



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes, des sciences de la nature et de la vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences de la nature et de la vie
Sciences Agronomiques
Phoeniciculture et Technique de valorisation des dattes

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
Amiri Ibtissam

Le: lundi 27 juin 2022

Evaluation de quelques cultivars males de palmier dattier cultivés dans l'oasis de Biskra par l'étude de la germination du pollen à différentes températures d'incubation

Jury :

Dr.	DROUAI Hakim	MCA	Université de Biskra	Président
Pr.	MEZERDI Farid	Pr	Université de Biskra	Encadreur
Dr.	MESNOUA Mohammed	MRA	CRSTRA Biskra	Co-encadreur
Dr.	BENAISSA Keltoum	MCB	Université de Biskra	Examinatrice

Année universitaire : 2021-2022

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

- ❖ *Ceux qui j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et que je suis très fière de les avoir comme parent et que tous les mots du monde ne peuvent exprimer l'amour et le respect que je leur porté ma mère ZAHIA pour leur soutien et leur sacrifices énormes.*
- ❖ *Mon très chers frères A.ELHAK, OUSSAMA , NACER, et surtout le charmant MARWAN.*
- ❖ *Mes très chères sœurs surtout les brillantes MARWA ;
AHLEM et son mari MOURAD ainsi que leurs filles HEBBA, AYA., RAFFIF*
- ❖ *Mes meilleures amies SANA, MANEL et sans oublier MERJEM, SARA*
- ❖ *M^{ER}. HOUSSAM M.A. et à toute sa famille*
- ❖ *Tous mes enseignants.*

Remerciements

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mon directeur de thèse, Pr MEZERDI Farid, de l'université Mohamed Khider - Biskra, d'avoir accepté de diriger ce travail et pour ses conseils et ses orientations ;

J'exprime ma profonde gratitude au Monsieur MESNOUA Mohammed, co-directrice de thèse, Directeur de la Division de Recherche phoénicioculture, maître de recherche A au CRSTRA - Biskra, pour son aide précieuse et sa disponibilité, malgré ses multiples occupations ;

Je tiens à remercier tout particulièrement M^r DROUAI H, de m'avoir consacré de son temps en me fait l'honneur de présider le jury et d'évaluer mon travail ;

*Je tiens à remercier aussi :
Mme BENAÏSSA K., de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail ;*

En bref je remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail ; un grand merci à tous

Liste des tableaux

Tableaux	Pages
Tableau 01: Localisation et période de floraison des différentes sources polliniques étudiées	28
Tableau 02: viabilité du pollen par germination in vitro et teste de coloration de différentes sources de pollen	42
Tableau 03 : Effet de l'interaction Cultivar * température sur la germination in vitro du pollen de quinze cultivars de palmier dattier	43
Tableau 04 : Effet de l'interaction Cultivar * température sur la croissance du tube pollinique de quinze cultivars de palmier dattier	43

Liste des figures

Figures	Page
Figure 01: Morphologie de palmier dattier	04
Figure 02: Différents types de racines rencontrées chez le palmier dattier	05
Figure 03: Tronc de palmier dattier	06
Figure 04: Schéma d'une palme	07
Figure 05: Inflorescences et fleurs du palmier dattier	08
Figure 07: La structure d'un grain de pollen	13
Figure 08 : Localisation de la wilaya de Biskra	28
Figure 09 : les Spathes	30
Figure 10 : Epillets avant et après le séchage	31
Photo 11: Méthode de conservation du pollen	31
Figure 12 : Mesurer la longueur des épillets de chaque spathe (cm)	32
Figure 13 : Procédure de déterminer la quantité de pollen dans une fleur	33
Figure 14: Procédure de teste de coloration	34
Figure 15: Observation microscopique des grains de pollens colorés	35
Figure 16 : Préparation de milieu de culture	36
Figure 17: Procédure de teste de germination	36
Figure 18 : Observation de la germination des tubes pollinique par microscope	37
Figure 19: Nombre des spathes produit par année dans 15 cultivars mâles de palmier dattier	39
Figure 20: répartition du poids des spathes pour 15 cultivars mâles de palmier dattier	40
Figure 21: longueur du spadice dans 15 cultivars mâles de palmier dattier	40
Figure 22: Quantité de grain de pollen produit par spathe dans 15 cultivars mâles de palmier dattier	41
Figure 23: viabilité du pollen par teste de coloration et teste de la germination in vitro de 15 cultivars mâles de palmier dattier	42
Figure 24: Observation microscopique de la germination du pollen de variété Deglet Nour 2 (CV09) incubés pendant 24h à différentes températures, de 5 à 45°C	44
Figure 25 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Ghars	44
Figure 26 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Tantbocht	45
Figure 27 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	45

(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Yatima	
Figure 28 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	46
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Deglet Nour 01	
Figure 29 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	46
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Inconnu	
Figure 30 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	47
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Moch Deglat	
Figure 31 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	47
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Bouhlesse 01	
Figure 32 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	48
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Bouhlesse 02	
Figure 33 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	48
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Deglet Nour 02	
Figure 34 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	49
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Inconnu	
Figure 35 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	49
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Deglet Nour 03	
Figure 36 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	50
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Halwaya	
Figure 37 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	50
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Dgoule 01	
Figure 38 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	51
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Dgoule 02	
Figure 39 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen	51
(A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Dgoule 03	
Figure 40 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen du 15 cultivars	52
Figure 41 : Effet de la température d'incubation sur la croissance du tube pollinique des quinze cultivars de palmier dattier	53

Liste des abréviations

APS	Algérie Presse Service
CRSTRA	Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides
CV	Cultivar
FAOSTAT	Données de la FAO "Food and Agriculture Organization"
GES	gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MEB	Microscopie Electronique à Balayage
OMM	L'organisation météorologique mondiale
PPD	Pollen du Palmier Dattier
PPN	productivité primaire nette
°C	Degré Celsius

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L)

I .1. Classification du palmier dattier.....	3
I .2. Description générale des organes du palmier dattier.....	4
I .2.1. Système racinaire.....	5
I .2.2. Stipe.....	5
I .2.3. Palmes.....	6
I .2.4. L'appareil reproducteur du palmier dattier.....	7
I .2.5. Fruits « la datte ; Tmar ».....	9
I .3. Production de dattes et répartition géographique du palmier dattier.....	9
I .3.1. En Algérie.....	9
I .3.2. En Ziban.....	10

Chapitre II. Le pollen du palmier dattier

II.1. Définition et structure.....	11
II.2. Morphologie et identification du pollen.....	12
II.3. Conservation et stabilité du pollen.....	14
II.4. La production de pollen.....	15
II.5. La viabilité du pollen et pouvoir germinatif.....	15
II.5.1. Longueur de tube pollinique.....	16

Chapitre III. Impact du changement climatique sur les plantes et le palmier dattier

III.1. Le changement climatique.....	17
III.2. Les effets des changements climatiques sur les plantes.....	19
III.3. Les effets des changements climatiques sur la productivité de la plante.....	22
III.4. impact du changement climatique sur le palmier dattier.....	24
III.5. Impacts du changement climatique sur l'agriculture.....	26

