOGENESE DIRECTE IN VITRO

A l'issue de l'ensemble des observations réalisées, nous avons constaté que pendant les premières semaines après la mise en culture, les explants ensemencés sur un milieu avec ou sans régulateurs de croissance montrent plusieurs comportements morphogénétiques.

1. Réactions morphologiques

Elles se traduisent par un changement de longueur, d'épaisseur (gonflement) de l'explant avec ou non la variation de sa couleur (Planche 7).

En effet, la longueur de l'explant peut excéder 5cm après un mois de culture (Figures 1 et 3 PL.7), néanmoins, les ébauches foliaires restent très sérées les unes aux autres dans ce cas. Cette croissance rapide des explants n'est pas intéressante puisqu'ils finissent par se dessécher ou brunir. L'analyse des figures de la planche 7 montre que les réactions de longueur et de gonflement se manifestent de la même façon chez des explants de cultivars différents (Deglet Nour, Timdjouhart) et sur divers fragments d'organes testés (fragments d'apex, des ébauches foliaires, des bases de feuilles...etc).

A la différence, lorsque les explants montrent un écartement des ébauches foliaires dès la mise en culture, ces derniers seront plus performants pour la réaction morphogénétique désirée.

2. Réactions organogènes des explants

Elles se traduisent par la formation de jeunes organes à devenir végétatif appelés (bourgeons végétatifs) déjà préexistants ou nouvellement installés. Dans nos conditions expérimentales ces réactions se font en trois étapes : initiation de boursofflures bourgeonnantes (**étape 1**) puis expression de ces dernières en des bourgeons individualisés (**étape 2**) et enfin leur multiplication et individualisation en fonction du temps vis-à-vis des milieux de culture de repiquage testés (**étape 3**).

2.1. Initiation de souches bourgeonnantes (étape 1)

Cette étape se traduit par l'initiation des structures organogènes et/ ou histogènes évidentes à la surface de l'explant cultivé en fonction du temps et de la composition des milieux de culture successifs employés. Des diverses observations à l'œil nu et à la loupe binoculaire réalisées sur de nombreux explants cultivés sur les différentes combinaisons et concentrations des régulateurs de croissance testés, deux formes de bourgeons végétatifs se forment comme suit :

- **Bourgeons néoformés « de novo » non existants au préalable**, d'un tissu interstitiel en forme de petites protubérances de couleur blanche ou crème (de très petits nodules) après gonflement des tissus de l'explant après 3mois de culture sur le milieu de culture sans régulateurs de croissance (MO1). Selon, l'explant (base de feuilles, fragment d'apex, ébauche foliaire), ce tissu est composé par de petites protubérances de couleur blanche et/ ou crème beige de 2 à 5mm de diamètre (Figures 1 et 2, PL. 8) qui recouvrent la partie

basale et/ou la partie apicale des fragments d'apex et des bases foliaires. Ces protubérances s'intensifient de plus en plus jusqu'à envahir une grande partie voir la totalité de l'explant (Fig. 3, PL. 8).

- **Bourgeons existants en forme de mamelons à la base des ébauches foliaires**, c'est une percée directe de bourgeons après brunissement de la base de l'explant total après 9 mois de culture sur les milieux successifs suivants (MO1, M02 puis MO2). Il se voit alors un bourgeon de couleur blanche nacré en forme de boule (Fig. 1, PL. 9). La formation directe par le réveil des bourgeons en forme de mamelons existant à la base de chaque ébauche foliaire après brunissement total de la surface totale des parties entières de l'explant en question (Fig. 2, PL. 9). Il est à rappeler que ce sont les explants (fragments de feuilles, fragments d'apex munis de jeunes ébauches foliaires) qui sont les plus réactifs et qui bourgeonnent par cette méthode.

2. 2. Expression des protubérances en bourgeons isolés (étape 2)

Après repiquage sur le milieu de culture de composition adéquate et en fonction du temps, ces protubérances s'organisent et deviennent peu à peu chlorophylliennes (Fig. 3, PL. 8) à la lumière diffuse (12h/ 12h). A partir de ces structures émergent peu à peu de petits bourgeons néoformés de couleur blanchâtre, sur lesquels apparaissent de petites ébauches étroites qui se développent en de futures pousses feuillées (Figures. 4 et 5 PL. 8).

Parallèlement les bourgeons en forme de mamelons réveillés sous effets des régulateurs de croissance s'éclatent et percent en des bourgeons de couleur blanche bien exprimés, qui s'allongent en fonction du temps. Ces mamelons sont dits bourgenons axillaires puisqu'ils se trouvent organisés à la base des feuilles autour de l'apex principal du rejet. Cette même constatation a été signalée par Drira (1985) et El Bellaj (communication personnelle, 2013). Selon d'autres auteurs, les bourgeons axillaires ont les mêmes chances de survie, quel que soit leur niveau d'insertion par rapport au bourgeon terminal (Scoarnec, 1991).

PLANCHE 7

Réactions morphologiques des explants issus des apex des rejets du palmier dattier en culture in vitro

Fig. 1. Elongation des ébauches foliaires (une barre=1cm).

Fig. 2. Grossissement d'une base de feuille du cultivar Deglet nour après 2 mois de culture (MO1) (une barre=1,66cm).

Fig. 3. Elongation et gonflement de jeunes ébauches foliaires d'un fragment d'apex du cultivar Timdjouhart après 3mois de culture sur le milieu de culture MO1 (une barre=1,53cm)

Fig. 4. Gonflement et prolifération de jeunes feuilles du cultivar Deglet Nour après 3 mois de culture sur les milieux MO1 (une barre =1, 01 cm).

Fig. 5. Croissance et écartement des ébauches foliaires du cultivar Deglet Nour après 3 mois de culture sur les milieux MO1 (une barre =1cm).

PLANCHE 7

Réactions morphologiques des explants d'apex des rejets du palmier dattier en culture in vitro

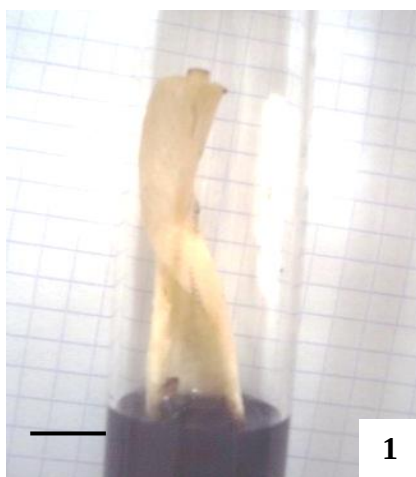


PLANCHE 8

Gonflement des explants d'apex avec une installation d'un tissu interstitiel

Fig. 1. Développement d'un tissu interstitiel sur la partie apicale du fragment d'apex (une barre= 5mm).

Fig. 2. Développement du tissu interstitiel blanc vitreux au niveau de la partie médiane du fragment d'apex du cultivar Deglet noir sur MO1 puis repiqués sur MO6 après 5mois de culture (une barre= 8mm).

Fig. 3. Développement d'un tissu interstitiel de couleur blanche à aspect vitreux après 3mois de culture (une barre =1,4 cm).

Fig. 4. Protubérances et début d'initiation de bourgeons après 3 mois de culture sur les milieux MO1 et MO11 à la loupe binoculaire Gx 80 (une barre =1 cm) après 9 mois de culture.

Fig. 5. Initiation de protubérances sur un explant d'apex après 3 mois de culture sur les milieux MO1 et MO6 (observés sous la loupe binoculaire, Gx 80) (une barre = 29 mm).

Fig. 6. Explants d'apex gonflé et d'un tissu interstitiel après 2 mois de culture sur les milieux MO1 puis sur MO6 (une barre = 47 mm).

Fig. 7. Explants d'apex gonflé et d'un tissu interstitiel après 2 mois de culture sur les milieux MO1 puis sur MO6 (une barre = 32 mm).

PLANCHE 8

Néoformation de bourgeons végétatifs (de novo) sur des fragments d'apex via un tissu interstitiel

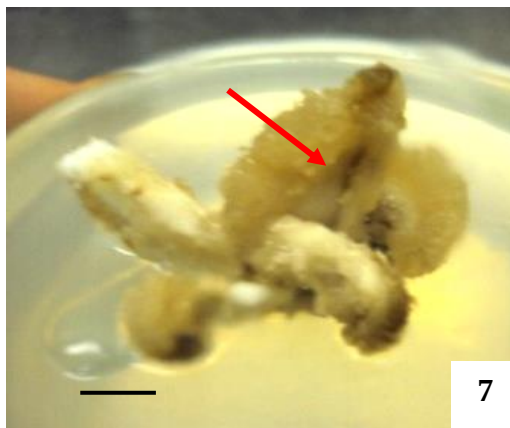
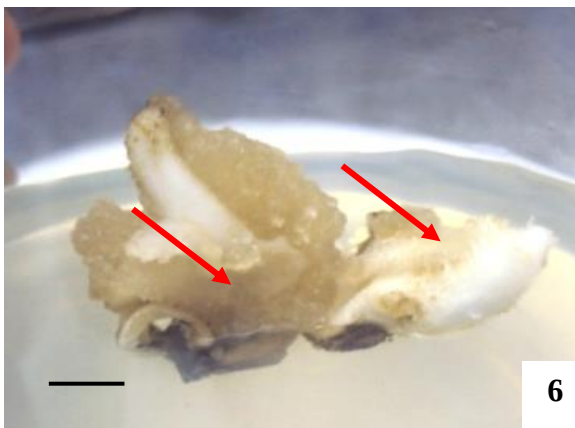
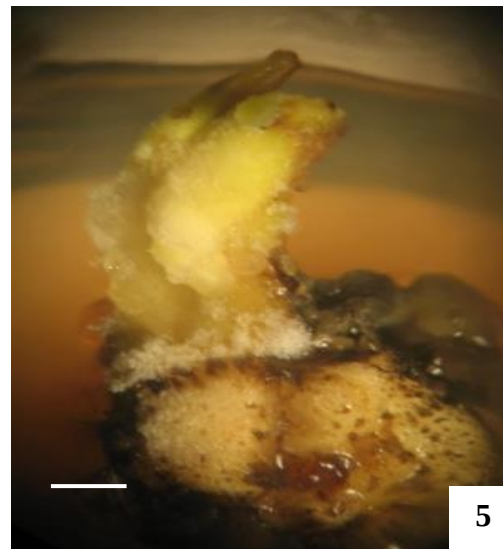
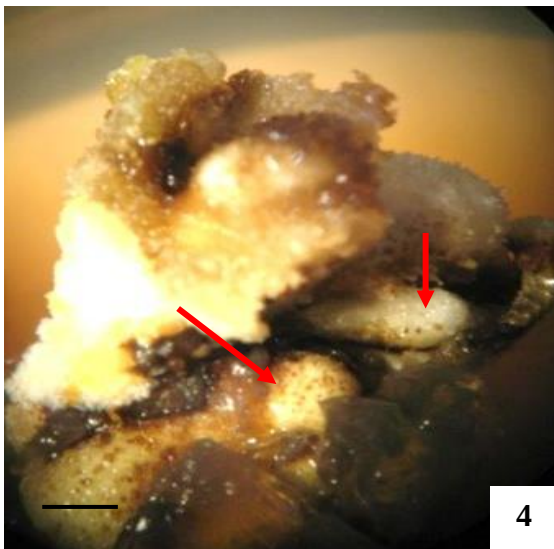
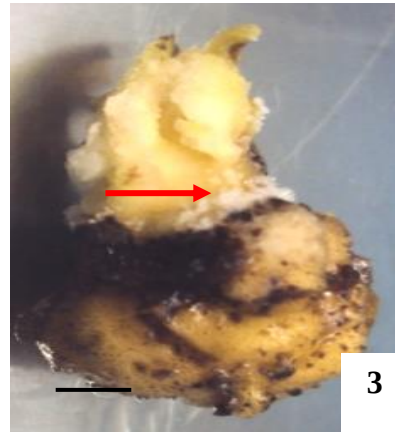
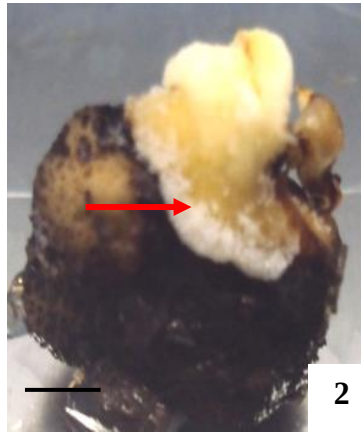


PLANCHE 9

Gonflement des explants d'apex avec une installation d'un tissu interstitiel

Fig. 1. Développement de Protubérances initiées à partir d'un explant d'apex de cultivar Deglet Nour après 8 mois de culture sur les milieux MO1 et MO7 (une barre= 1,4 cm).

Fig. 2. Percée de bourgeon à partir de es protubérances formées sur des explants d'apex du cultivar Deglet Nour, après 13 mois de culture sur les milieux MO1, MO7, MO8 et MO9 (respectivement dans l'ordre) (une barre= 1,6cm).

Fig.3. Début de prrolifération de bourgeons à partir d'un explant d'apex de cultivar Ghars après 7 mois de culture sur les milieux d'initiation MO1, MO2 et MO6 (une barre= 1,6cm).

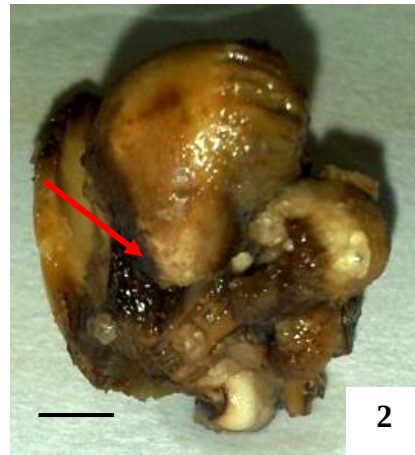
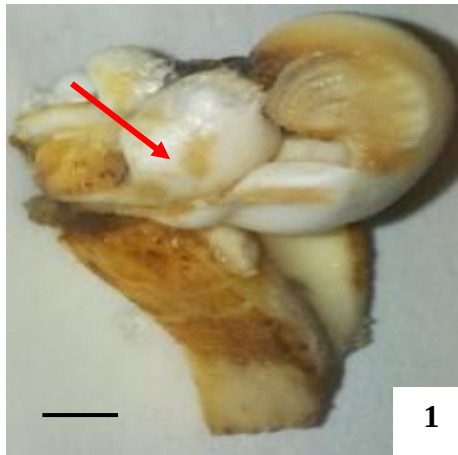
Fig.4. Début de prrolifération de bourgeons à partir d'un explant d'apex de cultivar Timdjouhart après 5 mois de culture sur le milieu d'initiation MO1 (une barre= 1,6cm).

Fig. 5. Proliférations de bourgeons à partir d'un explant d'apex de cultivars Deglet Nour cultivés pendant 5 mois sur le milieu d'initiation organogène (MO1) (une barre= 9 mm).

Fig. 6. Souches bourgeonnantes initiées après 13 mois de culture sur les milieux MO1, MO6 et MO11 (une barre =1,1 cm) chez le cultivar Ghars.

PLANCHE 9

Initiation et expression de boursoinflures avec la percée de bourgeons



2.3. Multiplication des souches bourgeonnantes (étape 3)

Dès l'expression de ces petites boursouflures blanchâtres (souches bourgeonnantes) sur les explants d'origine à des endroits différents (partie apicale et ou la partie basale de l'explant) après une période de temps allant de 5 à 6 mois sur les milieux dits inducteurs (MO2, MO3, MO4, MO5 MO6 et MO11), celles-ci s'intensifient en fonction du temps. Le transfert de ces bourgeons exprimés sur le milieu de culture de multiplication (MO12, Tableaux 11 et 12) en faveur des cytokinines contenant du 2-iP (1), BAP (0, 5), Kin (2), ANOA (1,5), ANA(1) mg.L⁻¹ avec leur maintien à la lumière diffuse 12H/12H induit la multiplication de ces bourgeons avec une nette individualisation. Ces bourgeons montrent de très jeunes ébauches foliaires de couleur blanche nacré. Notons que ce sont les bourgeons néoformés (de novo) qui se multiplient et montrent des amas de bourgeons avec de jeunes ébauches foliaires qui verdissent avec le temps (Fig. 6, PL. 9). A l'inverse, les bourgeons végétatifs exprimés directement à partir de bourgeons axillaires préexistants ne montrent pas de multiplication mais plutôt une elongation de ces derniers et formation de jeunes plantules (Fig. 5, PL. 9)

3. Analyse histologique des expressions organogènes

Dans nos conditions de culture, les boursouflures bourgeonnantes exprimées en de « futurs bourgeons » plus tard sont initiées sur les milieux de culture de Murashige et Skoog dépourvus de régulateurs de croissance.

L'étude détaillée des tissus réalisée sur des fragments d'apex (très actifs dans nos conditions expérimentales) avant et après développement de bourgeons végétatifs dans le but de connaître l'origine des néoformations bourgeonnantes a permis d'enregistrer les observations suivantes;

*La structure histologique des coupes longitudinales de fragments d'apex avant culture montre un apex bien zoné en 3 zones: apicale, latérale et médullaire, notons que la zone latérale est en fonctionnement par la formation de feuilles de manière intermittante (Fig. 1, PL.10).

* La structure histocytologique des coupes longitudinales de fragments d'apex ayant donné des bourgeons néoformés (de novo) avec une expression des bourgeons axillaires préexistants par développement direct de ces derniers permet de distinguer des zones méristématiques actives à des endroits différents comme suit :

* Installation d'un territoire méristématique important au sein de la zone apicale du méristème apical de l'apex du rejet (Fig. 2, PL. 10).

L'observation de plusieurs coupes histologiques longitudinales réalisées sur des explants d'apex, de feuilles en culture a permis d'observer la présence de territoires assez homogènes constitués par un ensemble de petites cellules (taille inférieure à celle des cellules voisines), à paroi cellulosique, avec des noyaux volumineux et des cytoplasmes denses. Ces

caractéristiques anatomiques nettes rappellent celles des tissus méristématiques (Fig. 3, PL.10). Celles-ci peuvent être considérées comme des zones actives au sein des tissus différenciés. Il semblerait donc que ces territoires ont une forte capacité morphogénétique responsable de l'initiation de souches organogènes et ainsi la formation de jeunes futurs nouveaux bourgeons. Ces mêmes constatations ont été confirmées par Aissam (1989), lors de l'étude de l'histologie des néoformations organogènes du palmier dattier marocain « variété halaoui. Cet auteur a expliqué que l'expression des formes nodulaires méristématiques, annonce les premiers stades de différenciation de bourgeons végétatifs. Ces formes cellulaires ont été aussi décrites par Beauchesne (1991), qui a signalé l'observation de nodules à l'origine des bourgeons qui s'expriment sur un milieu de culture adéquat pour donner naissance à des pousses feuillées.

D'autres observations faites sur des coupes des explants de bases de feuilles (Fig.4, PL. 10), ont mis en évidence un autre aspect tissulaire assez particulier avec des cellules plus ou moins allongées plus ou moins différenciées avec plusieurs rangées de faisceaux cribro-vasculaires de taille différente, de gros faisceaux au centre et d'autres plus petits de part et d'autre. Ces derniers peuvent être le siège d'une néoformation de jeunes bourgeons appelés bourgeons de « novo ».

*Développement et organisation des zones méristématiques de plus en plus importantes en fonction du degré de leur apparition de l'intérieur vers l'extérieur. En effet, il apparaît, que ces zones méristématiques deviennent de plus en plus importantes en fonction de la taille des ébauches foliaires en formation (développement de manière intermittente) ce qui donc rappelle la formation des jeunes feuilles au cours du processus de morphogenèse des plantes. Ces constatations expliquent clairement que ce sont les bourgeons préexistants en forme de petits mamelons à l'aisselle des jeunes ébauches foliaires qui s'expriment en fonction du temps en réponse aux différents milieux de culture testés. C'est pourquoi, nous remarquons que la taille de bourgeons formés est de taille de plus en plus importante selon le degré de leur apparition centrifuge (Fig. 2, PL. 10). Dans ce contexte, Beauchesne (1991) a expliqué qu'en présence du milieu de culture approprié, les bourgeons végétatifs du palmier dattier prolifèrent sur les bases de jeunes feuilles prélevées à partir cœur du rejet au niveau des sites prédéterminés localisés au milieu de la base elle-même. Nous pensons que les rapports auxines/ cytokinines pourraient orienter les cellules méristématiques vers la formation de bourgeons en réglant d'autres composantes du milieu de culture.

Dans le même sens, les travaux de Madhulatha et al. (2004) ont signalé que les cytokinines réduisent fortement la dominance méristématique apicale du palmier dattier ce qui favorise l'induction de bourgeons axillaires et la néoformation de pousses feuillées à partir des explants méristématiques.

De toutes ces observations, nous pensons que les bourgeons néoformés « *do novo* » sont dus certainement à l'ensemble des modifications tissulaires et cytologiques effectuées sous effets de plusieurs facteurs intervenant pour leur organisation comme les régulateurs de croissance,

la lumière, il pourrait exister aussi des signaux internes qui sont à l'origine de l'ensemble des réponses morphogénétiques observées (réactions morphologiques, morphogénétiques..).

L'apparition de ces territoires méristématiques en profondeur du méristème apical des rejets au niveau de la zone appelée corpus explique la multiplication de petites souches bourgeonnantes étant donné qu'elle est formée de cellules qui se divisent dans toutes les directions. Elle est connue pour être le siège d'une activité mitotique importante et de synthèses actives d'ADN.

A la différence, la périphérie du méristème apical est appelée tunica constituée d'une seule série (cas fréquent des monocotylédones) de cellules qui assurent la croissance en surface de l'apex et des feuilles qui l'entourent (**réactions morphologiques**), alors que le corpus contribue à l'accroissement en volume du méristème (**formation de bourgeons**) par des cellules de taille très petites, riches en ARN et en protéines avec un cytoplasme dense et des vacuoles très petites. Les noyaux occupent presque tout le volume cellulaire et les nucléoles sont de grande taille.

Nos observations microscopiques coïncident aussi avec celles Bouguedoura (1991) par la reconnaissance de trois zones au niveau du méristème apical bien que les formes et les tailles des apex de rejets soient très différentes. Ces zones sont définies d'après des critères cytologiques: dimension cellulaire, densité des constituants, fréquence des divisions, vacuolisation; tunica, corpus et un méristème médullaire (MM). Le tunica est formé par une assise de cellules à division péricle, un corpus à division péricle et anticline et un méristème médullaire avec des cellules disposées en files radiales à division péricle.

La double formation de bourgeons préexistants et néoformés par les fragments de l'apex des rejets explique l'activité des cellules des organes prélevés ce qui concorde parfaitement avec la période de prélèvement des rejets pendant les plus belles saisons. Ceci explique l'état de ce méristème apical en période végétative pendant laquelle il y a formation de feuilles et débourrement de bourgeons (période végétative). Nos constatations coïncident avec celles de Bouguedoura (2012), qui rappelle qu'en période végétative, le méristème apical du bourgeon devient très actif et que ce sont les divisions intenses des cellules sous tunicales latérales (cellules du corpus) qui provoquent l'apparition de nouvelles ébauches foliaires et de nouveaux bourgeons axillaires d'ordre secondaire. Cet auteur, explique aussi, que le méristème apical est aussi responsable de la croissance en longueur et un épaississement de la tige par des divisions anticlines. L'apex des rejets est donc l'équivalent du méristème caulinaire qui produit la majorité des organes aériens : feuilles, entre-nœuds de la tige ainsi que les méristèmes axillaires situés à l'aisselle des feuilles. Ce dernier possède donc de grandes capacités organogènes et histogènes. Le méristème des apex est dans ce cas indéterminé puisqu'il produit continuellement, des organes latéraux qui sont les bourgeons végétatifs et les feuilles. La présence de nombreuses cellules méristématiques témoignent qu'en cette période de vie, l'apex des rejets est aussi en période d'embryogenèse. Notons que les bourgeons néoformés (**de novo**) formés par les méristèmes axillaires qui se forment à l'aisselle de feuilles sont une reproduction fidèle du méristème apical du rejet.

PLANCHE 10

Origine histologique souches bourgeonnantes du palmier dattier

Fig. 1. Organisation du méristème apical du rejet du palmier dattier en zones. 1. Tunica; 2. Corpus; 3. Méristème médullaire. G. X 40.

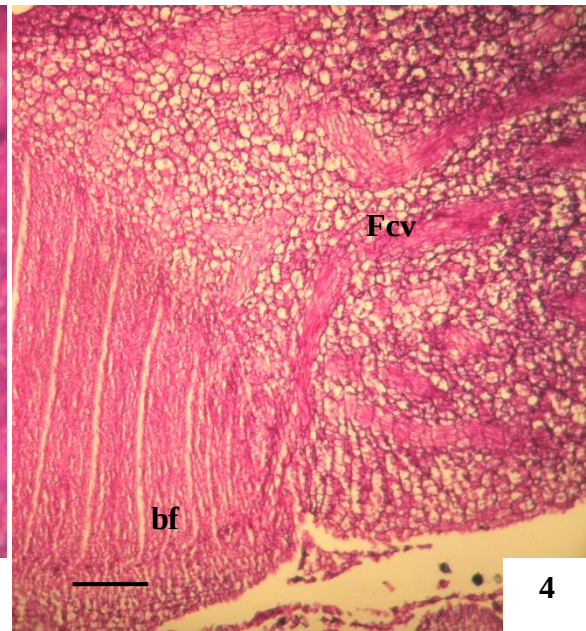
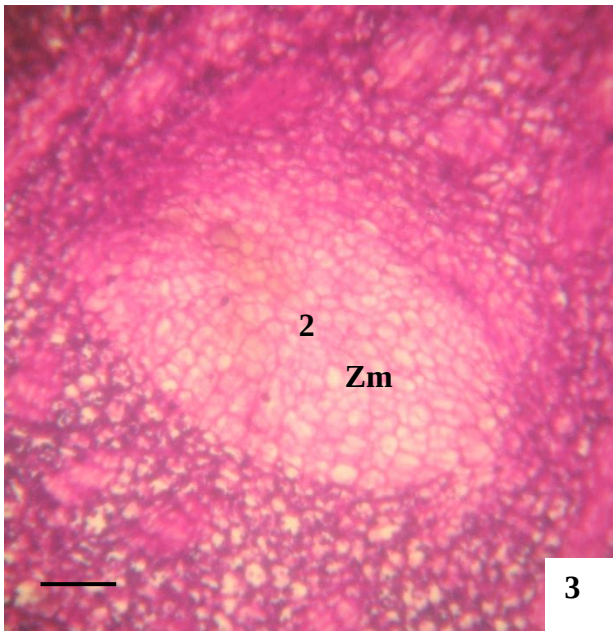
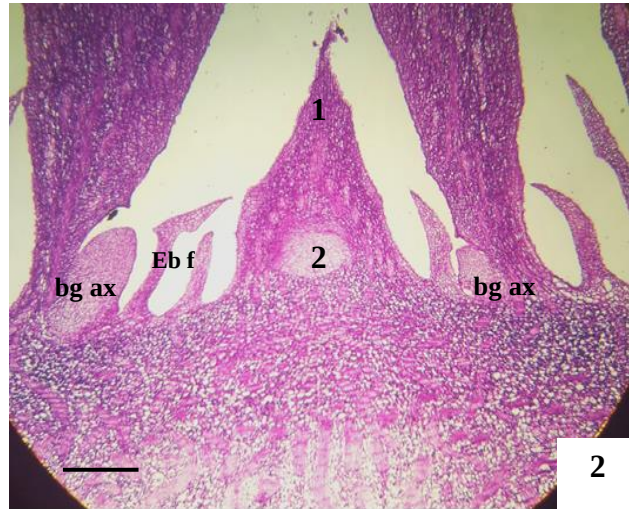
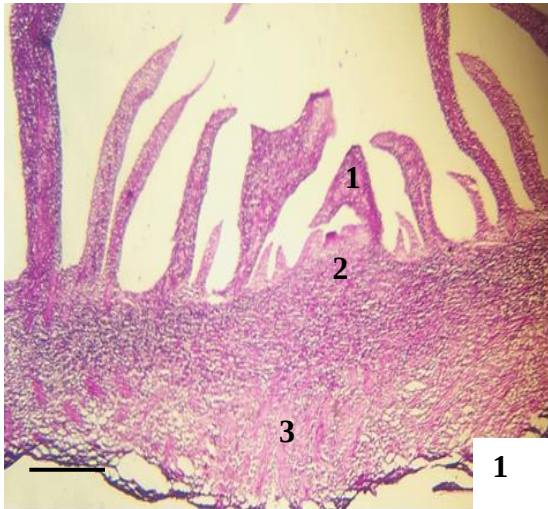
Fig. 2. Formation d'un territoire méristématique au sein du corpus pour l'induction de bourgeons néoformés et activation des bourgeons axillaires à l'aisselle des ébauches foliaires G. X 100. **bg ax.** Bourgeons axillaires préexistants, **eb f.** Ebauche foliaire (une barre= 10 µm).

Fig. 3. Détail cellulaire de territoire méristématique en profondeur responsables de la formation des souches bourgeonnantes. **Zm.** Zone méristématique. G. X400 (une barre= 16,2 µm).

Fig. 4. Organisation des rangées de faisceaux cribro-vasculaires de taille différente, siège de néoformations bourgeonnantes. **bf.** Base de feuille. **Fcv.** Faisceau cribrovasculaire. G. X 400 (une barre= 15 µm).

PLANCHE 10

Histologie des expressions organogènes du palmier dattier



4. Facteurs intervenant dans le bourgeonnement direct du palmier dattier

4.1. Nature des explants en culture

Au cours du processus d'organogenèse in vitro, plusieurs parties du cœur de rejets (bourgeon terminal, bourgeons axillaires et les bases des ébauches foliaires) sont testées sur les différents milieux de culture employés. Les observations quotidiennes des explants en réaction montrent que la vitesse et le pouvoir d'induction et de prolifération de souches bourgeonnantes varient selon le type de l'explant. En effet, ce sont les explants jeunes formés du méristème apical munis d'ébauches foliaires pourvus de petits mamelons (bourgeons préexistants) à leurs bases, qui constituent un matériel de choix pour la formation de nombreux nouveaux bourgeons via l'organogenèse directe. En effet, la dissection par la scission de l'apex des rejets est une étape importante pour la remise en développement de tous les bourgeons préexistants qui pouvaient être inhibés par le méristème caulinaire apical (dominance apicale). D'autre part, l'apparition de nouvelles zones méristématiques dispersées peuvent être considérées comme des méristèmes adventifs pouvant apparaître *de novo* au sein de tissus différenciés. Ces derniers vont acquérir la structure d'un méristème apical caulinaire avec son fonctionnement approprié (Beauchesne, 1991).

Parallèlement, la taille des explants destinés à la mise en culture joue un rôle crucial dans le phénomène d'induction et de prolifération des bourgeons chez le palmier dattier quelque soit le type de l'explant cultivé, ce sont surtout ceux qui sont petits (taille < 1cm) qui sont les plus réactifs en culture in vitro ce qui est en accord avec les exigences citées dans les travaux de Mazri (2013).

4.2. Période et taux de reprise des souches organogènes

A l'issue de toutes nos observations, il apparaît que l'initiation de souches bourgeonnantes, constitue une étape clé pour la réussite de la technique, autrement dit, le succès de l'organogenèse directe in vitro dépend de cette première étape. Il est important de signaler que le temps de reprise des explants mis en culture depuis leur prélèvement jusqu'à l'initiation de souches bourgeonnantes capables d'évoluer en de futurs bourgeons est défini comme un temps de réponse trop lent. Une même constatation a été soulignée par Abahmane (2011) et Beauchesne (1991) qui ont signalé que l'étape de l'initiation des bourgeons est toujours la plus délicate dans la technique de l'organogenèse chez le palmier dattier.

Concernant, le temps nécessaire à l'obtention des premiers bourgeons directement sur un explant en culture varie en moyenne de 4 à 14 mois avec un nombre de bourgeons formés faible variable selon d'autres facteurs qui seront présentés dans les paragraphes suivants. En effet, les différentes observations réalisées soulignent une lenteur dans la réaction des explants au cours de la phase d'initiation de bourgeons, qui se traduit par la vitesse réactionnelle très lente des explants jusqu'à la formation de futurs bourgeons pouvant aller de 14 mois.

Ces mêmes réactions tardives ont été signalées par Beauchesne (1983), Scoarnec (1991), Al-Maarri et Al-Ghamdi (1997), Khierallah et Bader (2007) et Al Kaabi et al. (2001) qui avaient obtenu des néoformations de bourgeons après 4 à plus de 8 mois de culture.

Au cours de nos expérimentations, les réponses morphogénétiques des explants sont variables car, au sein d'un même cultivar (Deglet Nour) et en présence de la même composition du milieu de culture, certains explants forment des bourgeons après 9 mois et d'autres après 12 à 14 mois de culture bien qu'ils soient placés sur le même milieu de culture.

Aussi, il ya l'effet de la période de prélèvement des explants sur les résultats obtenus, sur un même milieu (MO5 par exemple), les explants d'apex, de bases de feuilles ou d'ébauches foliaires réagissent positivement lorsqu'ils sont cultivés en septembre, octobre-décembre ou en février-mars par rapport à ceux cultivés aux autres mois. Cette différence de réaction peut être attribuée à la période de mise en culture, nous pensons que la reprise des fragments d'apex de rejets jusqu'à la formation de souches organogènes pourrait être liée à la période de reprise végétale naturelle. En effet, selon nos conditions expérimentales, la meilleure période de mise en culture coïncide avec les mois de septembre-décembre (période de récolte dattière) ou celle de février – mars (période d'activité végétative et florale). Ces remarques confirment celles de Beauchesne qui n'a obtenu une néoformation de bourgeons du cultivar Deglet Nour qu'à partir de bases de feuilles mises en culture en décembre, elles coïncident aussi avec celles de Scoarnec (1991) et celles de Bekheet (2013) qui expliquent que la formation des bourgeons dépend beaucoup de l'état général du palmier dattier en son état végétatif et/ ou floral.

4.3. Influence de la composition du milieu de culture

La néoformation de souches organogènes nécessite la présence de balances hormonales déterminées par des concentrations différentes, de cytokinines et d'auxines ainsi que d'autres additifs dont nous citons les plus importants,

4.3.1. Effets des régulateurs de croissance

Concernant les compositions de milieux testés, deux milieux de culture se montrent favorables à l'induction de souches bourgeonnantes « MO6 et MO11 » par rapport à tous les autres milieux de culture testés. Tous les autres milieux testés, se montrent soit non favorables, peu favorables (par apparition d'1 ou 2 boursouflures au hasard) ou avec une apparition de boursouflures qui restent ainsi (inertes).

Ainsi après un séjour de 1 à 2 mois sur le milieu de culture dépourvu de régulateurs de croissance, l'apparition de petites boursouflures à devenir organogène s'installe en fonction du temps après leur transfert de sur les milieux enrichis par des régulateurs de croissance (MO6, MO11). L'analyse statistique des résultats obtenus par le calcul des pourcentages d'explants avec ces boursouflures par rapport au nombre total d'explants employés révèle en moyenne; 15 souches bourgeonnantes initiées sur 27 explants avec un pourcentage de 55.57%

sur le milieu de culture MO11 et 16 souches bourgeonnantes sur 31 explants avec un pourcentage de 51.93% sur le milieu MO6.

En ce qui concerne la composition en régulateurs de croissance de ces deux milieux favorables à l'organogenèse directe, c'est le milieu **MO11** composé de (AIA: 0,9; ANA: 1; ANOA: 0,7; 2-iP: 0,1mg L⁻¹) en faveur des auxines (AIA, ANA, ANOA) qui donne un pourcentage élevé de bourgeons néoformés (55, 7%). En comparaison, le milieu **MO6** composé de (ANA: 2; 2-iP: 2; BAP: 1mg L⁻¹) en faveur des cytokinines (2i-P et BAP) permet d'obtenir un pourcentage de 51,93%).

Nous déduisons donc, que pour l'induction du processus de bourgeonnement direct des apex de rejets du palmier dattier, celui-ci se fait comme suit: d'abord une initiation¹ de formes globulaires sur le milieu dépourvu de régulateurs de croissance puis une expression de ces dernières² sur des milieux contenant de faibles concentrations de plusieurs auxines en même temps ou de cytokinines avec des auxines en même temps.

Cependant, l'analyse de la figure 15, laisse voir les milieux MO1, MO2, MO3, MO4 et MO5 avec de faibles pourcentages de bourgeonnement (19,68%, 24,88%, 9,16%, 14,92% et 22%). Par rapport à leur composition en régulateurs de croissance MO1 (aucun régulateur de croissance), **MO2** [AIB: 1; ANA: 1; ANOA: 0,7; 2,4D: 50 BAP: 2 mg.L⁻¹], **MO3** [AIB: 1; ANA: 1; ANOA: 0,7; 2,4D: 50 BAP: 2 mg.L⁻¹], **MO4** [AIB: 10; BAP: 1 mg.L⁻¹] et **MO5** (sans régulateur de croissance).

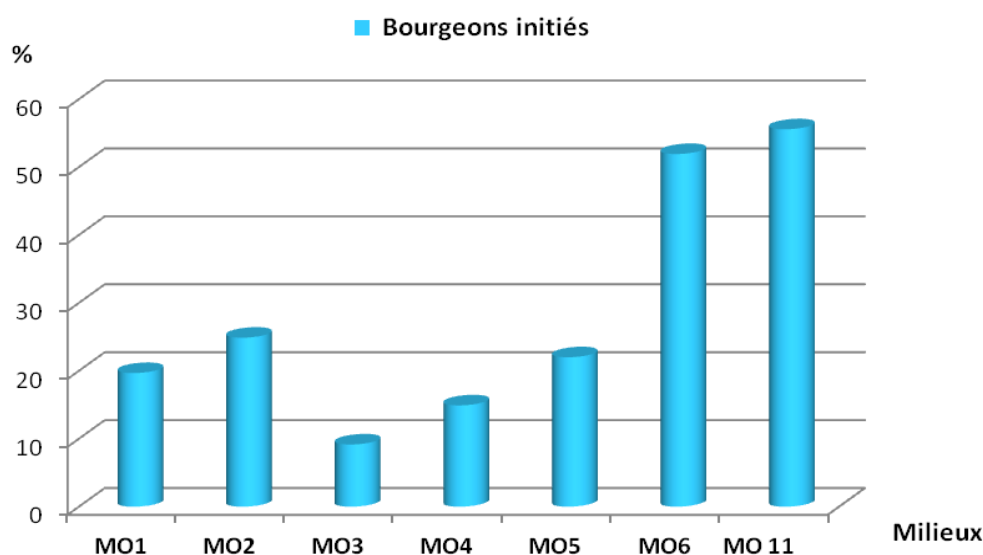


Figure 15. Variation des pourcentages de production de bourgeons initiés in vitro en fonction des différents milieux de culture testés.