Méthodologie

I. Présentation de la région d'étude.....	28
II. Collecte et caractérisation des cultivars mâles.....	29
III. Préparation du pollen.....	30
IV. La quantité de pollen.....	32
V. La viabilité des grains du pollen.....	33
V.1. Test de coloration.....	33
V.1.1. Préparation du colorant acétocarminé.....	34
V.2. Germination in vitro du pollen et croissance du tube pollinique.....	35
V.2.1. Milieux de culture.....	35
V.2.2. Préparation et mise en culture des grains du pollen de palmier dattier.....	36
VI. Analyse statistique.....	38

Résultats

I. Etude des caractères des cultivars mâles.....	39
I.1. Etude des caractères quantitatifs de production en pollen.....	39
I.1.1. Date de floraison.....	39
I.1.2. Nombre des spathes/an.....	39
I.1.3. Poids et longueur des spathes.....	39
I.1.4. Le poids de pollen.....	41

II. Etude des caractères qualitatifs de production en pollen	41
II.1. La viabilité des grains du pollen.....	41
II.2. Effet de la température sur la germination in vitro du pollen.....	43

Discussion

I. Etude des caractères quantitatifs de production en pollen	55
I.1. Caractères de la spathe.....	55
I.1.1. Nombre des spathes/an.....	55
I.1.2. Poids et longueur des spathes.....	55
I.1.3. Le poids de pollen.....	55

II. Etude des caractères qualitatifs de production en pollen

II.1. la viabilité du pollen.....	56
II.2. Effet de la température sur la germination in vitro du pollen.....	56

Conclusion	60
-------------------------	----

Références bibliographiques	61
--	----

Annexes

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est l'une des plus anciennes cultures fruitières cultivées dans les régions arides, avec une historique de 5000 ans de culture et d'utilisation (Arabnezhad et *al.*, 2012). Cette espèce est un arbre important pour de nombreuses régions chaudes et arides d'Afrique du Nord, de la péninsule arabique et du Moyen-Orient, et elle a toujours joué un rôle important dans la vie économique et sociale des habitants de ces régions (Barreveld, 1993 ; Chao et Krueger, 2007 ; Elleuch et *al.*, 2008). La production mondiale totale de dattes a atteint plus de 9,45 millions de tonnes en 2020. L'Algérie est le quatrième producteur mondial de dattes avec plus de 1,15 million de tonnes (Faostat, 2020), et plus de 18 millions de palmiers dattiers (Bouguedoura et *al.*, 2015 ; Faci, 2021). Cependant, malgré le soutien important du gouvernement et l'attention particulière portée à la culture du palmier dattier, en Algérie, le niveau de la productivité des dattes reste faible par rapport aux autres pays producteurs de dattes, et les exportations de dattes n'ont pas atteint le niveau attendu (Faostat, 2020).

Le palmier dattier est une espèce dioïque qui nécessite une pollinisation naturelle pour accomplir sa fécondation, mais la pollinisation artificielle est nécessaire pour obtenir un rendement commercial satisfaisant (Rezazadeh et *al.*, 2013 ; Shafique et *al.*, 2011). Il existe plus de 2000 cultivars de palmier dattier recensés dans le monde (Al-Dous et *al.*, 2011). Alors qu'en Algérie, plus de 900 cultivars ont été inventoriés présentant des différences de couleur, de saveur, de saison de floraison et de temps de maturation (Hannachi et *al.*, 1998 ; Rhouma et *al.*, 2007). La connaissance des ressources génétiques des espèces cultivées est d'une grande importance pour l'amélioration de la productivité et de l'efficacité de toute activité visant à sa préservation et à sa valorisation.

La floraison du palmier dattier débute après une période froide, lorsque la température devient suffisamment élevée, et atteint un niveau connu sous le nom de zéro de floraison. Ce niveau de température varie selon les variétés et les conditions climatiques locales (Chao et Krueger, 2007). En conséquence, la saison de floraison commence à la mi-février chez les variétés précoces et s'étend jusqu'à la fin avril chez les variétés tardives (Arias-Jiménez et Nations, 2002). Le froid au moment de la fécondation provoque des accidents divers tels que la mort des organes floraux, la maturation insuffisante des pollens, l'avortement des fleurs, en conséquent, l'échec de la nouaison. De nombreux agriculteurs, en Algérie, ont signalé un échec de la pollinisation du palmier dattier après une baisse de la température pendant la saison de pollinisation (Faci, 2021).

Il a été rapporté que les exigences de température pour la germination du pollen diffèrent entre les espèces fruitières et les cultivars à période de floraison précoce ou tardive. Par exemple, la température idéale pour une germination optimale du pollen de noyer est plus basse chez les variétés à floraison précoce que chez les noyers à floraison tardive (Pirlak, 2002). De plus, Milatović *et al.* (2016) ont observé que la germination du pollen est faible à 5°C pour six cultivars d'abricotier, et que le pourcentage de germination augmente avec l'augmentation de la température. Une température relativement basse (de 8 à 20 °C) a été signalée de favoriser la formation de fruits parthénocarpiques chez le palmier dattier (Reuveni *et al.*, 1986 ; Cohen *et al.*, 2016 ; Slavković *et al.*, 2016). Les températures ont également affecté le taux de développement des fruits (Cohen *et al.*, 2016 ; Slavković *et al.*, 2016).

L'objectif de cette étude est de déterminer les effets de différentes températures d'incubation (5-45°C) sur la germination du pollen et la croissance du tube pollinique de 15 cultivars de palmier dattier mâle, et ce afin de fournir des informations utiles pour la sélection des cultivars de palmier dattier mâle présentant une tolérance aux basses températures.

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L)

Le palmier dattier est une plante fruitière ancienne (Ozenda, 1991), Cultivé de plus de 4000 ans, proviendrait de la domestication d'une population sauvage de la même espèce (Pintaud et *al.*, 2010), la mieux adaptée aux conditions climatiques difficiles des régions sahariennes et présahariennes, en raison de ses exigences écologiques et la plus convenable économiquement pour investir dans l'agriculture oasienne (Sedra, 2003).

Le palmier dattier est un arbre rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde (Chahma et Longo, 2001) est considéré comme l'une des cultures de base les plus anciennes du Sud-ouest d'Asie et d'Afrique du Nord (Al-Alawi et *al.*, 2017).

Le palmier dattier est la composante principale de l'écosystème oasien, permet une pérennité de la vie dans les régions désertiques (Daddi Bouhoun, 2010). Il est largement cultivé pour ses multiples usages et ses services écosystémiques, en particulier pour ses fruits comestibles dont des milliers de variétés ont été sélectionnées (Bouguedoura, 1979). Sa présence crée un microclimat permettant le développement de diverses formes de vie animale et végétale, indispensables pour le maintien et la survie des populations du désert (Elhoumaizi, 2002).