Ces résultats montrent que l'initiation des bourgeons néoformés « de novo » à partir des explants cultivés in vitro est influencée par la combinaison et les concentrations des

régulateurs de croissance (auxines et cytokinines). L'analyse de ces résultats, confirme que ce sont les milieux contenant une hétérogénéité hormonale avec de faibles doses qui sont les plus favorables à l'expression des souches bourgeonnantes par rapport aux milieux en faveur des auxines ou des cytokinines seules. Dans nos conditions expérimentales, de nombreuses souches bourgeonnantes sont obtenues sur des explants cultivés sur des milieux à balance hormonale en faveur de cytokinines en particulier sur le milieu MO6 [2-iP (2); BAP (1); ANA (2) mg.L⁻¹]. Ce qui est en accord avec les résultats obtenus par Aissam (1989). Cet auteur, indique que ce sont les milieux de culture riches en cytokinines (BAP et Kinétine) qui sont les à l'origine des manifestations organogènes chez les cultivars marocains du palmier dattier. Au cours de ses observations, cet auteur a expliqué qu'en présence de faibles concentrations d'auxines, les cytokinines induisent la néoformation des bourgeons par différenciation. Aussi, (Raven et al. 2014) a publié que les fortes concentrations d'auxines inhibent le bourgeonnement en culture in vitro des explants du palmier dattier. Par ailleurs, les travaux d'Al Khateeb (2006) ont montré aussi que les faibles concentrations de cytokinines et des auxines sont plus favorables à la néoformation de nouveaux bourgeons.

Parallèlement, les milieux enrichis avec de faibles concentrations de plusieurs auxines se montrent aussi favorables à l'initiation de boursouffures bourgeonnantes comme le **MO11** [AIA(0,9); ANA(1); ANOA(0,7); 2-iP(0,1) mg.L⁻¹], le **MO2** [BAP(2), 2,4-D (50), ANA(1), AIB (1) mg.L⁻¹] qui sont en faveur auxinique.

Des résultats similaires ont été obtenus par Bekheet (2013), qui a signalé la formation de nodules de palmier après 5 semaines de culture dans un milieu enrichi par du 2,4-D combiné ou non au 2-iP à faibles concentrations. Selon Beauchesne et al. (1986), un nombre important de bourgeons prennent naissance à partir des explants de rejets cultivés sur un milieu d'initiation avec une balance hormonale en faveur des auxines, [ANA (5.4), AIA (5.7), ANOA (5 à 27), 2-iP (0.5 à 14.8), concentrations en µM]. Cependant, Skoog et Miller (1957) affirment que les balances hormonales (auxines/ cytokinines) en faveur des auxines orientent l'explant vers le fonctionnement caulogène (formation de pousses feuillées), malgré que, chez certains génotypes de palmier, les milieux riches en auxines peuvent provoquer l'initiation précoce des racines et orientent les explants vers la callogenèse (Anjarne et Zaid, 1993).

Douze ans plus tard, ces mêmes auteurs publient des résultats positifs sur l'organogenèse du palmier dattier en utilisant des milieux avec une balance hormonale en faveur d'auxines, alors que ceux en faveur des cytokinines entraînent un brunissement et une vitrification des tissus (Anjarne et al. 2005). Au contraire, Khierallah et Bader (2007) rapportent une formation de bourgeons chez le palmier dattier en présence d'un rapport hormonal légèrement en faveur de cytokinines [2-iP (2), BAP (1), ANA (1), ANOA (1), concentrations en mg.L⁻¹].

De l'analyse de ces références bibliographiques et en rapport avec nos résultats obtenus, nous confirmons que, pour pouvoir induire et produire avec un haut pourcentage des bourgeons in vitro via organogenèse directe, les deux régulateurs de croissance (cytokinines et auxines) doivent être présents ensemble dans le milieu de culture avec un rapport cytokinines/auxines

équilibré. Ceci est en accord avec les résultats des travaux de Bader et Khierallah (2007) qui ont rapporté que les balances hormonales équilibrées, avec un rapport auxines/cytokinines égal à 1 [BAP(1), 2-iP(1), ANA(1), ANOA(1), concentrations mg.L⁻¹] favorisent l'induction de bourgeons chez le palmier dattier. De ces travaux, il en ressort que les rapports des concentrations du milieu en régulateurs de croissance (auxines et cytokinines) ne sont pas théoriques. Elles en dépendent du comportement des explants sur le milieu de culture. Notons que le milieu MO1 totalement dépourvu de régulateurs de croissance permet d'obtenir 29% de souches bourgeonnantes sans aucun passage ultérieur dans des milieux enrichis par des régulateurs de croissance (auxines et /ou cytokinines). Ceci est en accord avec beaucoup de travaux de chercheurs marocains qui ne recommandent pas d'utiliser les régulateurs de croissance en particulier le 2,4-D dans les milieux de production de bourgeons de palmier dattier par organogenèse directe (Zaid et de Wet 1999; Abahmane 2011).

De plus, la culture des explants des rejets du cultivar Timdjouhart sur le milieu dépourvu de régulateurs de croissance (milieu MO1) provoque la formation de rares bourgeons (1 à 2 boursouflures) après 8 mois de culture sans développement ultérieur, alors que l'ensemble des explants d'apex des autres cultivars testés (Ghars, Bent Q'bala et Deglet Nour) sur ce milieu montrent une réaction positive. L'absence de régulateurs de croissance dans le milieu de culture d'initiation n'est donc pas un facteur limitant de l'induction de néoformations bourgeonnantes car ceci pourrait être dû à l'effet des régulateurs de croissance endogènes modulés par d'autres facteurs. En effet, plusieurs chercheurs sur la culture in vitro du palmier dattier indiquent que chaque génotype (cultivar) de cette *Arecaceae* pourrait exiger une composition du milieu de culture spécifique (Beauchesne, 1982; Al-Maarri et Al-Ghamdi 1997; El Hadrami et El Hadrami 2009; Roshanfekr Rad et al. 2015).

Au cours du processus de multiplication des souches bourgeonnantes ainsi que leur expression en de véritables futurs bourgeons, le repiquage des néoformations bien distinguées sur un milieu de culture en faveur de cytokinines à la lumière diffuse de 12H/12H a révélé des résultats satisfaisants avec 27% d'explants (à raison de la moitié des explants avec de boursouflures se multiplient avec l'augmentation du nombre de celles-ci qui augmente). Contrairement aux constatations de Bekheet (2013) qui souligne que le maximum de bourgeons du palmier dattier multipliés in vitro dans ses conditions expérimentales se fait présence de cytokinines seules [2-iP (5), Kin (2) en mg.L⁻¹]. A l'inverse, Zaid et Tisserat (1983a) rappellent que l'addition des régulateurs de croissance n'est pas indispensable à la prolifération de pousses feuillées puisque les bourgeons régénérés via l'organogenèse directe seront confrontés au problème de chute de capacité de multiplication due à la rhizogenèse précoce ou au verdissement des tissus (Anjarne 1998). Par rapport au temps nécessaire à l'expression de ces souches bourgeonnantes, les explants cultivés sur le milieu dépourvu de régulateurs de croissance (**MO1**) mettent plus de temps à les exprimer (plus de 12mois de culture). Nous pensons que ce sont donc les hormones de croissance endogènes qui sont à l'origine de ces néoformations surtout après une très longue période de culture. Cette hypothèse a été discutée dans une publication d'Al Kaabi et al. (2001) sur le palmier dattier, où les auteurs expliquent le rôle des auxines endogènes (de l'explant lui même) qui sont en

concentration suffisante dans le méristème apical caulinaire, sont capables de s'exprimer au moment opportun et induire la néoformation des bourgeons.

Dans ce contexte, Beauchesne (1991), a relevé le problème de dormance des explants en culture in vitro, selon cet auteur, elle serait due à la dominance apicale exercée par le bourgeon terminal qui inhibe le développement des bourgeons les plus proches, à la différence les bourgeons axillaires éloignés peuvent se développer normalement. Dans son article, il a aussi expliqué que le bourgeon ne peut reprendre qu'en cas de dormance partielle alors que ceux qui ne peuvent jamais reprendre en culture in vitro sont affectés par une dormance définitive.

4.3.2. Effets des additifs au milieu de culture

Les régulateurs de croissance employés à l'équilibre propice des explants cultivés in vitro agissent en corrélation avec les autres additifs testés aussi bien à l'initiation qu'à la multiplication des bourgeons. Parmi les additifs employés, la glutamine, l'adénine sulfate, la biotine, l'acide nicotinique et la thiamine. Par rapport aux milieux testés, nous remarquons que les explants cultivés sur des milieux de culture contenant ces composés montrent un comportement bénéfique à savoir; un faible brunissement des explants, une bonne croissance, une expression de souches bourgeonnantes apparentes voir une réaction morphogénétique positive. Ces observations concordent avec celles de Bader et Khierallah (2009) qui ont trouvé un haut pouvoir organogène des explants de l'apex du palmier cultivés dans un milieu de culture contenant de la glutamine. En effet, ce composé organique intervient dans l'initiation et dans la multiplication des bourgeons néoformés sur les explants du palmier dattier (Bader et Khierallah, 2009). De plus malgré que nous n'avons pas entrepris d'étudier l'effet des mélanges vitaminiques sur le comportement des explants, les résultats obtenus soulignent l'apport positif de ces derniers car les milieux enrichis par les complexes vitaminiques sont favorables aussi bien à l'initiation qu'à la multiplication de bourgeons néoformés à partir des fragments d'apex des rejets du palmier dattier. En effet, comme l'indique le tableau 12 et le tableau en annexe, la biotine, l'acide nicotinique, la thiamine et la vitamine C (ascorbate) sont les vitamines les plus employées dans nos conditions expérimentales et sont les plus citées pour la réussite des travaux de culture in vitro végétale (Abrahamian et Kantharajah 2011).

4.3.3. Brunissement des souches bourgeonnantes

Au cours des expérimentations réalisées, les explants testés montrent un brunissement total ou partiel en fonction du temps. Ce phénomène provoque le ralentissement ou l'arrêt total des multiplications cellulaires de l'explant, ce qui conduit à la mort de l'explant, il est dû à l'accumulation des polyphénols dans le milieu de culture, malgré le maintien des explants à l'obscurité totale, ces derniers brunissent à la base ou à leur surface (Abahmane, 2011).

Le traitement des explants avant mise en culture par des solutions antioxydants (solution acide ascorbique-acide citrique) en plus de l'addition du charbon actif ou du PVP

(polyvinylpyrrolidone) aux milieux de culture appropriés pendant l'étape de l'initiation et de la multiplication de souches bourgeonnantes semblent agir sur la survie des explants et provoque la néoformation de souches organogènes. D'autres travaux ont souligné que, l'adjonction de charbon actif (Zaid et Tisserat 1983a), de polyvinylpyrrolidon (Poulain et al. 1979; Rhiss et al. 1979), de l'acide ascorbique (Beauchesne et al. 1986) et de la solution acide ascorbique-acide citrique (Murashige, 1974) aux milieux inducteurs de bourgeons diminuent cette sensibilité des tissus vis-à-vis du brunissement des explants au cours de l'organogenèse. Par ailleurs, Zaid et Tisserat (1983a), ont publié que le brunissement des explants peut être minimisé par l'utilisation des explants de petite taille et par leur repiquage sur des milieux de culture neufs en un intervalle court, sans addition du charbon actif au milieu de culture, sans oublier la période de mise en culture qui paraît agir sur le brunissement des explants (Al-Maarri et Al-Ghamdi, 1995).

De toutes nos observations, nous résumons donc que l'initiation des souches bourgeonnantes des apex du palmier dattier est une conséquence directe de l'interaction de plusieurs facteurs dont les plus importants sont la composition du milieu de culture, le type de l'explant, le génotype, la période de mise en culture. Ces constatations sont en accord avec celles d'El Hadrami et El Hadrami (2009), Mazri (2013) et de Roshanfekar Rad et al. (2015).

CHAPITRE III

ESSAIS D'ANDROGENESE IN VITRO

2986 anthères appartenant à 4 spathes mâles de taille différente sont mis en culture in vitro sur les diverses compositions de milieux testés. Plusieurs réactions morphologiques (longueur, gonflement d'anthères) et histo-cytologiques (stades de développement) sont enregistrées.

1. Caractères morphologiques des fleurs des différentes spathes

La comparaison de la taille des fleurs mâles et des anthères avant mise en culture montre les résultats suivants (**Tableau 18**).

Tableau 18. Variation de la longueur des fleurs mâles et celle des anthères avec le stade cytologique dominant.

Longueur Spathe	Niveau de prélèvement (inflorescence)	Moy. Long. des fleurs (mm)	Moy. Long. des anthères (mm)	Stade cytologique dominant
Spathe 1 31 cm	Sommet	4,9	3,2	Cellules mères
	Milieu	6,2	3,4	Tétrade et microspores
	Base	6,6	3,6	Microspores
Spathe 2 40 cm	Sommet	6,2	2,8	Cellules mères
	Milieu	6,9	2,6	Cellules mères
	Base	7,1	3,2	Cellule mères et microspores
Spathe 3 34 cm	Sommet	6,4	3,4	Cellules mères
	Milieu	6,5	3,6	Cellules mères et quelques microspores
	Base	7	4,2	Cellules mères et microspores
Spathe 4 35	Sommet	5,43	2,94	Cellules mères
	Milieu	5,8	3,01	Quelques microspores, Cellules mères très abondantes
	Base	6,13	3	Tétrades, Cellules mères, Diades

2. Caractères cytologiques des fleurs des différentes spathes

Plusieurs stades cytologiques sont trouvés apparents dans les anthères des différentes spathes employées à savoir : cellules mères, microspores uninuclées, tétrades (**PL.12, Tableau 18**). L'analyse de ce tableau, montre que les observations microscopiques du contenu cytologique des anthères à chaque niveau est caractérisé par,

Spathe 1 (31cm), les fleurs de la base sont formées par des cellules avec de gros noyaux appelées cellules mères en plus des microspores avec noyau de la cellule végétatif et une cellule génératrice sont distincte. Les fleurs du milieu de l'inflorescence renferment aussi des cellules mères et des tétrades (Cellules avec 4 noyaux).

Spathe 2 (40cm), les anthères des fleurs de la base de l'inflorescence sont des cellules mères en division très abondantes avec des tétrades et des diades. Les fleurs du milieu de

l'inflorescence renferment beaucoup de cellules mères et très peu de microspores. A la différence, celles du sommet de l'inflorescence renferment des cellules mères abondantes avec de rares microspores.

Spathe 3 (34cm), les anthères des fleurs de la base de l'inflorescence sont des cellules avec des tétrades et des diades. Les anthères du milieu présentent quelques microspores seulement avec des cellules mères en division. Contrairement aux anthères du sommet qui présentent quelques cellules mères.

Spathe 4 (35cm), les anthères des fleurs de la base de l'inflorescence sont riches en cellules mères, des tétrades et des diades. Les anthères du milieu présentent quelques microspores seulement avec des cellules mères très abondantes. Par contre, les anthères du sommet sont riches en cellules mères.

Il est à rappeler que la taille des spathes est généralement liée à l'âge de ces dernières, plus la spathe est courte plus elle est jeune. Ce qui signifie que le gradient de l'âge des spathes employées (de la plus jeune à la plus âgée) est comme suit : spathe 1-spathe 3- spathe 4-spathe 2.

En effet, il existe une étroite relation entre la morphologie des boutons floraux et le degré de maturation des grains de pollen.

3. Etude histologique de la fleur mâle avant mise en culture

La fleur mâle comprend trois sépales réduits et trois pétales de trois à quatre fois plus longs que les sépales. Les six étamines aussi longues que les pétales sont disposés sur deux verticilles, la déhiscence des anthères se fait par deux fentes qui se forment au cours de la maturation. Les fleurs restent fermées jusqu'à libération du pollen (Bouguedoura, 1991). Chaque anthère est formée de quatre sacs polliniques reliés par un connectif.

L'observation des coupes réalisées au microscope photonique à différents grossissements montre (PL. 11).

Un épiderme, formé d'une assise de cellules de petite taille, de forme rectangulaire à paroi fine de nature cellulosique colorée en rose de part et d'autre et recouverte par la cutine.

Un Parenchyme, formé de cellules différenciées de grande taille contenant beaucoup de cellules à tanins avec des faisceaux cribro-vasculaires, primaires (Fig. 2, PL.11).

Les parties stériles de la fleur apparaissent posséder une assise épidermique cutinisée constituée de cellules différenciées, suivi d'une assise de cellules différenciées de grande taille contenant beaucoup de systèmes membranaires et de dépôts pariétaux de lignine sous forme de barreaux transversaux (Fig. 3, PL.11) avec deux assises de cellules plus petites allongées horizontalement. Il existe des amas de cellules de forme plutôt géométriques avec

des parois épaisses à coloration bleu verdâtre très riches en lignine et en polyphénols sous forme de tâches marron apparaissent au sein d'un parenchyme gorgé de tanins parcouru par un faisceau cribro-vasculaire, dans la zone qui sépare les deux loges appelées connectif (Fig. 4, PL. 11).

A l'intérieur des anthères et selon le stade de développement, nous observons plusieurs cellules de différentes formes (arrondie, ovale, ellipsoïde) avec la présence d'un ou plusieurs noyaux, entourées par des parois colorées en rose. Ce sont les différents stades de développement des grains de pollen à savoir ; cellules mères de grande taille délimitées par une paroi pectocellulosique, des tétraspores à paroi callosique de coloration rouge, des microspores avec des parois cellulaires rouges moins intenses avec le début de distinction de l'exine et de l'intine et des grains de pollen mûrs qui apparaissent sous forme ellipsoïdale et à exine plus ou moins claire (Fig. 4, PL. 11). L'ensemble de ces caractères anatomiques ont été soulevés par Bouguedoura et al. (1990). Cet auteur souligne la distinction des différentes phases cellulaires par rapport à l'évolution des microspores formées après division méiotique des cellules mères.

PLANCHE 11

Aspects histocytologiques des fleurs mâles du palmier dattier avant mise en culture

Fig. 1. Différentes pièces de la fleur d'une spathe mâle sur un Dokkar Deglet Nour. Observation au microscope photonique (G.x40, une barre = 12,5 μ m).