I.1. Classification du palmier dattier

Le nom scientifique du palmier dattier est *Phoenix dactylifera* L qui provient du mot Phoenix qui signifie dattier chez les phéniciens, et *dactylifera*, du terme grec *dactulos* signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (Djerbi, 1994). *Phoenix dactylifera* est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des *Palmaceae*, et à la sous-famille des *Coryphineae* (Munier, 1973). Le genre *Phoenix* appartient à la famille des *Arecaceae* (anciennement, *Palmaceae*) (Dransfield et *al.*, 2008) qui regroupe pas moins de 2800 espèces réparties en 226 genres (Rival, 2010). Le palmier dattier est une espèce appartenant au genre Phoenix qui comprend douze (12) espèces botaniques (Moore, 1973) dont la plus connue est *dactylifera* et dont les fruits " dattes " font l'objet d'un commerce international important (Espiard, 2002).

Cette espèce appartient à un groupe botanique largement reconnu. Il fait partie d'une des trois familles, les plus utilisées par l'homme après les *Poaceae* et les *Fabaceae* (Aberlenc-Bertossi, 2012). *Dactylifera* est l'espèce la plus importante en termes de valeur commerciale et d'utilisation alimentaire humaine. Étant une plante dioïque, les fleurs mâles et

femelles naissent sur deux palmiers différents, et de nombreux cultivars mâles et femelles ont été identifiés et cultivés avec succès (Zaid et Arias-Jimenez, 2002).

I.2. Description générale des organes du palmier dattier

Le palmier dattier est une espèce pérenne à très longue durée de vie (de l'ordre de 100 ans) dont la phase juvénile est d'environ 8 ans (Belaroussi, 2019). En l'état actuel des connaissances, les seules caractéristiques morphologiques du palmier dattier ne permettent pas de distinguer de façon fiable les différents cultivars entre eux. Il faut attendre 4 à 5 ans pour obtenir les données pomologiques à partir de la première fructification et pour pouvoir analyser la composition chimique des fruits. Ces données sont des critères principaux de reconnaissance des cultivars (Booij *et al.*, 1992).

Le palmier dattier est une plante monocotylédone à croissance apicale dominante. Le diamètre du tronc de l'arbre demeure généralement stable sous les mêmes conditions à partir de l'âge adulte. On distingue 3 parties : un système racinaire, un organe végétatif composé du tronc et de feuilles et un organe reproductif composé d'inflorescences mâles ou femelles (Figure 01) (Sedra, 2003).

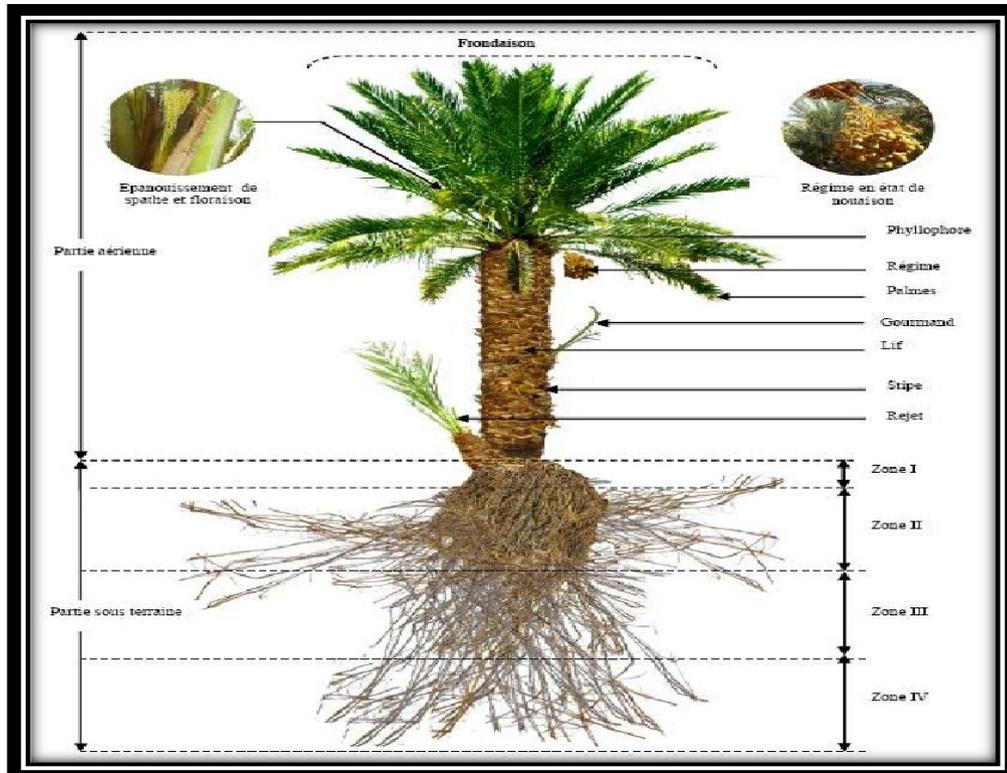


Figure 01: Morphologie de palmier dattier (Benlarbi, 2019).

I .2.1. Système racinaire

Le système racinaire du dattier est de type fasciculé, comme chez presque la totalité des monocotylédones (Bouguedoura, 1991), formé de plusieurs types de racines dont le diamètre ne dépasse pas 1,5 cm et qui émergent partiellement au dessus du niveau du sol à une hauteur allant jusqu'à 50 cm de la base du tronc (Sedra, 2003), Il y aurait quatre zones d'enracinement chez les palmiers dattiers (Munier, 1973), selon la zone du sol qu'elles occupent (I, II, III et IV) figure 02 (Sedra, 2003).

L'organisation du système racinaire du palmier dattier au stade adulte n'a pas fait objet d'étude approfondie et cela est dû à la difficulté d'accès au système racinaire (Bouguedoura, 2012).

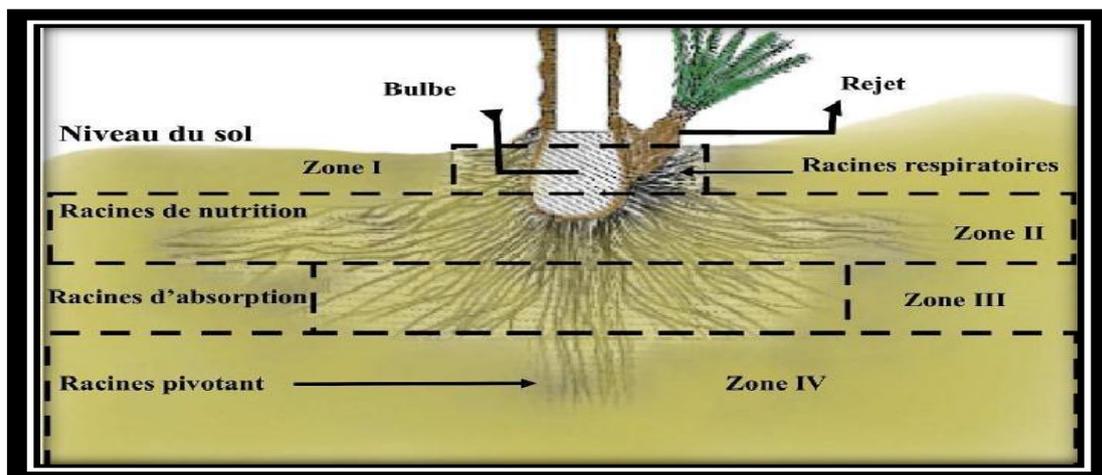


Figure 02: Différents types de racines rencontrées chez le palmier dattier (Mohammad, 2015).