Fig. 2. Détail histologique du pétale et de l'anthère. Observation au microscope photonique (G.x100, une barre = 22,8 μ m)

Fig. 3. Détail tissulaire du pétale. Observation au microscope photonique, (G. x400 une barre = 81 μ m).

Fig. 4. Détail cellulaire de l'anthère. Observation au microscope photonique, (G. x400, une barre = 161 μ m).

PLANCHE 11

Aspects histocytologiques des fleurs mâles du palmier dattier avant mise en culture

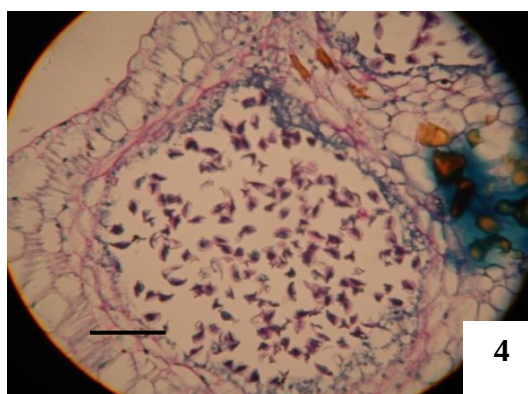
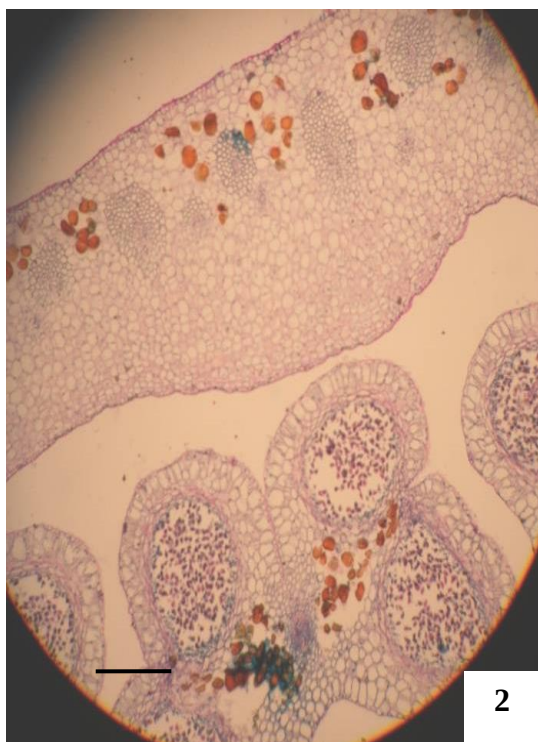
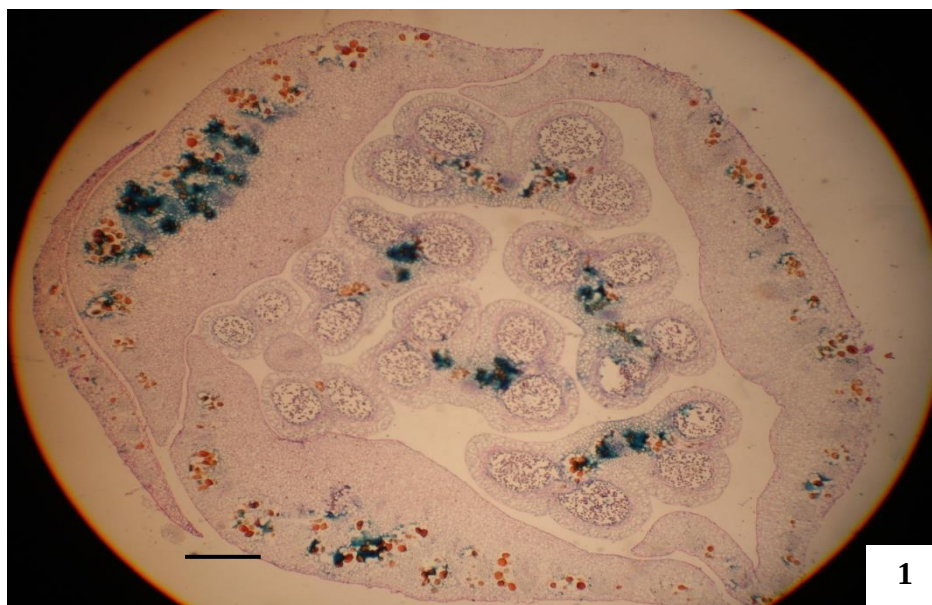


PLANCHE 12

Etat cytologique des anthères avant mise en culture

Fig. 1. Cellules Mères en division (Gx300, une barre = 22,4 μm).

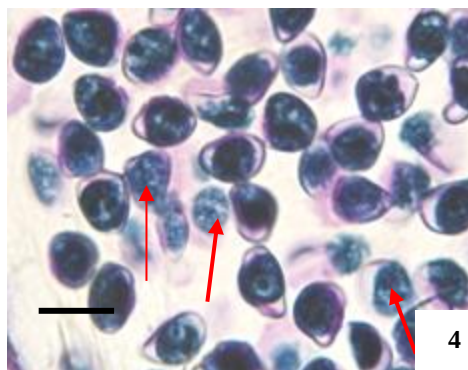
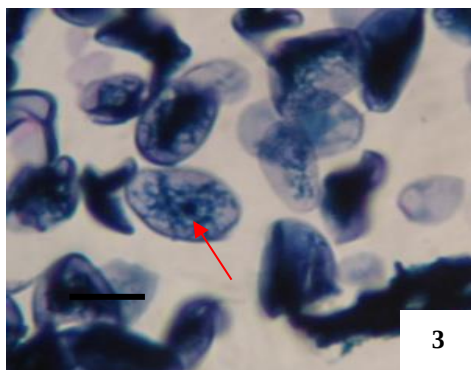
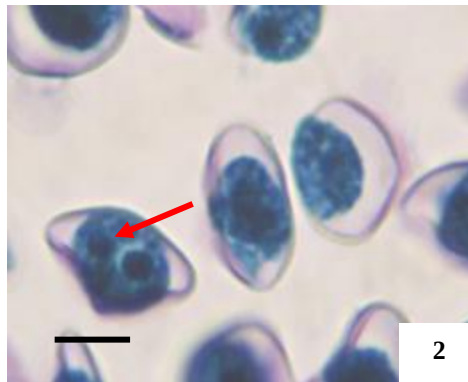
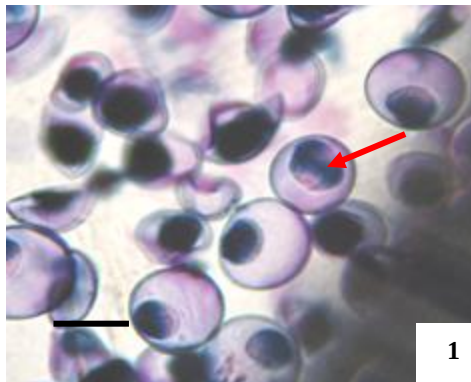
Fig. 2. Cellules à deux noyaux (Gx300, une barre = 30 μm).

Fig. 3. Microspore après mitose pollinique (Gx300, une barre = 36 μm).

Fig. 4. Cellules nourricières des microspores (Gx120, une barre = 20 μm).

PLANCHE 12

Etat cytologique des anthères avant mise en culture



4. Variations morpho-histologiques des anthères en fonction de la callogénèse

Au cours du développement en culture in vitro, les anthères montrent des changements morphogénétiques considérables, ceux-ci se traduisent par des changements morphologiques et d'autres callogènes.

L'analyse des observations réalisées sur l'ensemble des anthères cultivés sur les différents milieux de culture testés montre que ces dernières gonflent jusqu'à doubler de volume. A la différence, la couleur des anthères peut rester soit blanche ou passe au marron , marron foncé jusqu'au marron foncé voir brune.

En fonction du temps sur les milieux de culture testés, la quasi-totalité des anthères gonflées. Laissent apparaître des cals de texture friable à leur surface externe de couleur blanche ou des cals jaunes nodulaires aux extrémités. La consistance des cals est variable, certains sont friables, d'autres cals compacts ou globulaires de texture lisse.

Les prises de vues présentées à la planche 13, résument les différentes installations callogènes observées sur les anthères en fonction de leur culture.

C'est au niveau de la fente de déhiscence que se voit un nombre considérable de cals en forme de petits nodules blancs (Fig. 1, PL.13) ou sous forme d'une masse compacte uniforme sur toute son étendue (Fig. 2, PL.13). Notons que la callogénèse des anthères est suivie par le brunissement des anthères en question (Figures. 3, 4, 5 et 6 PL.13).

Au cours de cette étude, nous remarquons que les anthères des fleurs prélevées du sommet et celles prélevées du milieu de l'inflorescence sont jeunes, restent blanches, fraîches réagissent plus rapidement dans nos conditions expérimentales, sur le plan cytologique, elles sont riches en cellules mères, et en microspores. Aussi, l'âge de la spathe prélevée joue un rôle important car plus la spathe est jeune (elle est petite) plus la réaction morphogénétique est prononcée. Ceci est décelé dans nos échantillons, ce sont les anthères des spathes 1 et 2 (plus jeunes et tendres au toucher), qui sont plus réactives par rapport aux anthères de la spathe 3 de consistance plus ou moins dure avec une différenciation plus marquée des tissus internes. Le stade de maturité des fleurs est un facteur déterminant de la nature des anthères et de leurs comportements en culture in vitro. La morphologie des boutons floraux repose, en effet, sur l'état de maturation des grains de pollen qu'ils renferment. Les critères morphologiques correspondant aux stades cytologiques des microspores sont les longueurs relatives des sépales et des pétales (Sibi et al. 1979).

De plus, le prétraitement des spathes à 4°C par leur maintien au réfrigérateur pendant 48H à 2 semaines semble participer au développement positif des anthères pour l'induction de cals.

Ceci est en accord avec les observations de Zhang et al. (2013), qui signalent le rôle positif du prétraitement des anthères par le froid ou la chaleur. Dans le même sens, Nitsch et Norreel (1973) et Najafabadi et al. (2015) publient l'effet favorable d'un prétraitement thermique pour l'induction du processus de l'androgénèse. Il est donc clair que ce type de traitement permet aussi d'obtenir une meilleure synchronisation des cellules haploïdes, ainsi qu'une bonne induction callogène (Chaibi et al. 2002).

Parallèlement, la position des anthères dans le milieu de culture influence beaucoup son développement et les résultats obtenus, la position horizontale avec une orientation de la fente de déhiscence de l'anthère vers le milieu de culture est la plus favorable au développement de cals (Figures 1, 2 et 3). En effet, plusieurs cals se forment sur les anthères cultivées de la sorte. Cette observation a été aussi soulignée par Bouguedoura (1991). De plus, c'est le milieu de Nitsch qui a permis d'aboutir à des résultats très encourageants dans nos conditions expérimentales.

PLANCHE 13

Variations morphologiques et callogenèse des anthères en culture in vitro (Après 3 mois de culture)

Fig. 1. Cals blanchâtres nodulaires petits sur la fente de dehiscence de l'anthère GX128, (une barre = 0,22cm).

Fig. 2. Cals blanchâtres très compactes sur la paroi de l'anthère GX128 (une barre = 0,1cm).

Fig. 3. Cals blanchâtres très friables formés dans la fente de déhiscence de l'anthère G. X128 (une barre = 0,15cm).

Fig. 4. Cals à texture hétérogène (friable avec de petits nodules) formés à la base de l'anthère après son brunissement total GX128 (une barre = 0,13cm).

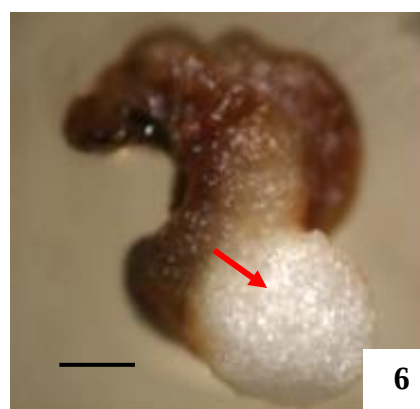
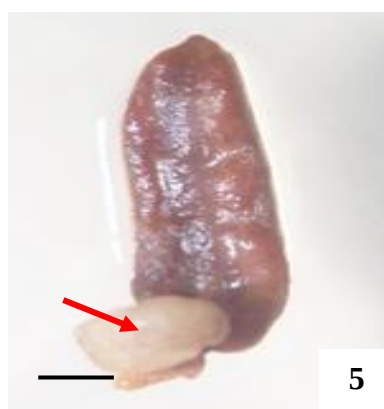
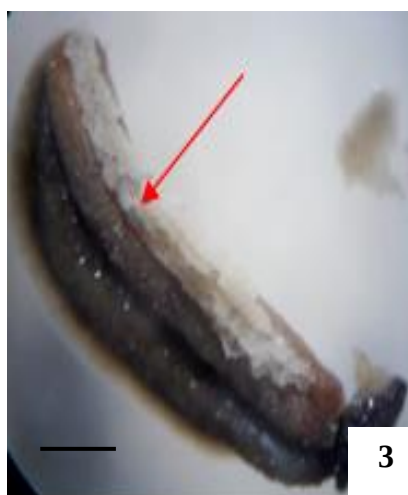
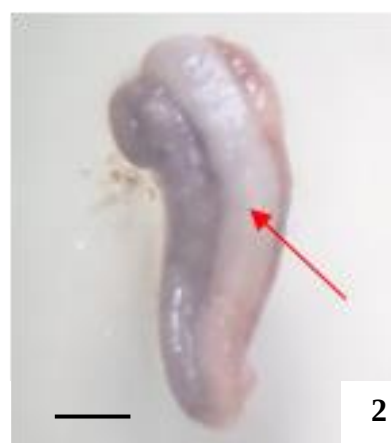
Fig. 5. Cals en nodules de couleur crème formés à la base de l'anthère après un léger brunissement. GX128 (une barre = 0,18cm).

Fig. 6. Cals en gros nodules compacts à la base de l'anthère après son brunissement. GX 128 (une barre = 0,2cm).

PLANCHE 13

Variations morphologiques et callogénèse des anthères en culture in vitro

(Après 3 mois de culture)



5. Variations histologiques des anthères en culture in vitro

En fonction des variations morphogénétiques, l'observation des coupes histologiques réalisées sur des anthères en culture montre des réactions cellulaires et tissulaires importantes, elles se traduisent par une superposition de plusieurs assises de cellules au niveau de l'épiderme des anthères (Fig. 1, PL. 14). Notons aussi, que les tissus des anthères sont riches en polyphénols, ce qui explique leur brunissement de plus en plus prononcé en culture in vitro (Figures 3, 4 et 5, PL. 14).

Les tissus de la partie sommitale de la spathe, révèlent un ensemble de cellules vivantes très denses, riches en protéines à noyaux volumineux avec des divisions intenses. Cette activité cellulaire intense engendre des cellules avec 2, 3 ou plusieurs noyaux. Nos observations rejoignent ceux de Bouguedoura (1991) qui a observé plusieurs noyaux dans les cellules des anthères en culture.

Au niveau de la région médiane de la spathe, les cellules des anthères sont très riches en réserves protéiques mais dépourvues d'amidon par leur activité excessive. Les cals formés à la surface des anthères se forment particulièrement à partir des divisions des cellules pariétales (Fig. 1, PL.14), ou à partir des cellules du connectif. Ce sont des cals hétérogènes, composés par des amas de cellules jointives (Fig. 2, PL. 14) caractérisées par des cellules à cytoplasme clair avec une absence d'organites cellulaires, un très dense avec des traces de polyphénols dans les cellules périphériques. Ces mêmes constatations ont été soulevées par Chaar et al. (2012) au cours de l'étude de l'androgénèse chez le genre *Petunia*.

L'observation histologique des coupes effectuées au niveau de **l'anthère** situées à la **base de la spathe** a révélé la formation de cals internes situées dans le sac pollinique avec des cellules colorées en vert-bleu denses. Ces cellules du cal s'étendent sur toute la longueur de la fente de déhiscence de l'anthère (Figures 3, 4, PL. 14). Nous pensons que ces cals se forment à partir de cellules mères de l'anthère avant sa mise en culture. Cependant, nous ne pouvons affirmer avec exactitude l'origine exacte des cals dans les conditions de culture des anthères, d'où l'intérêt de réaliser une étude histologique très poussée en fonction du temps avec des prélèvements périodiques. L'origine incertaine des cals par androgénèse a été aussi signalée chez *Petunia* par Chaar et al. (2012), malgré que, Feng et Wolyn (1991), ont précisé que chez le genre *Asparagus*, les cals sont originaires des microspores uninucléées.

Par ailleurs, ces cals formés dans la partie interne de l'anthère et en particulier au niveau de la fente de déhiscence, est l'un des résultats les plus recherchés en culture d'anthères puisqu'il garantit l'obtention de structures d'origine haploïde, ce qui marque le point fort de nos résultats obtenus puisque la majorité des cals observés sont ceux formés au niveau de cette partie de l'anthère. Rappelons que Sangwan et Norreel (1975) avaient signalé que seules les microspores formées au cours des premières mitoses du pollen devraient se diviser pour former des cals. Aussi, Mitchell et al. (1980) avaient annoncé que le développement des microspores dans les anthères au cours de la microsporogénèse est une opération très compliquée qu'une formation de cals en culture d'anthères.

PLANCHE 14

Variations histologiques des anthères en culture in vitro

Fig. 1. Epaississement de la paroi de l'anthère par superposition de nouvelles couches de cellules. G X30 (une barre = 10,4 μm).

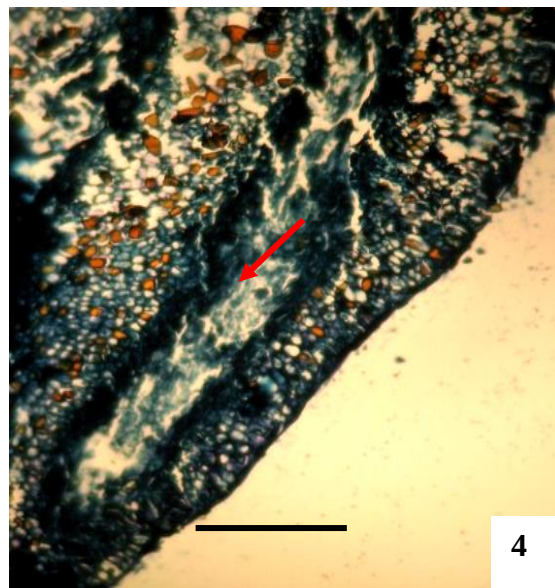
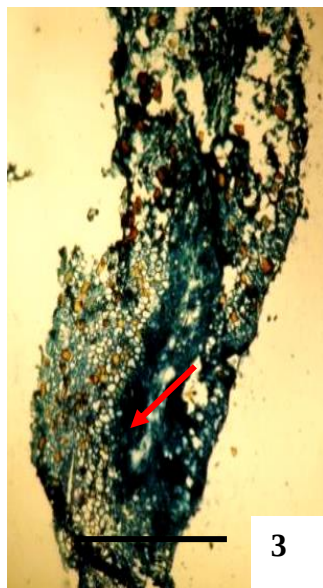
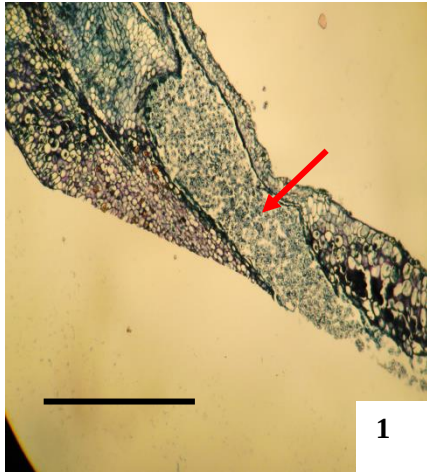
Fig. 2. Cal issu de la paroi de l'anthère composée de cellules jointives. GX30, (une barre = 11 μm).

Fig. 3. Cal formé à l'intérieur de la fente de déhiscence de l'anthère et à partir des cellules mères. GX30 (une barre = 21,5 μm).

Fig. 4. Cal formé à l'intérieur de la fente de déhiscence de l'anthère et à partir des cellules mères. GX120 (une barre = 22,1 μm).

PLANCHE 14

Variations histologiques des anthères en culture in vitro



CONCLUSION GENERALE

Ce travail nous a permis de nous initier au domaine de la recherche en endocrinologie, d'enrichir nos connaissances en gynécologie en plus de celui des biotechnologies végétales auquel nous appartenons.

Cette étude rapporte pour la première fois à l'échelle internationale et nationale un inventaire de cultivars de palmier dattier utilisés dans les soins traditionnels, même si le dattier a été inventorié plusieurs fois pour une meilleure connaissance, une sélection agronomique, économique (voir annexe 1).

Les résultats des investigations réalisées sur le terrain par l'enquête ethnobotanique dans 17 oasis du sud du pays dans les différentes zones prospectées révèlent seulement 12 cultivars de palmier dattier parmi les 132 cultivars identifiés et inventoriés sont employés dans les soins traditionnels.

L'identification du cultivar en question est principalement basée sur des critères morphologiques et sensoriels. En effet, plusieurs parties du dattier sont employées dans les soins traditionnels comme, les dattes, les inflorescences mâles, le pollen, le cœur des rejets, les folioles et les graines. Ce sont surtout les hommes qui s'intéressent plus par rapport aux femmes en particulier ceux qui sont âgés de 40 à 70 ans aux effets bénéfiques du palmier sur la santé de l'Homme.

Selon l'enquête réalisée, ce sont les dattes, les fleurs, le pollen, les graines puis les feuilles qui sont les plus employées avec ou sans additif ou complément alimentaire pour traiter l'anémie, le rhume, la diarrhée ainsi que le traitement des piqûres de scorpion.

Le pollen du dattier est très employé en pharmacopée traditionnelle par les vieux tradipraticiens dans les différentes palmeraies pour le traitement de l'anémie, de la stérilité masculine et féminine ainsi que pour l'amélioration de la fertilité chez les deux sexes.

Face au problème de stérilité de plus en plus soulevé, les hommes s'intéressent beaucoup au pollen du palmier, les âgés et les plus jeunes car malgré que ces derniers soient moins attirés par de tels remèdes naturels, ils lui reviennent presque toujours après avoir tenté le traitement par des médicaments chimiques. Cependant, les résultats de l'enquête ethnobotanique signalent une perte d'informations utiles de génération en génération sur l'emploi du palmier dattier dans les soins traditionnels, d'où l'importance de valoriser les sous-produits du palmier dattier, en particulier le pollen qui a un effet très bénéfique sur la fertilité. La diversité de l'utilisation des parties du palmier dattier peut offrir des avantages socio-économiques aux phoeniculteurs et aux autres secteurs. Les données de l'étude ethnobotanique sont encourageantes puisqu'elles présentent les parties du palmier comme des produits naturels, riches en vitamines, en minéraux essentiels et en antioxydants. Seulement, des recherches futures sont nécessaires pour explorer d'autres caractéristiques qui pourraient être valorisées dans la nutrition et la santé humaine.

Des résultats obtenus de l'étude pharmacologique sur quelques paramètres liés à la reproduction des rats mâles (poids corporel, poids testiculaire, taux de testostérone). Cette application a bien souligné l'effet bénéfique des grains de pollen dans le système corporel de ces animaux, celui-ci semble avoir un potentiel aphrodisiaque non négligeable.

Ces résultats intéressants nous encouragent à entreprendre d'autres études sur l'activité du pollen sur les hormones en général et sexuelles en particulier chez les hommes que chez les femmes pour des confirmations définitives, d'autre part, envisager le pollen comme une « poudre officinale » dans le commerce pharmaceutique futur. Ceci ouvrira de larges perspectives dans le domaine de gynécologie obstétrique surtout que le nombre de cliniques à traitement de stérilité chez l'Homme se multiplie de plus en plus en Algérie dont nous citons les plus connues à Alger; clinique tiziri, clinique d'écoute et de conseils contre la stérilité...etc.

Par ailleurs, l'enquête ethnobotanique réalisée a soulevé, le devenir inquiétant de plusieurs cultivars intéressants qui sont en voie de disparition d'une part par le changement climatique et d'autre part par le vieillissement du verger phoenicicole. Une telle situation impose donc le recours aux méthodes de culture in vitro qui sont les prometteuses d'une part par la création de clones (par bourgeonnement direct) ou par d'autres techniques comme l'androgenèse, qui peut être à double rôle à savoir la création de sources de pollen à partir de Dokkars sélectifs ou par la production d'haploïdes intéressant à haut pouvoir pollinisateur par androgenèse.

D'après les résultats obtenus, la production de bourgeons via la technique de l'organogenèse directe, nécessite le passage par plusieurs étapes; étape 1, par activation des zones méristématiques induisant une initiation des souches bourgeonnantes, étape 2 par l'expression de ces souches en de petits bourgeons individualisés, étape 3 par la multiplication des bourgeons avec un verdissement de plus en plus prononcé des ébauches foliaires engendrées.

Ces résultats sont les conséquences de plusieurs facteurs; alternance de l'obscurité et la lumière, sélection du génotype (cultivar), la saison de mise en culture, le choix de l'explant, sa taille, les milieux de culture sélectionnés par aussi bien le type que la concentration du ou des régulateurs de croissance employés en plus des additifs à rôles améliorateurs rajoutés aux milieux. Près de 56% de bourgeons végétatifs sont induits dans nos conditions expérimentales, ce qui nous incite à espérer d'avantage par l'amélioration de nos conditions expérimentales.

Parallèlement, beaucoup de cals intéressants (friables, nodulaires, compacts) sont induits par le processus de l'androgenèse, néanmoins, nous n'avons pas pu entreprendre leur emploi en étude pharmacologique au CRD Saidal pour des raisons de logistique majeures (fin de convention avec CRD Saidal). Des travaux supplémentaires pourraient aussi penser à produire de ces cals provenant des anthères un matériel à molécules bioactives identiques à celles du pollen surtout pendant les périodes où les sources naturelles de pollen sont limitées en plus du coût relativement élevé du pollen suggère la nécessité d'une analyse de faisabilité détaillée du pollen comme additif ou supplément alimentaire.

La poursuite de ce travail permettra aussi de comparer les composés chimiques obtenus sous effets de régulateurs de croissance et d'autres conditions de culture in vitro pour la recherche de/ des molécules efficaces contre la stérilité de l'Homme à partir de souches callogènes mâles issus des Dokkars.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abahman, L. (2011). Date palm micropropagation via organogenesis. In: Jain, S.M., Al-Khayri, J.M., Johnson, D.V. (eds.), *Date Palm Biotechnology*, Springer, Dordrecht, pp 69-90.
- Abbas, F.A., Ateya, A.M. (2011). Estradiol, esteriol, estrone and novel flavonoids from date palm pollen. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(8): 606-614.
- Abdel Aziz, H.A., El Kafrawy, T.M.H. (2011). Studies on production of new product from meat and date. Proceeding of the First Scientific Conference for the Development of the Date Palm and Dates Sector in the Arab World, Riyadh, KSA, pp.101.
- Abdel Kader, M.A. (2012). UAE standards of palm dates and its products as a main item of small enterprises. *The Blessed Tree*, 4 (1):52- 60.
- Abdul Afiq, M.J., Abdul Rahman, R., Che Man, Y.B., AL-Kahtani, H.A., Mansor, T.S.T. (2013). Date seed and date seed oil. *International Food Research Journal*, 20(5): 2035-2043.
- Abdulla, Y.A. (2008). Possible anti-diarrhoeal effect of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) spathe aqueous extract in rats. *Scientific Journal of King Faisal University*, 9:131-138.
- Abedi, A., Parviz, M., Karimian, S.M., Sadeghipour Rodsari, H.R. (2012). The effect of aqueous extract of *Phoenix dactylifera* pollen grain on sexual behavior of male rats, *Journal of Physiology and Pharmacology Advances*, 2: 235-242.
- Abo-El-Soaud, A.A., Sabor, A., El-Sherbeny, N.R., Baker, E.S.I. (2004). Effect of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) flavonoids on hyperglycemia, Proceeding of the Second International Conference on Date Palm, El-Arish, Egypt, pp.164-195.
- Abrahamian, P., Kantharajah, A. (2011). Effect of vitamins on in vitro organogenesis of plant. *American Journal of Plant Sciences*, 2: 669-674.
- Acourene, S., Djafri, K., Djidda, A., Amourache, L. (2013). Utilisation of date wastes as a substrate for the production of citric acid and α -Amylase. *Acta Horticulturae*, 994, ISHS, 135-149.
- Aissam, F. (1989). Etude histologique des néoformations aberrantes apparaissant en culture in vitro du palmier dattier. Mémoire de Certificat des Etudes Approfondies de Biologie. Université Cadi Ayyad, Marrakech, 33p.
- Al Fadda, S., Abu Ayanah, R. (2013). Date palm by-products: Food ingredients and economic importance of date seeds. *The Blessed Tree*, 5:76-83.
- Al Kaabi, H.H., Rhiss, A., Hassan, M.A. (2001). Effect of auxins and cytokinins on the in vitro production of date palm bud generative tissues and on the number of differentiated buds. Proceedings second international conference on date palm Al Ain, UAE, pp 47-86.

- Al Khateeb, A.A. (2006). Role of cytokinin and auxin on the multiplication stage of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Sukry. *Biotech* 5: 349–352.
- Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M. Al-Rawahy, F. (2007). Maintaining the soft consistency of date paste. *Acta Hort.* (ISHS) 736:523-530.
- Al-Bakr, A. (1972). The date palm: past and present status; and the recent advances in its culture, industry and trade. Al-Ani Press, Baghdad.
- Aleid, S.M. (2011). Industrial Biotechnology. Publication of University Al-Hassa, Saudi Arabia: 675,679, 681 p.
- Al-Farsi, M. A., Lee, C.Y. (2008b). Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. *Food Chemistry* 108: 977-985.
- Al-Farsi, M.A., Lee, C.Y. (2008a). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 48: 877–887.
- Alghamdi, A.S. (2001). Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) germplasm bank in King Faisal University, Saudi Arabia. Survival and adaptability of tissue cultured plantlets. *Acta Hort* 450:241–244.
- Ali, B.H., Basher, A.K., Alhadrami, G. (1999). Reproductive hormonal status of rats treated with date pits. *Food Chemistry*, 66: 437-441.
- Allaith, A.A.A. (2005). In-vitro evaluation of antioxidant activity of different extracts of *Phoenix dactylifera* L. fruit as functional foods. *Deutsche Lebensmittel Rundschau*, 101: 305-308.
- Al-Maarri, K., Al-Chamdi, A.S. (1995). Effect of prelevement date on in vitro date Palm *Phoenix dactylifera* L. propagation on Hillaly. *Arab. Univ. Agric. Sci.* 3(1):151-167.
- Al-Maarri, K., Al-Chamdi, A.S. (1997). Micropropagation of five date palm cultivars through *in vitro* axillary buds proliferation. *D.U.J. for Agri. Sci.* Vol.13.
- Al-Shahib, W., Marshall, R.J. (2003). Fatty acid content of the date seeds from 14 varieties of date palm *Phoenix dactylifera* L. *Int. J. Food Sci. Technol.* 38: 709–712.
- Al-Shanti, H.A., Al- Shakhrit, K.J., Al-Banna, M.F., Abu Showayb, I.E., Kholif, A.M. (2011). Study on the effect of the use of diets containing different levels of crushed date seeds on growing Assaf lambs. Proceeding of the First Scientific Conference for the Development of the Date Palm and Dates Sector in the Arab World, Riyadh, KSA, pp.101.
- Al-Shanti, H.A., Kholif, A.M., Al-Shakhrit, K.J., Al-Banna, M.F., M.F., Abu Showayb, I.E. (2013). Use of crushed date seeds in feeding growing assaf lambs. *Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences*, 8 (1): 65-73.
- Alyahyai, R., Alkhanjari, S. (2008). Biodiversity of date palm in the Sultanate of Oman. *Afr J Agric Res* 3:389–395.

- Amin, R.M. (1990). Recherches sur le palmier dattier (tome II). Centre National d'Agronomie. Alger. 261p. (publié en arabe).
- Amssa, M., De Buyser, Henry, Y. (1980). Origine des plantes obtenues par culture in vitro d'anthères de blé tender (*Triticum aestivum* L.). Influence du prétraitement au froid et de la culture in vitro sur le doublement. C.R. Acad. Sci. Paris, 290:1095-1097.
- Aboughe Angone, S., Mathouet, H., Souza, A., Bivigoua, F., Eyélé Mvé Mba, C., Lamidi, M. (2009). Quelques plantes utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement de la stérilité chez des femmes au Gabon. Dossier Spécial : Médecine traditionnelle en Afrique *Ethnopharmacologia*, 43 : 52-58.
- Anjarne, M. (1998). Effect of early rooting on tissue culture of date palm. Proceeding de la conférence sur le palmier dattier organisé par le «Réseau de Recherche et Développement du Palmier dattier », ACSAD, Marrakech, Maroc, 16 -18 février, pp: 237-243.
- Anjarne, M., Bougerfaoui, M., Abahmane, L. (2005). Les techniques de micropropagation du palmier dattier : Expérience de l'INRA-Maroc. Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens du 08 au 10 mars, Erfoud, Maroc - B. Boulanouar & C. Kradi (Eds.), pp: 86-93.
- Anjarne, M., Zaid, A. (1993). Effet de certains équilibres hormonaux sur l'enracinement précoce des tissus du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Al Awamia N° 82, spécial palmier dattier, pp: 197-210. In Anjarne, M., Bougerfaoui, M., Abahmane, L. (2005). Les techniques de micropropagation du palmier dattier : Expérience de l'INRA-Maroc. Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens du 08 au 10 mars, Erfoud, Maroc - B. Boulanouar & C. Kradi (Eds.), pp: 86-93.
- APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181 : 1-20.
- Arfat, Y., Mahmood, N., Ahmad M., Tayyab, M., Zhao, F., Li, D.J., Zhihao, C., Yin, C., Shang, P., Qian, A.R. (2014). Effect of date palm pollen on serum testosterone and intra-testicular environment in male albino rats. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 8: 793-800.
- Asif, M. (2013). Androgenesis: A fascinating doubled haploid production process. In Progress and opportunities of doubled haploid production. *Springer Briefs in Plant Science*. Springer International Publishing Switzerland, 2:7-44.
- Ask-Upmark, E. (1967). Prostatitis and its Treatment. *Journal of International Medicine*, 181:355-357.
- Babahani, S. (2011). Analyse biologique et agronomique de palmiers mâles et conduite de l'éclaircissage de fruits chez les cultivars Gharss et Deglet Nour. Thèse de Doctorat, ENSA, Alger.

- Bader, S.M, Khierallah, H.S.M. (2007). Effect of silver thiosulphate and glutamine on direct organogenesis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Proceedings fourth symposium on date palm. King Faisal University, Al Hassa, Saudi Arabia, May 5–8, p 131.
- Bader, S.M, Khierallah, H.S.M. (2009). The role of silver Thiosulphate and glutamine on direct organogenesis of two date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars. Journal of Biotechnology Research Center. Volume 3 No. 1, pp 37-45.
- Bahmanpour, S., Talaei, T., Vojdani, Z., Panjehshahin, M.R., Poostpasand, A., Zareei, S., Ghaemina, M. (2006). Effect of *Phoenix dactylifera* Pollen on Sperm Parameters and Reproductive system of Adult Male Rats. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 31:208-212.
- Bailey, G.S., Williams, D.E. (1993). Potential mechanisms for food related carcinogens and anti-carcinogens. *Food Technology*, 47: 105-118.
- Balthazard, M.G. (2011). Origine de la domestication et histoire évolutive du palmier-dattier : une double approche morphométrie/génétique. Compte-rendu de l'atelier domestication, Montpellier.
- Balthazard, M.G., Newton, C, Ivorra, S., Tengberg, M., Pintaud, J.C., Terral, J.F. (2013). Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). État de l'art et perspectives d'étude. *Revue d'ethnoécologie*, 4 :1-15.
- Barrow, S. (1998). A monograph of *Phoenix* L. (*Palmae* : *Coryphoideae*). *Kew bulletin* 53: 513-575.
- Basa, B., Belay, W., Tilahun, A., Teshale, A. (2016). Review on medicinal value of Honeybee Products: Apitherapy. *Advances in Biological Research*, 10 (4):236-247.
- Beauchesne, G. (1982). Végétative propagation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) by in vitro culture. In Date Palm Symposium, Al Hassa, Saudi Arabia, pp 698-699.
- Beauchesne, G. (1983). Vegetative propagation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) by in vitro culture. Proceedings first symposium on date palm. King Faisal University, Saudi Arabia, pp 698–700.
- Beauchesne, G. (1991). Gildas Beauchesne, la physiologie végétale. Entretiens avec Jacques Vauthier. Ed. Beauchesne, pp 106.
- Beauchesne, G., Zaid, A., Rhiss, A. (1986). Meristematic potentialities of bottom of young leaves to rapidly propagate date palm. In: *Proceedings of the Second Symposium on Date Palm*, Saudi Arabia, March 3–6, 1986, pp. 87–95.
- Beech, M., Shepherd, E. (2001). Archaeobotanical evidence for early date consumption on Dalma Island, United Arab Emirates. *Antiquity*, 75: 83-89.
- Bekheet, S. (2013). Direct organogenesis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) for propagation of true-to-type plants. *Sci. Agri.* 4 (3), 85-92.