I .2.2. Stipe

Le palmier dattier est une plante arborescente à tronc monopodique (Bouguedoura, 1991). Le tronc cylindrique appelé aussi stipe ou tige, est non ramifié, lignifié et de couleur marron brun. Quelques fois, certains cultivars peuvent avoir une forme du tronc tronconique, mais jamais ramifié (Sedra, 2003). Le stipe du dattier est de forme cylindrique avec une hauteur de 10 à 30 mètres (Ozenda, 1958). Le diamètre du stipe mesure environ 40 à 90 cm (Hussein et al., 1979). Certains cultivars peuvent cependant avoir une forme stipeonique. L'élongation du dattier se fait dans sa partie coronale par le bourgeon terminal ou phyllophore. Le stipe des jeunes palmiers est recouvert par les bases des pétioles des anciennes palmes mortes (Bouna, 2002).

Chaque année, apparaissent 10 à 20 feuilles (palmes). Une palme vit entre 3 et 7 ans (Munier, 1973). Le stipe est d'une grosseur variable selon les variétés, il peut varier selon les conditions du milieu pour une même variété. Ainsi, il possède une structure très particulière, il est formé de vaisseaux disposés sans ordre et noyés dans un parenchyme fibreux (Chelli, 1996).

D'après Wertheimer (1956), le stipe est recouvert par les bases des palmes qu'on appelle « cornaf » recouvertes à leurs tours par un fibrillum (Sedra, 2003). Un palmier peut donner environ 17 rejets au cours de son existence (Wertheimer, 1956).



Figure 03: Tronc de palmier dattier (Ouamane, 2019).

I .2.3. Palmes

Les feuilles du dattier sont appelées palmes ou Djerids (Belhabib, 1995), sont pennées finement divisées et longues de 4 à 7 mètres (Sallon et *al.*, 2008), disposées en forme oblique et dans la partie inférieure de palme, les feuilles sont transformées en épines (Idder, 2011). Le palmier le mieux tenu contient de 50 à 200 palmes (Benchenouf, 1971) et selon les cultivars, l'âge et les conditions culturales peuvent mesurer de 2 à 6 m de long (Djerbi, 1994). Les palmes adultes peuvent mesurer jusqu'à 6m de long et présentent 3 segments différents: le pétiole, le segment à épines et le segment à folioles (Zaid, 2002).

De nombreuses palmes constituent la couronne (Munier, 1973). La couronne ou frondaison est l'ensemble des palmes vertes qui forment la couronne du palmier dattier. Les palmes vivent de trois à sept ans, selon les variétés et le mode de culture. Elles sont émises par le bourgeon terminal ou « phyllophore », pour cela, on distingue: la couronne basale, la couronne centrale et les palmes du cœur (Peyron, 2000).

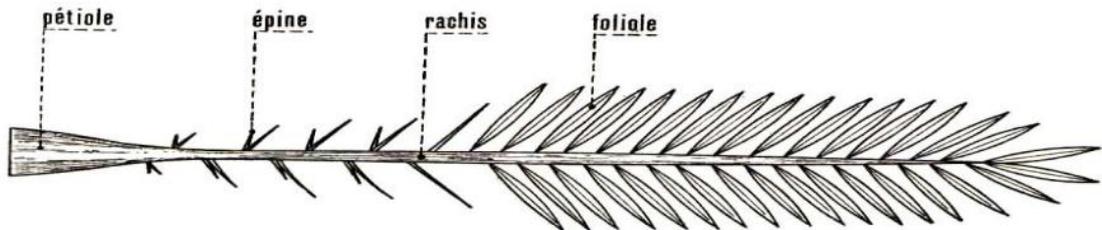


Figure 04: Schéma d'une palme (Peyron, 2000)

I .2.4. L'appareil reproducteur du palmier dattier

Le palmier dattier est une espèce dioïque diploïde ($2n=36$) (Munier, 1973). Les inflorescences mâles sont portées par les pieds mâles (Dhokkar) alors que les inflorescences femelles se développent sur des pieds femelles (Nakhla) (Aberlenc-Bertossi et al., 2010). Les inflorescences mâles et femelles des palmiers dattiers appelées spadices sont enveloppées d'une très grande bractée membraneuse, la spathe (Sallon et al., 2008) qui s'ouvre à maturité en libérant de grosses grappes de fleurs petites et sessiles (Aberlenc-Bertossi et al., 2010). Les spathes sont de forme allongée d'une manière très générale, les spathes d'un palmier mâle sont plus courtes et plus renflée (Peyron, 2000).

Les fleurs mâles et femelles sont portées par des individus différents. Il est nécessaire d'attendre de 6 à 8 ans, jusqu'à l'induction des premières floraisons pour connaître le sexe des plantes (Aberlenc-Bertossi, 2012). Les sexes étant séparés, il existe donc des pieds mâles donnant du pollen et des pieds femelles produisant des fruits, les dattes (Peyron, 2000). La différenciation morphologique entre ces organes est extrêmement précoce puisque celle-ci est déjà marquée lorsque l'inflorescence mesure que 10 mm de longueur, c'est-à-dire avant la différenciation sexuelle des fleurs (Daher, 2010). Cette dioécie entraîne une allogamie obligatoire qui permet un brassage génétique, mais aussi une hétérozygotie responsable de la diversité, qui conduit à la formation de plusieurs milliers de cultivars de palmier femelle dans le monde (Hanachi et al., 1998).

Les spathe femelles sont étroites et allongées à l'inverse des spathe male qui sont plus gonflées, avec une légère dépression dans la partie supérieure (Oudejans, 1969).

Les inflorescences femelles présentent une élongation marquée du pédoncule ainsi qu'une bi-latéralisation. Les inflorescences et les épillets sont plus longs. Ceci est lié à leur position relative sur le rachis. L'inflorescence mâle à une forme conique et le nombre de méristèmes floraux est plus élevé sur les épillets (Zango, 2011).

La fleur mâle est constituée de trois sépales, trois pétales, deux verticilles, trois étamines et trois pseudo-carpelles ou pistillodes, alors que la fleur femelle est formée de trois sépales, trois pétales, deux verticilles, trois staminodes et de trois carpelles (Aberlenc-Bertossi et *al.*, 2010).

Les fleurs femelles ont une couleur entre ivoire et vert claire, elles sentent à maturité la pate à pain, l'anis ou le sperme (Peyron, 2000). Les fleurs mâles sont de couleur blanche ivoire et de forme légèrement allongée. A maturité, elles attirent de nombreux insectes, particulièrement les abeilles (Aberlenc-Bertossi et *al.*, 2010).