- Bekheet, S. A., El-Sharabasy, S. F. (2015). Date Palm Status and Perspective in Egypt In: Al-Khayri, J.M., Jain, S.M., Johnson, D.V. (eds). *Date Palm Genetic Resources and Utilization*, vol 1: Africa and the Americas Springer, Dordrecht, 3:75- 124.
- Belghiti, J., Coulm, B., Kayem, G., Blondel, B., Deneux-Tharaux, C. (2013). Administration d'ocytocine au cours du travail en France. Résultats de l'enquête nationale périnatale 2010. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*, 42: 662-670.
- Belguedj, M. (1996). Caractéristiques des cultivars de dattiers dans le sud-est du Sahara algérien. Vol. 1. ITDAS, pp 68.
- Belguedj, M. (2002). Les ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. 3D. Dossier N°1. INRAA, pp 289.
- Belguedj, M., Tirichine, A. (2011). Ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristiques des cultivars de Ghardaïa. 3D. Dossier N2. ISSN 1112-3478, *Revue Annuelle* N°02.
- Belguedj, M., Tirichine, A., Guerradi, A. (2008). La culture du palmier dattier dans les oasis de Ghardaïa (Algérie). Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, 96p.
- Bellakhdar, J. (2008). Hommes et plantes au Maghreb. Eléments pour une méthode en ethnobotanique. Plurimonde presse, 386 p.
- Beloued, A. (2001). Plantes médicinales d'Algérie. Ed. Office des Publications Universitaires, Algérie, 227pp.
- Ben Abdallah, A. (1990). La phoeniciculture. *Options méditerranéennes*, Sér. A/n°11: 105-120.
- Ben Abdallah, A., Stiti, K., Lepoivre, P., du Jardin, P. (2000). Identification de cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par amplification aléatoire d'ADN (RAPD). *Cahiers Agricultures*, 9 : 103- 107.
- Benchelah, A.C., Bouziane, H., Maka, M. (2006). Arbres et arbustes du Sahara. Voyage au cœur de leurs usages. Ed. Ibis Press, pp 239.
- Benkanoun, S., Bouhoun, A. (2016). Essai d'isolement et de culture de protoplastes issus des fleurs mâles et femelles du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. Master. FSB/USTHB. 40p.
- Bennaceur, M., Lanaud, C., Chevalier, M. H., Bounaga, N. (1991). Genetic diversity of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) from Algeria revealed by enzyme markers. *Plant Breeding*, 107: 56-57.
- Bentrad, N., Gaceb-Terrak, R., Benmalek, Y., Rahmania, F. (2017). Studies on chemical composition and antimicrobial activities of bioactive molecules from date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Pollens and seeds. *Afr J Tradit Complement Altern Med.*, 14 (3): 242-256.

- Berberi, M. (1984). Androgénèse chez le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. : Recherche d'une méthode de culture d'anthère. D.E.S.USTHB. Alger.
- Binarova, P., Hause, G., Cenklova, V., Cordewener, J.H.G, Campagne, M.M.V. (1997). A short severe heat shock is required to induce embryogenesis in late bicellular pollen of *Brassica napus* L. *Sex Plant Reprod.*, 10(4):200–208.
- Bishr, M., Desoukey, S.Y. (2012). Comparative study of the nutritional value of four types of egyptian palm pollens. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 2: 50-56.
- Bodhipadma, K., Noichinda, S., Onnui, K., Phanomchai, S., Punnakanta, L., Leung, D.W.M. (2017). Direct androgenesis in anther culture of butterfly pea related to flower development. *The Journal of Applied Science.*, 16 (1): 1-6.
- Bouguedoura, N. (1991). Connaissances de la morphogénèse du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) : Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse Docteur d'Etat .Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (U.S.T.H.B), Alger.
- Bouguedoura, N. (2012). Le Palmier Dattier : développement morphogénétique des appareils végétatif et reproducteur. Editions Universitaires Européennes EUE. ISBN 3841781241, 9783841781246, 180 pages.
- Bouguedoura, N., Bouguediri, I., Bounaga N. (1990). Ontogénie et ultrastructure du pollen du palmier dattier. (*Phoenix dactylifera* L.) *Bull. Soc. Bot.Fr.* 137, Actualités Botaniques, 2, 154-155.
- Bouguedoura, N., Bennaceur, M., Babahani, S., Benziouche, S.E. (2015). Date palm status and perspective in Algeria. In: Al-Khayri, J.M., Jain, S.M., Johnson, D.V. (eds). *Date Palm Genetic Resources and Utilization*, vol 1: Africa and the Americas Springer, Dordrecht, 1: 125-168.
- Bouhlali, E.D.T., Alem, C., Ennassir, J., Benlyas, M., Nait-Mbark, A., Zegzouti, Y. F. (2015). Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds varieties grown in the South East Morocco, *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*
- Bounaga, N., Djerbi, M. (1990). Pathologie du palmier dattier. *Revue Options Méditerranéennes*, Sér.A, n°11, Les systèmes agricoles oasiens, 127-132.
- Boxus, P., Bercetche, J., Bollon, H., Ducos, J.P., Jemmali, A., Pâques, M., Pétiard, V., Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. 2ème édition. Ed. Techniques et documentation Lavoisier, Paris, 915p.
- Brac de la Perriere, R.A., Benkhalifa, A. (1991). Progression de la fusariose du palmier dattier en Algérie. *Sécheresse*, 2 :119-128.
- Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Lavoisier Technique & Documentation, Paris, France.

Cell Rep., 22:365-370.

Chaar, M., Pinker, I., Grieger, P., Böhme, M. (2012). The Effect of Flower Bud Size and Pre-Treatment on Callus Induction and Plant Regeneration in Anther Culture of Petunia 'Purple Wave'. Proc. 7th IS on In Vitro Culture and Horticultural Breeding Ed.: D. Geelen, *Acta Hort.* 961: 375-382.

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 induire une embryogenèse somatique. Thèse de Magister, Univ. Sc. Tech. Alger, 103p.

Chabane, D. (2007). Amélioration du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). par fusion de protoplastes de deux cultivars Deglet Nour sensible et Takerboucht résistante au bayoud. Thèse de Doctorat, USTHB, Alger, 109 p.

Chaibi, N., Ben Abdellah, A., Harzallah, H., Lepoivre, P. (2002). Potentialités androgénétiques du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. et culture *in vitro* d'anthères, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 4: 201–207.

Chao, C.T., Krueger, R.R. (2007). The date palm (*Phoenix dactylifera* L.): overview of biology, uses, and cultivation. *Horticultural Science*, 42: 1077-1082.

Chehma, A., Longo, HF. (2001). Valorisation des Sous-Produits du Palmier Dattier en Vue de leur Utilisation en Alimentation du Bétail. *Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation – Biomasse*, 59-64.

Chennaf, A. (2012). Etude des facteurs limitant la fertilité masculine dans la région de Batna. Mémoire de Magister, Université Hadj Lakhdar, Batna, 65p.

Cherkaoui, S. Lamsaouri, O., Chlyah, A., Chlyah, H. (2000). Durum wheat x maize crosses for haploid wheat production: Influence of parental genotypes and various experimental factors. *Plant Breeding*, 119: 31-36.

Chevalier, A. (1952). Recherches sur les *Phoenix* africains, R.B.A., mai-juin 1952. In Munier, P. (1973). Le palmier dattier. Ed. Maison Neuve et Larousse, Paris. pp : 211-221.

Chukwemeka, R. E., Peter, A., Omerefe, A. (2005). Somatic embryogenesis in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) from apical meristem tissues from “Zebia” and “loko” land races. *African Journal of Biotechnology*, 4 (3): 244-246.

Clouatre, D. (2013). Revisiting pollen extract for prostate health. *Total Health Magazine*.

Costantini, F., Ricciardelli d'Albore, G. (1971). Pollen as an additive to the chicken diet. Proc. 23rd International Apicultural Congress, Apimondia, 539-542.

Crane, E. (1990). Bees and beekeeping: Science Practice and World Resources. *Cornstock Publ.*, Ithaca, NY, USA. 593pp.

- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York.
- Daguin, F., Letouzé, R. (1988). Regeneration of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) by somatic embryogenesis: improved efficiency by shaking in liquid medium. *Fruits*, 43: 191-194.
- De Oliveira, M.M., Sampaio, M.R.P., Simon, F., Gilbert, B., Mors, W.B. (1972). Antitumoral activity of condensed flavenols, *An. Acad. Brasil.* 44: 41-44.
- Devshony, S., Eteshola, A., Shani, A. (1992). Characteristics and some potential application of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seeds and seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 69: 595–597.
- Djerbi, M. (1991). Biotechnologie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.): Voies de propagation des clones résistantes au Bayoud et de haute qualité dattière. CIHEAM-Opt Médit. Séminaires, N°14. 31-38.
- Dostal, L.A., Faber C.K., Zandee J. (1996). Sperm motion parameters in vas deferens and cauda epididymal rat sperm. *Reprod Toxicol*, 10:231-235.
- Dowson, V.H.W. (1982). Date production and protection with special reference to North Africa and the Near East. *FAO Tech Bull* 35, pp 294.
- Dransfield, J., Uhl, N.W., Asmussen, C.B., Baker, W.J., Harley, M.M., Lewis, C.E. (2008). Genera Palmarum. The evolution and classification of palms. *Royal Botanic Gardens*, Kew, Richmond, U.K, 732 p.
- 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, Ser. III. 292 :1077-1082.
- Drira, N. (1985). Multiplication végétative du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par les néoformations induites en culture in vitro sur des organes végétatifs et floraux prélevés sur la phase adulte. Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences Naturelles. Faculté des Sciences de Tunis, p121.
- Drira, N., Benbadis, A. (1985). Multiplication végétative du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par réversion, en culture in vitro, d'ébauches florales de pieds femelles adultes, *J Plant Physiol* 119:227–235.
- Duke, J.A. (1985). CRC Handbook of medicinal herbs. Press, Boca Raton. FL. 677 p.
- Duke, J.A. (1993). Medicinal plants and the pharmaceutical industry in new crops. Ed, Janick, J., Simon, J.E. John Wiley and sons. INC., New York. 664-669 p.
- El Hadrami, I., El Hadrami, A. (2009) Breeding date palm. *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*.

- El Houmaizi, M. A. (2002). Modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Thèse de fin d'étude du troisième cycle, Université Cadi-Ayyad, Marrakech au Maroc.
- Elgasim, E.A., Alyousif, Y.A., Homeida, A.M. (1995) . Possible hormonal activity of date pits and fleshed of meat animals. *Food Chemistry*, 52: 149-150.
- Elhoumaizi, M. A., Saaidi, M., Oihabi, A., Cilas, C. (2002). Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morocco. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49 (5): 483-490.
- El-Moughy, S.A., Abdel-Aziz, S.A., Al-Shanawany, M., Omar, A. (1991). The gonadotropic activity of palmae in mature rats. *Alexandria Journal of Pharmaceutical Research*, 5: 156-159.
- Enaimi, J.H., Jafar, A. (1980). La physiologie et la morphologie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Ed. Université El Basra et université d'Agronomie (Iraq), 257 p.
- Faleh, B.H., Sawad, A.A. (2006). Effect of palm pollen grains extracts (*Phoenix dactylifera* L.) on spermatogenic activity of male rabbits. *Basrah Journal for Date Palm Research*, 5:1-10.
- FAO. (2013). Food and Agricultural Organization. www.fao.org.
- FAO. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nation. (<http://www.faostat.fao.org>).
- FAOSTAT. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division, <http://www.fao.org/faostat/fr/#data> consulté en août 2017.
- Feldman, K.S., Sahasrabudhe, K., Smith, R.S., Scheuchenzuber, W.J. (1999). Immunostimulation by plant polyphenols: A relationship between tumor necrosis factor- α production and tannin structure, *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 9: 985–990.
- Feng, X.R., Wolyn, D.J. (1991). High frequency production of haploid embryos in *Asparagus* anther culture. *Plant Cell Rep.* 11(10):574-578.
- Ferchichi, A., Hamza, H. (2008). Le patrimoine génétique phoenicicoles des oasis continentales tunisiennes. Institut des Régions Arides, Médenine, 302p.
- Fergani, K. (1998). Embryogenèse somatique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), cultivar Deglet Nour, Thèse de Magister. USTHB, 117p.
- Ferry M., Bouguedoura, N., El Hadrami, I. (1998). Patrimoine génétique et techniques de propagation in vitro pour le développement de la culture du palmier dattier. *Sécheresse*, 9: 39-146.

- Ferry, M., Navarro, J., Ruiperez, E. (2000). An embryogenesis-organogenesis mixed system for in vitro date palm durable mass propagation. In: Proceedings of date palm international symposium, Windhoek, Namibia, Feb 22–25, p 27
- Ferry, M., Ruiperez, E., Navarro, J. (2003). Date palm axillary productions: morphogenesis and in vitro propagation. In: The date palm: from traditional resource to green wealth. The Emirates Center for Strategic Study and Research, Abu Dhabi, pp 87–102.
- Fki, L., Masmoudi, R., Dirra, N., Rival, A. (2003). An optimised protocol for plant regeneration from embryogenic suspension cultures of date palm, *Phoenix dactylifera* L., cv. Deglet Nour, Plant cell Rep, 21: 517-524.
- Gabe, M. (1968). Techniques Histologiques. Ed. Masson, Paris, 113p.
- Gad, A.S., Kholif, A.M., Sayed, A.F. (2013). Evaluation of the nutritional value of functional yogurt resulting from combination of date palm syrup and skim milk. *The Blessed Tree*, 5(1): 36- 43.
- Gakunga, N.J., Mugisha, K., Owiny, D., Waako, P. (2014). Effects of crude aqueous leaf extracts of *Citropsis articulata* and *Mystroxydon aethiopicum* on sex hormone levels in male albino rats. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*, 3:5-17.
- Garrigue, N. (1989). Etude du développement de l'agriculture oasienne dans la région de GAO (Mali). Le cas du périmètre de Bagoudie. Rapport de 2^{ème} année. Laboratoire d'arboriculture fruitière. ENSA. Montpellier.
- Gayard, V. (2007). Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole Nationale Vétérinaire, Toulouse, 198.
- Germana, M. A. (2011). Anther culture for haploid and doubled haploid production. *Plant Cell Tiss Organ Cult.*, 104:283-300.
- Ghosh, D., Konishi, T. (2007). Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: role in diabetes and eye function, *Asia. Pac. J. Clin. Nutr.* 16 200-8.
- Goldberg, G.R. (2003). Plants: Diet and Health. The Report of a British Nutrition Foundation Task Force. *Blackwell Publishing*, Oxford, UK.
- Govaerts, R., Dransfield J. (2005). World checklist of palms. Royal Botanic Gardens, Kew, ISBN 10: 1842460935, ISBN 13: 9781842460931.
- Greiner, D. 1998. The market of date, product of revenue of the oases: in plays, diversity, tension. *Books Dryness*, 9 (23): 155- 162.
- Guha, S., Maheshwari, S.C. (1964). In vitro production of embryos from anthers of *Datura*. *Nature*, 204.
- Guide for the care and use of laboratory animals. (2011). 8th edition. National Academies Press, USA. 246 p.

- Gupta, N. Kushwaha, H. (2011). Date palm as a source of bioethanol producing microorganisms. In: Jain, S.M., Al-Khayri, J.M., Johnson, D.V. (eds) *Date Palm Biotechnology*. Springer, Dordrecht, 711-727.
- Haiba, F., Kerboua, K., Ait Hami, N., Benmahdi, L. (2014). Stress oxydatif et infertilité masculine : premiers résultats de l'expérience algérienne pilote à l'HMRUO/2°RM. *Revue Médicale de l'HMRUO*, 1:2-7.
- Halliwell, B. (2006). Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiol.* 141(2): 312–322.
- Hamada, J.S., Hashim, I.B., Sharif, A.F. (2002). Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. *Food Chem.* 76: 135–137.
- Hammiche, H., Maiza, K. (2006). Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *Journal of Ethnopharmacology.* 105: 358-367.
- Hannachi, S., Benkhalifa, A., Khitri, D., Brac De La Perrière, R.A. (1998). Inventaire variétal de la palmeraie Algérienne. *Sélection et impression*, Anep Rouiba Algérie, pp 225.
- Harrak, H., Boujnah, M. (2012). Valorisation Technologique des dattes au Maroc. INRA édition.
- Harrak, H., Hamouda, A., Nadi, M. (2018). Évaluation et amélioration de la qualité des pâtes traditionnelles de dattes, produits du terroir des oasis. *Cah. Agric.*, 27: 15001.
- Harshberger, J.W. (1896). The purposes of Ethno-botany". *Botanical Gazette*, vol 21 (3):146-154. In *Curare*, 30 (2007) 1:88-92.
- Hashim, I.B., Khalil, A.H., Afifi. H.S. (2009). Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *Journal of Dairy Science*, 92 (11): 5403-5407.
- Hassan Alogidi, H.K. (2013). Citric Acid from dates. *The Blessed Tree*, 5(1): 70- 75.
- Hassan, H.M.M. (2008). Biochemical characterization of palm pollen extracts as a biotransmitter in different systems. Ph.d Thesis, Cairo University Giza, Egypt.
- Hegazy, A.E., Aboshama, H.M. (2010). An efficient novel pathway discovered in date palm micropropagation. *Acta Hort.* 882: 167-176.
- Henderson, A. (2009). Palms of Southern Asia. Princeton field Guides, Princeton University Press. 199 pp. Princeton, New Jersey, U. S. A.
- Hofer, M. (2004). In vitro androgenesis in apple-improvement of the induction phase. *Plant*
- Hurt, R., Pound, C., Bean, C. (2017). Inflammation and infection. Benign testis mass after viral infection. *Urology Case Reports.* 12: 4-5.

- Hussein, F., El-Khatny, S., Wally, Y.A. (1979). Date palm growing and date production in the Arab and Islamic World. Ain Shams Ain Shams University Press, Egypt.
- Iftikhar, S., Ahmad, M., Aslam, H.M., Saeed, T., Arfat, Y., Nazish, G. (2014). Evaluation of spermatogenesis in prepubertal albino rats with date palm pollen supplement. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 8: 59-65.
- Iftikhar, S., Bashir, A., Anwar, M.S., Mastoi, S.M., Shahzad, M. (2011). Effect of date palm pollen (dpp) on serum testosterone levels in prepubertal albino rats. *Pakistan Journal of Med and Health Sciences*, 6: 639-644.
- Iserin, P. (2001). Larousse Encyclopédie des plantes médicinales, Ed Larousse. pp 10, 335.
- Jaradat, A.A. (2015). Biodiversity, genetic diversity, and genetic resources of date palm. In: Al-Khayri, J.M., Jain, S.M., Johnson, D.V. (eds) *Date Palm Genetic Resources and Utilization*, vol 1: Africa and the Americas Springer, Dordrecht. 1: 19-71.
- Jian Pei, Ph. (2005). Quantitative Evaluation of Spermatozoa Ultrastructure after Acupuncture Treatment for Idiopathic Male Infertility. *Fertility and Sterility*, 84(1):141-147.
- Johnson, D.V., Al-Khayri, J.M., Jain, S.M. (2015). Date Production Status and Prospects in Africa and the Americas. In: Al-Khayri, J.M., Jain, S.M., Johnson, D.V. (eds) *Date Palm Genetic Resources and Utilization*, vol 1: Africa and the Americas Springer, Dordrecht. 1: 3-18.
- Juhaimi, F.A., Ghafoor, K., Özkan, M.M. (2012). Physical and chemical properties, antioxidant activity, total phenol and mineral profile of seeds of seven different date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties. *Int J Food Sci Nutr*, 63(1):84-89.
- Kapoor, D., Clark, S., Stanworth, R., Channer, K.S. , Jones, T.H. (2007).The effects of testosterone replacement therapy on adipocytokines and C-reactive protein in hypogonadal men with type 2 diabetes. *European Journal of Endocrinology* 156: 595–602.
- Khanavi, M., Saghari, Z., Mohammadirad, A., Khademi, R., Hadjiakhoondi, A., Abdollahi, M. (2009). Comparison of antioxidant activity and total phenol of some date varieties. *DARU* 17: 104-109.
- Khierallah, H.S.M, Bader, S.M. (2007). Micropropagation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) var. Mektoom through direct organogenesis. *Acta Hort* 736:213–224.
- Kumar, A., Shekhar, S., Dhole, B. (2014). Thyroid and male reproduction. *Indian J Endocrinol Metab*, 18: 23–31.
- Laaboudi, A., Mouhouche, B., Zaki, A., Bouaboub-Mossab, K. (2011). Impact des variations climatiques sur les rendements du palmier dattier dans la région d'Adrar. Recherche Agronomique n°24, 61-70. INRA Algérie.

- Latreche K., Rahmania, F. (2013). Role of phenolic compounds in the resistance mechanisms of *Phoenix dactylifera* against the brittle leaf disease. *Acta Horticulturae*, 994, ISHS, 373-378.
- Le Hir., A., Chaumeil, J.C., Brossard, D. (2009). Pharmacie galénique, bonnes pratiques de fabrication des médicaments. *Abrégés de pharmacie*. Ed. Masson.
- Loutfi, K. (1989). Multiplication végétative du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) à partir de la culture in vitro d'explants inflorescentiels. Thèse 3^{ème} cycle. Faculté des Sciences, Marrakech, Maroc, 105p.
- Madhulatha, P., Anbalagan, M., Jayachandaran, S., Sakthivel, N. (2004) Influence of liquid pulse treatment with growth regulators on in vitro propagation of banana (*Musa sp.* AAA). *Plant Cell Tissue Organ Cult*, 76: 189-192.
- Mahran, G.H., Abdel-Wahab, S.M., Attia, A.M. (1976). A phytochemical study of date palm pollen. *Planta Medica*, 29:171-175.
- Mamyrbekova-Bekro, J.A., Boua, B.B., Diaby, A., Bekro, Y.A. (2013). Screening phytochimique bio guidé et évaluation in vitro des propriétés purgatives de *Anchomanes difformis* (Blume) Engl., une plante utilisée en Côte d'Ivoire dans le traitement folklorique de la constipation, *Nat.Tech* 20-26.
- Manickavasagan, A., Mohamed Essa, M., Sukuma, E. (2012). Dates: Production, Processing, Food, and Medicinal Values. *Medicinal and Aromatic Plants*. Industrial Profiles.
- Marbeen, M.I., Al-Snafi, A.E., Marbut, M.M., Allahwerdy, I.Y. (2005). The probable therapeutic effects of date palm pollen in the treatment of male infertility. *Tikrit Journal of Pharmaceutical Sciences*, 1: 30-35.
- Martinet, J., Houdebine, L.M. (1993). Biologie de la lactation. *Mieux comprendre*. Editions INSERM/ INRA, France, pp 587.
- Matzuk, M. M., Lamb, D. J. (2008). The biology of infertility: research advances and clinical challenges. *Nat Med*, 14(11): 1197-213.
- Mazri, M.A. (2013). Effect of basal medium, explants size and density on the in vitro proliferation and growth of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar '16-bis'. *Not Sci Biol*, 5(3):332-337.
- Mehraban, F., Jafari, M., Toori, M.A., Sadeghi, H., Joodi, B., Mostafazade, M., Sadeghi, H. (2014). Effect of date palm pollen (*Phoenix dactylifera* L.) and *Astralagus ovinus* on sperm parameters and sex hormones in adult male rats. *Iranian Journal of Reproductive Medicine*, 12:705- 712.
- Mikki, M.S., Al Taisan, S.M., Abdulaziz, A. (1987). Incorporation of date pulp for the manufacture of tomato ketchup. *The Date Palm Journal*, FAO, 5 (2):215- 216.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, (2015). Données statistiques, Algérie.

- Mirzaei, M., Kahrizi, D., Rezaeizad, A. (2011). Androgenesis and Spontaneous Chromosome Doubling in *Hordeum vulgare* L. Babylon and Razi Universities. 842 ISSN 2072-3875.
- Mitchell, A.Z., Hanson, M.R., Skvirsky, R.C., Ausubel, R.M. (1980). Anther culture of *Petunia*: genotypes with high frequency of callus, root, or plantlet formation. *Z. Pflanzenphysiol.*, 100:131-146.
- Mohamed, D.A., Al-Okbi, S.Y. (2004). In vivo evaluation of antioxidant and anti-inflammatory activity of different extracts of date fruits in adjuvant arthritis. *Polish Journal of Food Nutrition Sciences*, 13: 397- 402.
- Monciero, A. (1954). Contribution a l'étude du pollen et de la fécondation du palmier dattier. *In* : Ann. de l'Inst. Agr. d'Algérie, 8 (4) : 3-28.
- Mouhli, N. (1997). Contribution à l'étude des plantes médicinales de la région de Bougous (El Kala), étude ethnobotanique. Mémoire d'ingénieur d'état. Université de Sétif.
- Mouhoub, F. (2012). Contribution à l'étude ethnobotanique, anatomique et réactions phytochimiques d'*Aerva javanica*, plante médicinale de la région de Tamanrasset en vue d'une application biotechnologique. Mémoire de Magister. USTHB. Alger, 100p.
- Moussouni, S. (2008). Etude morphologique, histocytologique et biochimique de l'embryogenèse zygotique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) en vue de l'amélioration de l'embryogenèse somatique. Mémoire de Magister. USTHB. Alger, 107p.
- Moussouni, S., Pintaud, J.C., Vigouroux, Y., Bouguedoura, N. (2017). Diversity of Algerian oases date palm (*Phoenix dactylifera* L., *Arecaceae*): Heterozygote excess and cryptic structure suggest farmer management had a major impact on diversity. *Plos One*, 12(4): e0175232.
- Movahed, A., Mohammadi, M.M., Akbarzadeh, S., Nabipour, I., Ramezani, N., Hajian, N. (2012). The heart of date palm: its nutritional and functional constituents. *Iranian South Medical Journal*, 2, 100-105.
- Muniategui, S., Simal, J., Huidobro, J.F., Garcia, M.C. 1989. Study of the fatty acids in bee-collected pollen. *Grasas y Aceites*, 40 (2): 81-86.
- Munier, P. (1973). Le palmier dattier. Ed. Maison Neuve et Larousse, Paris. pp : 211-221.
- Murashige, T. (1974). Plant propagation through tissue culture. *Biologist*. 21: 87-93. *In* Zaid, A., de Wet, P.F. (1999). Date palm propagation. *In*: Zaid, A., Arias-Jimenez, E.J. (eds.) Date palm cultivation, Food Agr. Org (FAO) Plant Production and Protection Paper 156 Rev. 1.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*. 15: 473-497.
- Murray, M.T., Pizzorno, J. (1998). Encyclopedia of natural medicine. 2nd ed. Joseph and Michael. California. 575-583.

- Najafabadi, F. P., M. Shariatpanahi, E., Ahmadi, B., Sima, N. K.K., Alizadeh, B., Oroojloo, M. (2015). Effects of heat shock and 2, 4-D treatment on morphological and physiological characteristics of microspores and microspore-derived doubled haploid plants in *Brassica napus* L. *Iran J Biotechnol.*, 13(2): 31–38.
- Nicolas, J.P. (1999). Plantes médicinales des Mayas k'iché de Guatemala. Edition Ibis. Press. Paris, 130 p.
- Nitsch, C. (1974). La culture de pollen isolé sur milieu synthétique. *C. R. Acad. Sci.* Paris, 278: 1031–1034.
- Nitsch, C., Norreel, B. (1973). Effet d'un choc thermique sur le pouvoir embryogène du pollen de *Datura innoxia* cultivé dans l'anthère ou isolé de l'anthère. *C. R. Acad. Sci. Série D.* 276: 303–306.
- Nixon, R.W., Carpenter, J.B. (1978). Growing dates in dates in the United States. U.S.Dep. Agric. Inf, Bull, 207p.
- OMS. (2005). Organisation mondiale de la Santé; stratégie pour la Médecine Traditionnelle pour 2002-2005, Genève.
- ONFAA, Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires. (2017). Rapport sur le commerce extérieur des dattes.
- Oroojloo, M., Shariatpanahi, M.E. (2012). Induction of Multi-Cellular Structures in Isolated Microspores of Roses (*Rosa hybrida*). *Acta Hort.* 961, ISHS, 479- 486.
- Ouafi, S., Riveil, N. (2010). Les glycosides flavoniques marqueurs de quelques cultivars algériens du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. *Biotechnologies du palmier dattier*. IRD Éditions, Paris, pp 120-125.
- Ould El Hadj, M.D., Sebihi, A.H., Siboukeur, O. (2001). Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette de Ouargla. *Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation – Biomasse*, 87-92.
- Passos, E.P. (2003). Follicle stimulating hormone as predictor of mobile spermatozoa in testicular biopsy of azoospermic patients. *Rev Assoc Med Bras*, 49 (2):167-72.
- Pelletier, G., Ilami, M. (1972). Les facteurs de l'androgénèse in vitro chez *Nicotiana tabacum*. *Z. Pflanzenphysiol.*, 68 (5) 97 -114.
- Pelt, J.M. (2002). Plantes médicinales et biotechnologies : Moteurs de la nouvelle économie? Actes du 4^{ème} Congrès Européen d'Ethnopharmacologie, Metz, France, pp254- 282
- Perveen, K., Bokhari, N.A., Soliman, D.A.W. (2012). Antibacterial activity of *Phoenix dactylifera* L. leaf and pit extracts against selected Gram negative and Gram positive pathogenic bacteria. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 296-300.

- Peterson, J., Dwyer, J. (1998). Flavonoids: Dietary occurrence and biochemical activity. *Nutrition Research*. 18: 1995-2018.
- Peyron, G. (2000). Cultiver le palmier dattier. Groupe de Recherche et d'Information pour le Développement de l'Agriculture d'Oasis, 109 p.
- Pintaud, J.C. (2010). Modèle de domestication et structure de l'agrobiodiversité du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Biotechnologies du palmier dattier. IRD Éditions, Paris, pp 107-111.
- Pintaud, J.C., Zehdi, S., Couvreur, T., Barrow, S., Henderson, S., Aberlenc-Bertossi, F., Tregear, J., Billotte, N. (2010). Species delimitation in the genus *Phoenix* (Arecaceae) based on SSR markers, with emphasis on the identity of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.). In Seberg, O., Petersen, G., Barfod, A., Davis, J. (Ed.), *Diversity, phylogeny and evolution in the Monocotyledons*, Aarhus University Press: 267-286.
- Popova Irikova, T., Kintzios, S., Grozeva, S., Rodeva, V. (2016). Pepper (*Capsicum annuum* L.) anther culture: fundamental research and practical applications, *Turk J Biol*, 40: 719-726.
- Poulain, C., Rhiss, A., Beauchesne, G. (1979) Multiplication végétative en culture *in vitro* du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *C.R. Acad. Agric.* 11, 1151–1154.
- Prouvost, M. (1979). Des plantes qui guérissent. Ed. *Lemeac*, 172 p.
- Qassem, A. (2013). Use of cellulose palm waste to produce paper. *The Blessed Tree*, 5(1): 30-36.
- Rajn Chapel-Messai, Guerche, Ph. (1985). Méthodes *in vitro* et productions végétales. *Biofutur*, 31- 42.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (2014). Biologie Végétale. 3^{ème} édition, traduction de la 8^{ème} édition américaine. Ed. De Boeck.
- Reshod, A., Al-Shagrawi, M. (1998). Enzyme activities, lipid functions, and fatty acid composition in male rat fed palm pollen grains (*Phoenix dactylifera*). *Research Bulletin*, 79: 5-18.
- Reuveni, O., Lilien-Kipnis, H. (1974). Studies of the *in vitro* cultures of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) tissues organs.
- Reynolds, J., Murashige, T. (1979). A sexual embryogenesis in callus cultures of palms. *In vitro*, 15 (5): 383-387.
- Rhiss, A., Poulain C., Beauchesne G. (1979). La culture *in vitro* appliquée à la multiplication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Fruits* 34:551–554.
- Rhouma A. (1996). Le palmier dattier en Tunisie: un secteur en pleine expansion. *Cahiers Options Méditerranéennes* 1(28):85-104.

- Rhouma, A. (2005). Le palmier dattier en Tunisie. Le patrimoine génétique, IPGRI. Volume 2, 255 p.
- Rivera, D., de Castro, C. O., Carreno, E., Inocencio, C., Alcaraz, F., Rios, S., Palazon, J. A., Vazquez, L., Laguna, E. (2007). Morphological systematics of date-palm diversity (Phoenix, Arecaceae) in Western Europe and some preliminary molecular results. ISHS ISHS, *Horticultura* 799 : 97-104.
- Roshanfekr Rad, M., Zarghami, R., Hassani, H., Zakizadeh, H. (2015). Comparison of vegetative buds formation in two date palm cultivars, Medjool and Mazafati through direct organogenesis. *Intl J Farm & Alli Sci. Vol., 4 (6): 549-553.*
- Rotino, G.L. (2016). Anther culture in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Methods Mol Biol.*, 1359:453-66.
- Saad, G. (2011). The Consuming Instinct: What Juicy Burgers, Ferraris, Pornography, and Gift Giving Reveal About Human Nature. Amherst, NY: *Prometheus Books.*
- Saidi, N., Cherkaoui, S., Chlyah, A., Chlyah, H. (1997). Embryo formation and regeneration in *Triticum turgidum* ssp. *durum* anther culture. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 51: 27–33.
- Sané, D., Aberlenc-Bertossi, F., Gassama-Dia, Y. K., Sagna, M., Trouslot, M. F., Duval, Y., Borgel, A. (2006). Histological analysis of callogenesis and somatic embryogenesis on cell suspension of date palm (*Phaenix dactylifera* L.), *Annals of Botany* 98:301-308.
- Sangwan, R.S., Norreel, B. (1975). Induction of plants from pollen grains of *Petunia* cultured in vitro. *Nature*, 257:222-224.
- Sarrafi, A., Ghaemi, M. (1995). L'androgenèse et son utilisation en génétique et amelioration des plantes. *Biotechnologies Végétales, Haplodiploidisation*, (ed). INP. ENSA, Toulouse, 45- 88.
- Schmidt, J.O., Buchmann, S.L. (1992). Other products of the hive. In: The Hive and the Honeybee. Graham, J.M., ed. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, USA. pp. 927-988.
- Schmidt, J.O., Buchmann, S.L. (1992). Other products of the hive. In: The hive and the honeybee Graham, J.M. ed. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, USA. 927-988
- Schroeder, C.A. (1970). Tissue culture of date shoots and seedling. *Date growers'Inst. Rept.* 47: 25-27.
- Schwark, W.S. (1992). Factors that affect drug disposition in food-producing animals during maturation. *Journal of Animal Sciences*, 70: 3635-3645.
- Scoarnec, A. (1991). Régénération du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par organogenèse et embryogenèse somatique indirectes. Caractérisation biochimique du matériel végétal en culture de tissus et en acclimatation. Thèse de Doctorat en Biologie et Physiologie Végétales. Université d'Angers, 160p.

- Sedra, M.H. (2011). Development of new Moroccan selected date palm varieties resistant to bayoud and of good fruit quality. In: Jain, S.M., Al-Khayri, J.M., Johnson, D.V. (eds). *Date Palm Biotechnology*, Springer, Dordrecht, 513- 533.
- Sedra, M.H. (2015). Date Palm Status and Perspective in Mauritania. In: Al-Khayri, J.M., Jain, S.M., Johnson, D.V. (eds). *Date Palm Genetic Resources and Utilization*, vol 1: Africa and the Americas Springer, Dordrecht, 1: 325- 368.
- Selmani, C., Chabane, D., Bouguedoura, N. (2013). Production of Somatic Embryos of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) from Cell Suspension. *Acta Horticulturae*, 994, ISHS, 331-337.
- Shariatpanahi, M.E., Belogradova, K., Hessamvaziri, L., Heberle-Bors, E. and Touraev, A. (2006). Efficient embryogenesis and regeneration in freshly isolated and cultured wheat (*Triticum aestivum* L.) microspores without stress pretreatment. *Plant Cell Rep.* 25:1294-1299.
- Sharma, H.C., Singh, O.P. (2003). Medicinal properties of some lesser known but important bee products. Proc. 2nd Int. Conf. Apiculture in Trop. Climates, IBRA, New Delhi, 694-702.
- Sharp, W. R., Sendhal, M. R., Caldas, L. S., Maraffa, S. B. (1980). The physiology of *in vitro* asexual embryogenesis. *Hort. Rev.*, 268 (2).
- Shawer, M.B., Ali, S.M., Abdellatif, M.A., El-Refai, A.A. (1987). Biochemical studies of bee- collected pollen in Egypt. 2. Fatty acids and non-saponifiables. *J.Aplic. Res.*, 26 (2): 133- 136.
- Sibi, M., Dunas de vaulx, R., Chambonnet, B. (1979). Obtaining haploïde plants by *in vitro* androgenesis in pepper (*Capsicum annum* L.) *Ann. Amel. Plantes* 29: 583-606.
- Sibi, M., Fakiri, M. (2000). Androgenèse et gynogenèse, sources de *in vitro* variation et tolérance à la salinité chez l'orge *Hordeum vulgare*. *Science et changements planétaires, Sécheresse*, 11: 125-32.
- Siboukeur, A, Mimouni, Y., Hafiane, A., Siboukeur, O. (2013). Valorisation of dates (Cultivar 'Ghars') by Technological Process. *Acta Horticulturae*, 994, ISHS, 257- 261.
- Si-Dehbi, F., Chabane, D., Bouguedoura, N. (2013). Improvement of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) by using cell suspensions. *Acta Horticulturae*, 994, ISHS, 303- 312.
- Simoni, M., Weinbauer, G.F., Gromoll, J., Nieslag, E. (1999). Role of FSH in male gonadal function. *Annales d'Endocrinology*, 60 (2):102-6.
- Siproudhis, L. (2006). Traitement de la constipation sévère. *Pelv Perineol*, Volume 1, pp 25 - 27.
- Skaudickas, D., Kondrotas, A.J., Baltrusaitis, K. Vaitiekaitis, G. (2003). Effect of *Echinacea purpurea* L. Moench preparation on experimental prostate gland. *Medicina*, 39:761-766.