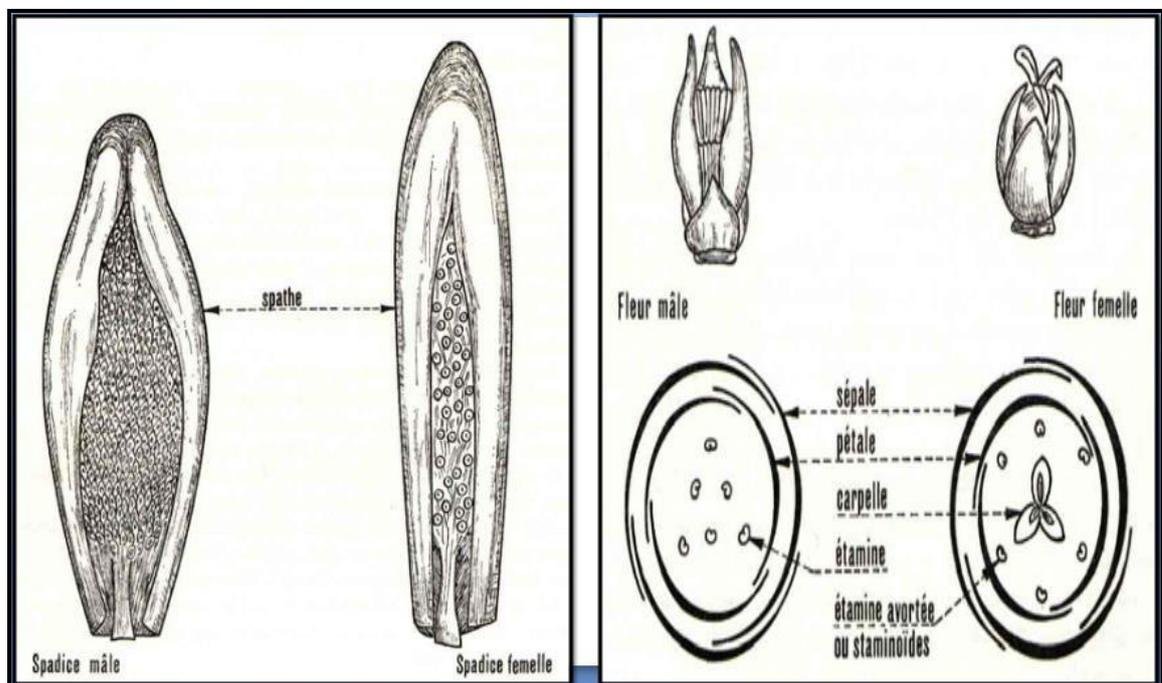


Figure 05: Inflorescences et fleurs du palmier dattier (Munier, 1973).

I .2.5. Fruits « la datte ; Tmar »

Le fruit du palmier dattier est une baie appelée « Datte, Tmar en arabe», contenant une seule graine « noyau » après fécondation, l'ovule évolue pour donner un fruit de couleur verte (taille d'un pois puis d'un fruit de raisin jusqu'à la taille normale de la datte) (Sedra, 2003).

La couleur de datte est variable selon les cultivars : jaune plus ou moins clair, jaune ambré translucide, brun plus ou moins prononcé, rouge ou noir. Sa consistance est également variable, elle peut être molle, demi-molle ou sèche. Les dattes à consistance sèches présentent une chair à un aspect farineux (Munier, 1973).

La maturation des dattes étant fonction de la température, c'est pourquoi certains auteurs ont défini le coefficient thermique comme la somme des températures de la floraison à la maturité des dattes. Le coefficient thermique est variable selon la précocité des cultivars. Le pollen a un effet sur la taille du fruit, sur celle de la graine et sur la datte de maturation (Elhoumaizi, 2002).

I .3. Production de dattes et répartition géographique du palmier dattier

I .3.1. En Algérie

L'immensité du territoire saharien en Algérie (Plus de 2 millions de Km²), l'existence de populations anciennement installées dans ces régions et des ressources en eau importantes ont permis la création de nombreuses oasis de palmiers depuis déjà plus de 14 siècles (Salhi et *al.*, 2006).

L'Algérie, possède un patrimoine phœnicicole qui dépasse les 20 millions de palmiers dattiers et une production dépassant un million de tonnes par an, produite par 952 cultivars répartie sur plusieurs régions du Sud du pays, dont les 3/4 du terroir phœnicicole se localisent au Nord-Est du Sahara algérien. Néanmoins, le rendement par palmier reste faible en raison de plusieurs contraintes, notamment celles liées au changement climatique (Bakour, 2003 ; Bouguedoura et *al.*, 2015 ; Benziouche et Chehat, 2019 ; APS, 2021).

Le patrimoine phœnicicole de l'Algérie soit reparti sur 17 wilayas du pays, il est concentré principalement dans les palmeraies du Sud-Est et du Sud-Centre (Bouguedoura et *al.*, 2015) ; réparti à travers 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf. Le palmier dattier se trouve également dans

d'autres wilayas situées dans des zones de transition entre la steppe et le Sahara que l'on considère par rapport aux palmeraies sahariennes, de « marginales » (Buelguedj, 2007).

En 2019, l'Algérie a produit 1136025 tonnes de dattes, avec un rendement supérieur à la moyenne mondiale (6679,3 kg/ha). La superficie des terres agricoles occupées par le palmier dattier en Algérie a connu une tendance à la hausse à partir du début des années 2000, où elle a atteint les 170082 ha en 2019, signifiant de la deuxième place sur l'échelle mondiale (derrière l'Iraq). Elle occupe la troisième place du point de vue production, après l'Egypte et l'Arabie Saoudite. La production du palmier dattier, en Algérie, va connaître un accroissement durant les années prochaines, avec la rentrée en production des jeunes pieds cultivés ou qui seront plantés dans les nouvelles terres mises en valeur (Faostat, 2020).

I .3.2. En Ziban

Selon les données du Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche, Biskra occupe la première place en Algérie du point de vue superficie occupée par le palmier dattier (25,84 %), nombre de palmiers en rapport (25,94 %), nombre de palmiers en rapport de Deglet Nour (37,38 %), production totale des dattes (41,38 %) et la production de la Deglet Nour (49,38 %). Le rendement du palmier dattier (toutes variétés confondues) est le plus élevé sur le niveau national, avec une moyenne de 108 kg/arbre, alors que la moyenne nationale est 67,7 kg/arbre. Egalement pour la Deglet Nour, où la moyenne à Biskra est 114,1 kg/palmier ; alors que la moyenne nationale est de 86,3 kg/palmier (Faci, 2021).

Chapitre II. Le pollen du palmier dattier

II.1. Définition et structure

Le pollen est une source naturelle de substances biochimiques et nutritionnelles telles que les protéines, les glucides, les acides aminés, les minéraux, les stérols, les hormones et de nombreux types d'enzymes et de cofacteurs. Sa composition peut varier considérablement d'une espèce à l'autre (Sebii et *al.*, 2019).