- Skoog, F, Miller, C.O. (1957). Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro» Symp, Soc, Exp, Boil, pp.118-130.
- Smith, S.N. (1975). Vegetative propagation of the date palm by root tip culture. *Bull. Agron. Sahar.*, 1 (3): 67.
- Snyder, P.J., Bhasin, S., Cunningham, G.R., Matsumoto, A.M., Stephens-Shields, A.J., Cauley, J.A., Gill, T.M., Barrett-Connor, E., Swerdloff, R.S., Wang, C., Ensrud, K.E., Lewis, C.E., Farrar, J.T., Cella, D., Rosen, R.C., Pahor, M., Crandall, J.P., Molitch, M.E., Cifelli, D., Dougar, D., Fluharty, L., Resnick, S.M., Storer, T.W., Anton, S., Basaria, S., Diem, S.J., Hou, X., Mohler III, E.R., Parsons, J.K., Wenger, N.K., Zeldow, B., Landis, J.R., Ellenberg, S.S. (2016). Effects of Testosterone Treatment in Older Men. *The New England Journal of Medicine*, 374 (7): 611- 624.
- Solecki, R.S, Shanidar, I.V. (1975). Neanderthal flower in northern Iraq. *Science*, 190, 880-881.
- Sue Carter, C. (2014). Oxytocin pathways and the evolution of human behaviour. *Annual Review of Psychology*, 65: 17–39.
- Tabio, C., Alvarez, J.D., Berisiartu, M. (1988). Preliminary characterization of multifloral pollen from the El Cano area of Havana City Province, Cuba. *Apicultura*, 4:73-81.
- Tabora, P.C., Balick, Jr., M.J., Bovi, M.L.A., Guerra, M.P. (1993). Hearts of Palm (*Bactris euterpe* and Others). In:Williams, J.T., Ed., *Pulses and Vegetables*, Chapman and Hall, London, 193-218.
- Tariq, N., Jenkins, D.J.A., Vidgen, E., Fleshner, N., Kendall, C.W.C., Story, J.A. (2000). Effect of soluble and insoluble fibre diets on serum prostate specific antigen in men. *The Journal of Urology*, 163: 114-118.
- Teklehaymanot, T. (2009). Ethnobotanical study of knowledge and medicinal plants use by the people in Dek Island in Ethiopia. *Journal of Ethnopharmacology*, 124: 69-78.
- Tisserat, B. (1979). Tissue culture of the date palm. *J. Heredity*, 70: 221-222.
- Tisserat, B., Demason, D.A. (1980). A histological study of development of adventive embryos in organ cultures of *Phoenix dactylifera* L. *Ann. Bot.* 46: 465-472.
- Tostain, J., Rossi, D., Martin, P.M. (2004). Physiologie des androgènes chez l'homme adulte. *Prog Urol*, 14 : 639-660.
- Toutain, G. (1967). Le palmier dattier, culture et production. In : Al-Awamia, 25 : 83- 151.
- Trabzuni, D.M., Ahmed, S.E.B., Abu-Tarboush, H.M. (2014). Chemical composition, minerals and antioxidants of the heart of date palm from three Saudi cultivars. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 1379-1386.
- Uhl, N.W., Dransfield, J. (1987). *Genera Palmarum*. Allen Press, Lawrence. Kansas. 610 p.

- Vayalil, P.K. (2002). Antioxidant and antimutagenic properties of aqueous extract of date fruit (*Phoenix dactylifera* L. Arecaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 610-617.
- Verdeil, J. L. (1993). Etude de la régénération du cocotier (*Cocos nucifera* L.) par embryogenèse somatique à partir d'explants inflorescentiels. Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie CURIE (Paris VI), 150p.
- Vierhapper, H., Nowotny, P., Waldhausl, W. (2000). Production rates of testosterone in patients with Cushing's syndrome. *Metabolism*, 49: 229-231.
- Wagner, H. (1983). Drogen analyse, Dünnschicht chromatographische Analyse von Arzneidrogen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Wagner, L. (2004). Androgènes, vieillissement masculin et fertilité. *Progrès en Urologie*, 14 (5) : 769- 776.
- Wagner, L., Tostain, J. (2007). Varicocèle et infertilité masculine : Recommandations comité andrologie - AFU 2006. *Progrès en Urologie*, 17: 12-17.
- Wang, C.C., Sun, C.S., Chu, Z.C. (1974). On the conditions for the induction of rice pollen plantlets and certain factors affecting the frequency of induction. *Acta Bot. Sin.*, 16: 43-54.
- Wang, W., Hu, J., Cheng, J. (1984). Biological effect of honeybee pollen: radioprotective activity on hemopoietic tissues of irradiated mice. *J. Hangzhou Univ.*, 11: 231-240.
- Weiss, J., Taylor, G.R., Zimmermann, F., Nebendahl, K. (2000). Collection of body fluids. In Krinke, G.J. The laboratory Rat, *The handbook of experimental Animal-Academic press* 25; pp 485-495.
- Winters, S.J., Clark, B.J. (2003). Testosterone Synthesis, Transport, and Metabolism. In: Contemporary Endocrinology: Androgens in Health and Disease. Bagatell C.J., Bremner W.J., eds., Totowa, NJ, Humana Press Inc., 3-22.
- Yoshida, T., Hatano, T., Miyamoto, K., Okuda, T. (1995). Antitumor and related activities of ellagitannin oligomers, in polyphenols 94, In: Brouillard, R., Jay, M., Scalbert, A. (Eds.), INRA Editions, Paris, France.
- Zaid, A. (1987). Abnormal branching in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Date Palm J*, 5 (1):48-58.
- Zaid, A. (2002). Date palm cultivation. FAO plant production and protection paper, 156 Rev. 1, Rome.
- Zaid, A., de Wet, P.F. (1999). Date palm propagation. In: Zaid A, Arias-Jimenez EJ (eds.) Date palm cultivation, Food Agr. Org (FAO) Plant Production and Protection Paper 156 Rev. 1.

- Zaid, A., Tisserat, B. (1983a). In vitro shoot tip differentiation in *Phoenix dactylifera* L. *Date Palm J*, 2 (2):163-182.
- Zaid, A., Tisserat, B. (1983b). Morphogenetic responses obtained from a variety of somatic explant tissues of date palm. *Bot. Mag. Tokyo*, 96: 67-73.
- Zhang, C., Sato, S., Tsukuni, T., Sato, M., Okada, H., Yamamoto, T., Wada, M., Matsumoto, S., Yoshikawa, N., Mimida, N., Takagishi, K., Watanabe, M., Cao, Q., Komori, S. (2017). Elucidating Cultivar Differences in Plant Regeneration Ability in an Apple Anther Culture. *The Horticulture Journal*, 86 (1): 1-10.
- Zhang, C., Tsukuni, T., Ikeda, M., Sato, M., Okada, H., Ohashi, Y., Matsuno, H., Yamamoto, T., Wada, M., Yoshikawa, N., Matsumoto, S., Li, J., Mimida, N., Watanabe, M., Suzuki, A., Komori, S. (2013). Effects of the microspore development stage and cold pre-treatment of flower buds on embryo induction in apple (*Malus domestica* Borkh.) anther culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 82 (2): 114–124.
- Zirari, A., Chetto, A., Harrak, H., Lalaoui, Y., Outlioua, K. (2005). Diagnostic participatif de la diversité génétique du palmier dattier et de son utilisation dans le Drâa : Cas de l'oasis de Fezouata. In: Boulanouar, B. et Kradi, C., (eds). *Actes du Symposium International sur le Développement Agricole Durable des Systèmes Oasiens*. Erfoud, Maroc, pp. 66-71.
- Zohary, D., Hopf, M., Weiss, E. (2012). *Domestication of plants in the Old World*. 3^{ème} édition. New York, Oxford University Press, 264 p.
- Zohary, D., Hopf, N. (1988). *Fruits trees and nuts in domestication of plants in the old word*. Oxford Soc. Clarendon Press Publications, 146-149.

ANNEXES

ANNEXE 2

QUESTIONNAIRE DE L'ENQUETE ETHNOBOTANIQUE

-Profil de l'informateur:

Nom:.....

Prénom:.....

Fonction:.....

Niveau:.....

Age :.....

Adresse:.....

Que préférez-vous ?:

☐ les soins médicaux

☐ les soins phytothérapeutiques

pourquoi?.....

.....

Cultivar :

Nom.....

Autres:.....

Pouvez-vous identifier la zone de présence (habitat) de ce cultivar ?.....

.....

Quelle est le type de ce cultivar?

☐ Endémique

☐ Introduit

Quelles sont les usages de ce cultivar/ cette plante ?

☐ Médicinales ☐ Alimentaires ☐ Fourragères ☐ Aromatiques ☐ Autres

Quelles maladies soigne-t-elle ?

☐ Appareil respiratoire ☐ Appareil digestif ☐ Appareil circulatoire ☐ Appareil génital ☐ Peau

☐ Autre

Quelles sont les propriétés médicinales de cette plante?

☐ Antiseptique ☐ calmant ☐ analgésique ☐ diurétique ☐ purgative ☐ autres

Quelles parties utilisées ?

☐ Pollen ☐ Fruits ☐ Feuilles ☐ Fleurs ☐ Graine ☐ Racines ☐ autres

Quand doit-on récolter ?

☐ Eté

☐ Automne

☐ Hiver

☐ Printemps

☐ Toute l'année

Faut-il l'utiliser à l'état frais ou sec ?.....

Comment procède ton au séchage ?.....

.....

Comment se fait la préparation de traitement ?

☐ Infusion ☐ Décoction ☐ Poudre ☐ Fumigation ☐ Macération ☐ inhalation ☐ cataplasme ☐

lotion ☐ gargarisme ☐ friction

En cas de décoction ou d'infusion quelle est la durée correspondante ?.....

Quelle est la dose journalière ? (adulte - enfant - femme en état de grossesse).....

.....

Quelle est la durée du traitement ?.....

La partie de la plante est elle utilisée seule ou associée :.....

Si elle est associée, citer les plantes et les produits associés avec elle:.....

ANNEXE 3

ANALYSE PHYTOCHIMIQUE

➤ Préparation de l'infusé

A une quantité de 20g de poudre végétale rajouter 20ml d'eau distillée bouillante, laisser infuser pendant 15mn, puis filtrer avec du papier filtre et ajuster l'infusé jusqu'à 100ml avec de l'eau distillée stérile.

➤ Identification des métabolites primaires et secondaires

1. Identification de l'amidon

A 2g de poudre végétale rajouter quelques gouttes d'iode I₂. La formation d'une coloration bleue violette indique la présence de l'Amidon.

2. Identification des Glucosides

A 2g de poudre végétale rajouter quelques gouttes de H₂SO₄. La formation d'une coloration rouge brique ensuite violette indique la présence des Glucosides.

3. Identification des Flavonoïdes

A 5 ml d'extrait à tester, ajouter, 1 ml d'alcool iso-amylque, quelques copeaux de magnésium et quelques gouttes d'acides chlorhydrique (HCl), l'apparition d'une coloration rose ou rouge indique la présence des flavonoïdes dans l'infusé.

4. Identification des Anthocyanes

1. Rajouter quelques gouttes d'HCl (acide chlorhydrique) à 5 ml d'infusé. La réaction donne une coloration rouge en présence d'Anthocyanes.

5. Identification des Tanins

A 5ml d'infusé rajouter quelques gouttes d'une solution de FeCl₃ à 5%, la réaction donne une coloration bleue noire en présence des Tanins.

- **Tanins catéchiques**

A 15ml d'infusé sont additionnés 7ml de réactif de Stisiany. La réaction donne une coloration rouge en présence des tanins catéchiques.

- **Tanins galliques**

A 5ml d'infusé rajouter 2g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCl₃, la réaction donne une coloration bleue foncée en présence des tanins galliques.

6. Identification des saponines

Introduire dans une fiole 5 ml d'HCl à 0.1 N, introduisez dans une deuxième fiole 5ml de NAOH à 0.1N, puis rajouter dans chacune d'elle 2 à 3 gouttes d'infusé. La formation des mousses indique la présence des saponosides.

ANNEXE 4

Composition du milieu de base de Murashige et Skoog (1962).

Macroéléments MS	Concentrations finales (mg. L⁻¹)	Solution mère (x20) (mg. L⁻¹)
Nitrate d'Ammonium NH ₄ NO ₃	1.650	33000
Nitrate de Potassium KNO ₃	1.900	38000
Chlorure de Calcium CaCl ₂ , 2H ₂ O	4.40	8800
Sulfate de Magnésium MgSO ₄ , 7H ₂ O	3.70	7400
Phosphate monopotassique KH ₂ PO ₄	1.70	3400
Micro éléments MS	Concentrations finales (mg. L⁻¹)	Solution mère (x100) (mg. L⁻¹)
Acide Borique H ₃ BO ₃	6.2	620
Sulfate de Manganèse MnSO ₄ , 4H ₂ O	22.3	2230
Sulfate de Zinc heptahydrate ZnSO ₄ , 4H ₂ O	8.6	860
Iodure de Potassium KI	0.83	83
Molybdate de Sodium Na ₂ MoO ₄ , 2H ₂ O	0.25	25
Sulfate de Cuivre heptahydrate CuSO ₄ , 5H ₂ O	0.025	2.5
Chlorure de Cobalt CoCl ₂ , 6H ₂ O	0.025	2.5
Solution Fe-EDTA	Concentrations finales (mg. L⁻¹)	Solution mère (x100) (mg. L⁻¹)
Sulfate de Fer FeSO ₄ , 7H ₂ O	27.8	2780
Acide éthylène diamine Na ₂ EDTA	37.3	3730
Tetracétique acide sel de sodium		
Vitamines et acides aminés	Concentrations finales (mg. 100 ml⁻¹)	
Glycine	0,2	
Méso-inositol	100	
Acide nicotinique	0,5	
Chlorhydrate de Pyridoxine	0,5	
Thiamine	0.1	

ANNEXE 5

Techniques d'observations cytologiques

➤ Acide périodique à 1%

2 g de l'acide périodique à 1 % dans 200 ml d'eau distillé avec agitation. Cette préparation doit se faire au moment de la coloration.

➤ Carmin acétique

Dissoudre à saturation 1g de carmin dans 100ml l'acide acétique à 45 %, bouillant. Laisser refroidir, puis décanter et filtrer. C'est ce filtrat qui va être utilisé, c'est un colorant de la chromatine et du noyau.

➤ Réactif de Schiff

- Dissoudre 1g de Fuschine basique dans 200 ml d'eau bouillante. Laisser refroidir puis filtrer.
- Ajouter 2g de métabisulfite de sodium anhydre et 20 ml d'acide chlorhydrique 1N.
- Laisser reposer 24h dans un flacon hermétique à l'obscurité.
- Ajouter 0.5g de charbon actif, agiter puis filtrer.

➤ Naphtol Blue Black

Naphtol Blue Black à 1% dans 7% d'acide acétique.

➤ Eau gélatineuse

Dissoudre 0.4g de gélatine dans 100 ml d'eau distillée bouillante. Filtrer le mélange et le conservé à 4°C.

ABSTRACT

The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is a monocotyledonous, dioecious species, only the female palms give fruits "dates" while the male ones (Dokkars) produce the pollen, very used in the economic trade and in the treatment of weakness, anaemia and male and female sterility problems.

The date-tree is propagated by seeds and by offshoots, 12 to 15 offshoots during its life span. The aim of this study is to evaluate the main date palm cultivars by an ethnobotanical survey, conducted in 17 oases in southern Algeria using a questionnaire to gather information from the Saharan indigenous people. In the laboratory, a phytochemical screening was performed to determine the active constituents of date palm parts. Moreover, to evaluate the therapeutic effect of pollen on the fertility were chosen. Two different doses (120 mg.kg^{-1} and 160 mg.kg^{-1} were tested on "wistar" adult rats during 50th days, the body and testicular weights of rats were recorded and the serum testosterone level was measured. In parallel, an induction of budding by direct organogenesis from shoot tips of offshoots and also calli initiation from anthers were performed.

An inventory of 131 of date palm cultivars was established in several oases of southern Algeria within 12 cultivars which are involved in traditional herbal medicine use depending on the oasis; date palm parts, recipe and method of preparation. Phytochemical screening has revealed a significant number of primary metabolic compounds in different date palm parts as glycosides and starch and secondary metabolites like anthocyanins, flavonoids, saponins and tannins.

The treatment of male rats with date palm pollen showed an improvement of the fertility state of rats by increasing serum testosterone levels, body and testicular weights. These encouraging results could be exploited in pharmacopoeia and in the pharmaceutical industry. Moreover, morphogenetic reactions obtained via direct organogenesis (budding formation) and androgenesis (callogenesis of anthers) could be a powerful tool in the date palm multiplication.

Key words: *Phoenix dactylifera* L., cultivars, ethnobotany, traditional natural remedies, androgenesis, direct organogenesis.

المخلص

يعتبر نخيل التمر الدعامة الأساسية للنظام البيئي في الواحات، من خلال توفير الظل الملائم لزراعة الخضروات والأشجار المثمرة. ينتمي نخيل التمر إلى النوع ثنائي المسكن. كما تعتبر التمور من أشهر الفواكه ذات الفائدة الغذائية والصحية التي ينصح بتناولها لعلاج الضعف، السكري وفقر الدم. وبالإضافة إلى حبوب اللقاح المستعملة في علاج العقم لدى الرجال والنساء. يتكاثر النخيل تقليدياً بالبذور أو بالفسائل. نظراً للأهمية القصوى لنخيل التمر ومحدودية إكثاره بالطرق التقليدية استعملت طرق الإكثار الدقيق أحد وسائل زراعة الأنسجة بالأنابيب. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تقييم أهم أصناف نخيل التمر الجزائرية وجمع المعلومات المتعلقة باستعمال النخيل في الطب البديل مع التعرف على أجزاء النخيل المستعملة في الوصفات العلاجية التقليدية. ومن جهة أخرى إكثار أجود الأصناف نسيجياً. في هذا السياق، قمنا بدراسة اثنتونباتية في 17 واحة في شرق، غرب ووسط صحراء الجزائر، لغرض تقصي و جرد أهم اصناف النخيل وكذا طرق التدوي التقليدي بالنخيل و معرفة التداول الشعبي لها من خلال عملية استطلاع و مساءلة سكان الواحات. في المختبر، تم إجراء الفحص الكيميائي النباتي لتحديد محتويات المركبات. كما أجريت دراسة حول تقييم التأثير العلاجي لحبوب لقاح النخيل على درجة خصوبة 30 ذكر جرذ. تم العلاج خلال 50 يوماً باستعمال جرعتين 120مغ/كغ و 160 مغ/كغ. تم قياس هرمون التستوستيرون في الدم. أما بالنسبة لمحاولة الإكثار النسيجي للنخيل مخبرياً، فقد تم تحريض القمم النامية الخضرية للفسائل عن طريق استخدام تقنية تشكل الأعضاء و كذا تقنية زراعة مآرب الأزهار الذكرية لتشكيل الكالوسات. تمكنا من خلال هذه الدراسة التعرف على 131 صنف نخيل التمر، من بينها 12 صنف مستخدم في التدوي وهذا تبعا للموقع الجغرافي للواحة، و طريقة التحضير. مكن العلاج بحبوب لقاح نخيل التمر الى تحسين حالة خصوبة ذكور الجرذان ، ازدياد افراز هرمون التستوستيرون في الدم، زيادة في وزن الجسم ووزن الخصية. هذه النتائج المشجعة يمكن استخدامها في مجال صناعة والمستحضرات الصيدلانية. علاوة على ان العديد من التفاعلات المورفولوجية عن طريق تقنية تكشف الأعضاء (تشكل البراعم) و تقنية التخلق الذكري (تشكل كالوس المآبر الزهرية). يمكن ان تستغل هذه النتائج في مجال الإكثار النسيجي للنخيل.

الكلمات الاستدلالية

نخيل التمر *Phoenix dactylifera* L، أصناف ذات استخدام طبي، دراسة اثنتونباتية، عقم الرجال، الطب التقليدي، زراعة نسيجية.