Le pollen de palmier dattier (DPP) (*Phoenix dactylifera* L.), sont les cellules reproductives mâles des fleurs de palmiers et sont couramment utilisées au Moyen-Orient. Il est considéré comme un complément alimentaire naturel et fonctionnel efficace en raison de sa teneur remarquable en acides gras insaturés volatils bioactifs et en composés flavonoïdes qui jouent un rôle crucial en tant que fort antioxydant et anti-cancer du sein, en plus de leurs implications nutritionnelles et physiologiques en tant que facteurs de promotion de la santé utilisés dans le monde entier comme compléments alimentaires (El-Kholy et *al.*, 2019). Les grains de pollen (du grec palé : farine ou poussière) sont les gamétophytes mâles ou encore l'élément fécondant mâle des phanérogames (Sebii, 2019). Ce sont des microparticules naturelles que les plantes utilisent pour le transport en toute sécurité de leur matériel génétique, souvent sur de grandes distances géographiques (Atwe et *al.*, 2014).

Les grains de pollen se forment dans les étamines. Au niveau des anthères de grandes cellules se différencient puis après plusieurs divisions par mitose donnent des cellules-mères de grains de pollen diploïdes. Chaque cellule mère se divise deux fois, elle subit la méiose et donne naissance à quatre petites spores haploïdes nommés microspores (Geneves, 1997). Les microspores vont emmagasiner les réserves nécessaires à leur futur rôle dans la fécondation. Ensuite, les microspores subissent une différenciation en deux types des cellules haploïdes, une grande cellule végétative et une cellule génératrice, incluse dans la première qui, après division, donnera les deux gamètes mâles indispensables à la fécondation et donc à la reproduction (Sannier, 2006).

Pour effectuer sa fonction, Un grain de pollen mature contient une cellule végétative et une cellule générative. La paroi du pollen est généralement composée de deux couches principales, l'exine extérieure et l'intine interne. L'exine est composé d'un bio-polymère résistante appelée sporopollénine, qui est résistant à l'acétolyse, à haute température et à la décomposition, tandis que l'intine est principalement composée de cellulose et de pectine et ressemble à la paroi de la cellulaire végétale (Hesse et *al.*, 2009). L'exine est hautement

perméable et les pores de la paroi de l'exine, qui peuvent aller jusqu'à 40 nm de largeur, pourront permettre la pénétration de substances différentes dans le noyau creux central de pollens (Atwe et *al.*, 2014).

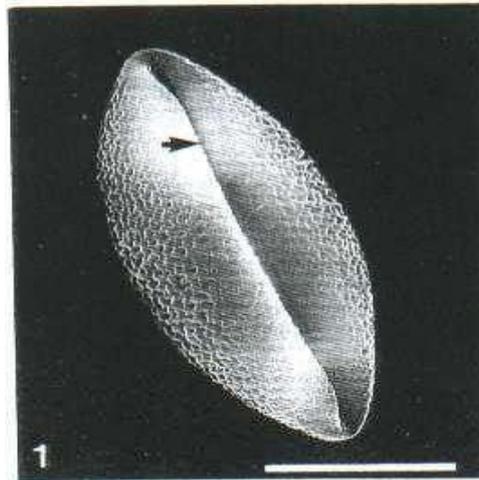


Figure 06: La structure du pollen *Phoenix dactylifera* L. (Boughediri, 1991).

II.2. Morphologie et identification du pollen

La morphologie du pollen est une expression qui vient du génome et comme tout autre caractère, pour qu'il soit essentiel de comprendre les différences entre les génotypes. Les propriétés macro-morphologiques peuvent être utiles dans les études taxonomiques de certaines espèces ou groupes de plantes. Chez de nombreuses espèces, des informations précieuses peuvent être obtenues à partir d'une étude complète du pollen qui permet de comprendre à la fois la morphologie et, si possible, le rôle fonctionnel des caractères du grain de pollen. Une compréhension de l'ontogenèse du grain pollinique et du dépôt ainsi que de la structure fondamentale de la sporopollénine sont importantes pour les morphologistes du pollen comparatif, contribuant à comprendre et à interpréter certaines des structures utilisées comme caractéristiques distinctives. Le grain de pollen peut être étudié non seulement pour des données morphologiques comparatives, mais aussi comme un indice des aspects inattendus des systèmes de sélection et de l'hybridation (Soliman et Al-Obeed, 2013).

Plusieurs auteurs ont suggéré que les caractéristiques structurelles des grains de pollen de certaines espèces de fruits et la morphologie du pollen, y compris la taille, la forme et les motifs de striation exine, puissent être utilisées pour l'identification des espèces (Soliman et Al-Obeed, 2013).

Le PPD peut être identifié à l'aide d'informations obtenues par microscopie optique et par microscopie électronique à balayage. Chaque cellule présente des caractéristiques uniques en termes de taille, de forme et de surface. Le DPP contient une variété de composants bioactifs importants pour la vitalité et la fonction de la cellule, tels que l'estrone, l'estradiol et l'estriol (Elkerm et Tawashi, 2014).

La morphologie du pollen est une expression de son génome dont la variabilité peut être utilisée pour l'identification des espèces. Les images obtenues au MEB prouvent que les grains du PPD sont caractérisés par des particules de forme elliptiques bilatérales (Bishr et Desoukey, 2012). Les grains de PPD sont aussi caractérisés par une ouverture à partir de laquelle le tube à pollen se développe, et de nombreux pores de diamètre différent ornant l'exine surface, permettant l'échange de différentes substances avec l'environnement extérieur (Bishr et Desoukey, 2012) (Figure.7).

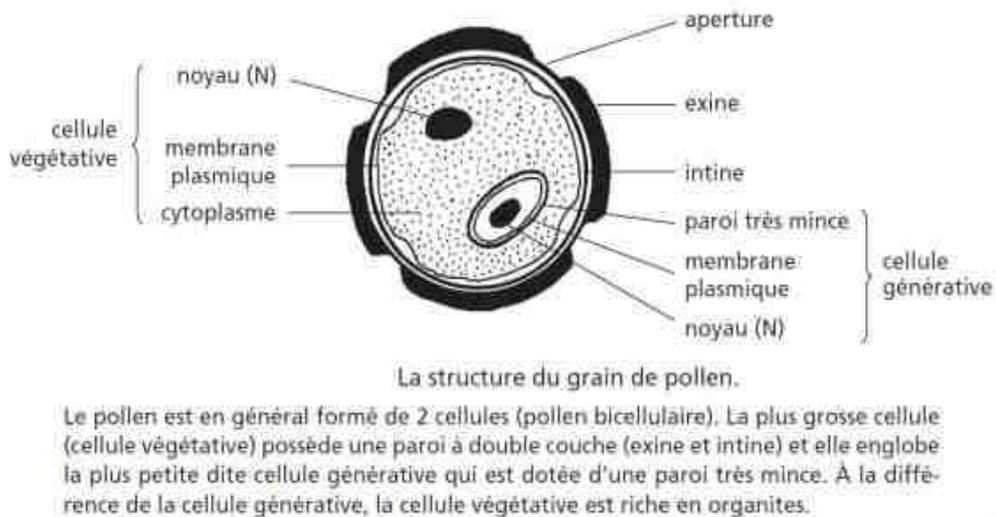


Figure 07: La structure d'un grain de pollen

II.3. Conservation et stabilité du pollen

Les épillets de l'inflorescence sont très humides, il est donc important, si on veut les utiliser plus tard dans de bonnes conditions, de les sécher rapidement. La méthode classique de conservation du pollen consiste à couper les spathes, détacher les épillets et les sécher sur du papier ou de tissu (Babahani et Bouguedoura, 2015).

On peut encore suspendre les inflorescences sur une corde dans un endroit à l'abri des courants d'air et du soleil. Après dessiccation, on les stocke dans un milieu sec et sain. La durée de conservation peut être de 6 mois à un an (Babahani et Bouguedoura, 2015).

La conservation du pollen consiste à le mettre dans des conditions environnementales qui ralentissent son activité vitale, sans influence leur caractéristique de fonctionnement (Bougediri, 1994). Durant la conservation, plusieurs facteurs peuvent affecter la longévité du pollen comme ; la température et l'humidité relative (Mortazavi et *al.*, 2010). Il est très sensible à la chaleur. Ainsi, des méthodes de conservation doivent être appliquées afin de préserver la qualité de son pouvoir germinatif. Le pollen du palmier dattier peut être conservé sous trois formes :

- pollen dans leurs spathes (épillets) à climat ambiante et la longévité du pollen peut durer toute la saison de pollinisation qui dure de.
- pollen en poudre fraîche conservée en boîtes ou en bocaux ou autres emballages adéquats à une température voisine de 4 à 7°C, dans un réfrigérateur de type ménager. Ces bocaux sont placés dans un dessiccateur contenant à sa base du chlorure de calcium anhydre à raison d'un kg de chlorure de calcium pour 5 kg de pollen.
- Pollen en poudre sèche, par lyophilisation (congélation à – 60 °C et sous pression). Avant son utilisation, la vitalité des grains de pollen et leur taux de germination doivent être vérifiés et contrôlés (Sedra, 2003).

Le pollen de maïs est susceptible au phénomène de dessiccation qui dépend de la pression de la vapeur d'eau dans l'air. L'hydratation du pollen du maïs peut varier d'une hydratation totale à une déshydratation partielle au bout de 1 à 4 heures (Fonseca et Westgate, 2005). D'autre part, le phénomène de réhydrations du grain du pollen peut rapidement avoir lieu en présence d'eau (Aylor, 2003).

II.4. La production de pollen

Un mâle moyen adulte produit annuellement entre et 30 inflorescences de taille variable, quelque fois plus s'il est très vigoureux pour un même arbre, le nombre d'inflorescences est relativement stable d'année en année (Peyron, 2000).

Comme les palmiers femelles, un palmier bien exposé, correctement entretenu, produit naturellement des spathes plus larges qu'un palmier moins. Les premières inflorescences donnent un pollen de mauvaise qualité, celles de la fin de période de floraison également pour la pollinisation, seules sont utilisées l'inflorescence de milieu de saison (Peyron, 2000).

II.5. La viabilité du pollen et pouvoir germinatif

L'aptitude du pollen à féconder un pistil réceptif et compatible sur lequel repose la qualité du pollen (Boughdiri, 1994). La capacité de vivre, grandir, germer ou développer du pollen à germer est connue sous le nom de viabilité (Lincoln et al., 1982). Elle contribue aussi à sélectionner le meilleur type de pollen provenant de mâles génétiquement différents et possédant des degrés variables de viabilité (Djerbi, 1994).

Des tests de viabilité ou de germination se font pour juger les aptitudes intrinsèques du pollen, en utilisant des tests de coloration ou des milieux de culture simples : milieu Monciero (1954) et le milieu Brewbacker et Kwack (1963) modifié et utilisé par Furr et Enriquez (1966). Les tests de viabilité sont utilisés aux Emirats Arabes Unies pour tester la viabilité du pollen conditionné et commercialisé (Babahani et Bouguedoura, 2015). Les différents tests sont décrits ci-dessous :

- La viabilité :

Les tests de viabilité indiquent le pourcentage de grains de pollen pouvant germer dans un échantillon, car, il existe toujours un pourcentage, même minime, de grains de pollen mal formés, immatures ou avortés (Peyron, 2000). Les tests aident à sélectionner le type de pollen à haut degré de viabilité (Djerbi, 1996). Ils sont basés sur la coloration chimique des constituants vivants du pollen par des composés (Peyron, 2000), tels que le carmin acétique (acétocarmine à 1-2%) où après coloration indiquant l'intensité de l'activité enzymatique à l'aide du colorant 2,3,5 Triphényl-tétrazolium chloride (TTC) à la concentration de 0,1 % à 0,7% ou autres colorants enzymatiques (Sedra, 2003).

- Le changement de couleur évoluant du clair au foncé, indique une activité enzymatique et par conséquent la viabilité du pollen (Sedra, 2003).

- Le pouvoir germinatif :

Les tests de pouvoir germinatif précisent le pourcentage de grains de pollen capable de germer *in vitro* (Peyron, 2000).

- Le pouvoir fécondant :

C'est la capacité d'un pollen à féconder correctement les inflorescences femelles. Ce test demande le dépôt du pollen sur le stigmate de la fleur ; après un certain temps, le pistil est enlevé et le nombre de tubes polliniques poussant dans le pistil est comparé avec le nombre de tubes polliniques n'ayant pas pénétré (Djerbi, 1996). Plusieurs échantillons de pollen doivent être testés à partir d'un même arbre femelle et à partir d'une même inflorescence (Peyron, 2000).

Calculer le pourcentage de fécondation des ovules ou de nouaison après une pollinisation artificielle des inflorescences femelles en bonne condition de réceptivité florale (Sedra, 2003).

II.5.1. Longueur de tube pollinique

Un tube pollinique en croissance est une cellule unique, enferment les cellules spermatogénèse, qui s'étend vers les tissus reproducteurs femelles par la croissance de son extrémité, pouvant former une structure ayant plusieurs millimètres de longueur (Aimeur, 2004).

Chapitre III. Impact du changement climatique sur les plantes et le palmier dattier

III.1. Le changement climatique

La température sur la planète pourrait, d'après les projections du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), s'élever de l'ordre de 1 à 3 degrés (Celsius) d'ici 2050, le double à la fin de ce siècle. Alors que le cycle naturel d'évolution du climat situerait l'époque actuelle dans une phase de refroidissement, la température moyenne globale à la surface de la terre a déjà augmenté de près d'un degré depuis la moitié du 19^{ème} siècle (Ameglio, 2020).

Le réchauffement climatique est un phénomène d'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère terrestre, qui traduit une augmentation de la quantité de chaleur retenue à la surface terrestre selon différents scénarios d'évolution de la concentration atmosphérique de CO₂. Ces changements ont des effets sur toutes les espèces vivantes. La mise en évidence de l'augmentation de la température permet de caractériser l'amplitude des problèmes dus au changement climatique, parce que la température est un indice important pour l'agriculture pour connaître les nombres de jours de soleil et la répartition des apports d'eau pendant l'année (Duong, 2000).

Dans son quatrième rapport d'évaluation en 2007, basé sur plusieurs observations du climat de la terre depuis 1850, le groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique (GIEC) a conclu la présence d'un changement climatique global est incontestable (Allard, 2009). Selon le GIEC (2007), le changement climatique, correspond à une modification durable de la décennie au million d'années, des paramètres statistiques (paramètres moyens, variabilité) du climat global de la Terre ou de ses divers climats régionaux. Ces changements peuvent être dus à des processus intrinsèques à la Terre, à des influences extérieures. La rapidité avec laquelle ce réchauffement s'effectue (en regard des 400 000 dernières années) tient pour l'essentiel aux activités humaines, à savoir les transports, les activités industrielles, les activités agricoles et agroalimentaires ou le mode de vie des particuliers (voiture individuelle, chauffage, climatisation, déchets...). Ces activités sont, en effet, à l'origine d'émissions supplémentaires de « gaz à effet de serre » (GES) naturels ou artificiels (Ameglio, 2020).

Ces changements climatiques ont été causés par des facteurs naturels (phases glaciaires et interglaciaires) et anthropiques (surpâturage, incendies, déboisement), provoquant des anomalies telles que une plus grande fréquence des sécheresses, ainsi que des

périodes de pluviosité excessives ayant pour conséquence un stress supplémentaire pour la végétation (Gilman et *al.*, 2010). Les rejets de gaz à effet de serre d'origine des activités humaines, sont les causes principales de ces changements climatiques qui agissent sur la vie quotidienne des espèces vivantes et sur les modes de consommation de ces espèces (Cambre, 2011).

L'organisation météorologique mondiale (OMM) montre que la température moyenne augmente de 0,1° C chaque 5 ans. En 2014, la température moyenne a augmenté de 0,57° C. Selon cette tendance, la température moyenne augmentera à 1,3° C en 2050 et 2,3° C en 2100. Ces informations sont proche des conclusions du quatrième rapport de GIEC (2007) (augmentation de +0,5° à 1,6° C en 2050, et de +2° à 5,4° C en 2100 (Cambre, 2011).

La Méditerranée, en particulier, devraient être plus touchée par le changement climatique que la plupart des autres régions du monde au cours du 21ème siècle (Giannakopoulos et *al.*, 2005). Cette zone méditerranéenne est caractérisée par une transition entre un climat chaud et sec au sud et un climat doux et humide au nord. Le climat dans cette zone durant les siècles passés a connu une augmentation de la température (Solomon et IPCC, 2007) de 2,2° C à 5,1° C pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne sur la période 2080-2099 par rapport à la période 1980-1999 (GIEC, 2007) et une diminution des précipitations (Solomon et IPCC, 2007).

Les prochaines décennies seront donc chaudes et sèches (Rao et *al.*, 2013), ce changement se traduit à travers une tendance au réchauffement, une diminution des étendues de glace, une élévation de niveaux des océans, des hausses significatives des précipitations dans certaines régions associées à des sécheresses plus longues et intenses dans d'autres est finalement une augmentation de l'intensité de l'activité cyclonique. Mais il est difficile de discriminer les impacts du changement climatique sur les milieux naturels car les effets de ces changements climatiques se mêlent généralement avec ceux de l'impact anthropique (TEC, 2014).

Selon les projections à l'horizon 2030 et 2050, l'augmentation des températures enregistrées entraîne une extension de climats chauds vers le nord par conséquent une perturbation générale des conditions écologiques et une redistribution biogéographique des espèces. La réponse prévue des êtres vivants aux nouvelles conditions soit : par extinction, adaptation ou migration (TEC, 2014). Chez les végétaux, les changements climatiques se manifestent à travers la précocité des événements printaniers (floraison, fécondation...) et la

tardivité des événements automnaux (Root et al., 2003). L'influence des températures élevées sur la production de biomasse végétative devrait être importante mais d'autres problèmes d'origine physiologique émergent plus tard (TEC, 2014). De même, une adaptation phénologique et un élargissement de l'aire de répartition de certaines espèces végétales sont observés ; le cas de pin d'Alep en France est l'exemple le plus éminent (Vennetier et al., 2011).

Le changement climatique global, avère des difficultés dans les modèles climatiques et les méthodes de descente d'échelles à simuler des distributions de pluies courantes et extrêmes, en développant et en testant de nouvelles approches méthodologiques (Brigode, 2013).

III.2. Les effets des changements climatiques sur les plantes

Les changements climatiques ont donc modifié l'environnement dans lequel tous les organismes se développent (Nicotra et al., 2010). Les espèces qui ont une faible mobilité comme par exemple la plante, sont les plus désavantagées face aux changements climatiques (Newton et al., 2012). La phénologie est étroitement liée au climat et représente un des impacts de changements climatiques le plus facilement détecté et suivi (Gordo et Sanz, 2006). Les conditions climatiques et édaphiques vont assurer pour la plante, soit un environnement favorable à ces besoins, soit un environnement défavorable (stress biotique et abiotique) qui perturbe son métabolisme et va provoquer des anomalies (Beebe et al., 2011).

La phénologie est la science ayant pour objet l'étude des phénomènes saisonniers qui marquent la vie des plantes et des animaux tout au long de l'année. Pour les plantes par exemple, il s'agit de l'apparition et de l'éclatement des bourgeons, de la date de floraison, des débuts et arrêts de la croissance des rameaux, de l'apparition, du déploiement, du jaunissement et de la chute des feuilles, de la formation, des changements de couleur, de la maturité et de la chute des fruits, etc (Vennetier et al., 2011).

Dans un premier temps, avant d'en venir à l'impact du réchauffement climatique proprement dit, il est nécessaire de prendre en compte l'effet de l'augmentation du gaz carbonique atmosphérique CO₂ sur la stimulation de la photosynthèse des végétaux. Sous l'hypothèse d'un doublement du CO₂ pour la fin du siècle, les travaux d'écophysiologie sur la photosynthèse permettent de prédire une augmentation de son activité de l'ordre de 20 à 30 %, conduisant à une augmentation de l'assimilation nette de l'ordre de 10 à 20 % (en prenant

en compte l'augmentation de la respiration liée à l'effet de l'augmentation de la température) (Ameglio, 2020).

L'énergie se trouve au cœur de la problématique du changement climatique d'une part, c'est le principal secteur émetteur de GES (gaz à effet de serre), et les émissions de CO₂ dans le futur pourraient augmenter bien plus vite que la moyenne mondiale. La croissance incontrôlée des émissions de GES est en train de réchauffer la planète, et pour conséquences, la fonte des glaciers, l'augmentation des précipitations, la multiplication de phénomènes météorologiques extrêmes, et le décalage des saisons. L'accélération du changement climatique, ajouté à la croissance de la population mondiale, menace partout la sécurité alimentaire (Gerald et *al.*, 2009).

La température étant le principal moteur du développement végétal, les chercheurs ont constaté une anticipation des stades clés, par exemple le bourgeonnement, la floraison ou la récolte pour l'ensemble des cultures, sous les climats méditerranéens et tempérés (INRA, 2015). La température joue un rôle important pour la croissance de la plante, elle agit sur le volume et la taille et enfin sur la productivité de la plante. Une faible augmentation de la température peut agir positivement sur la croissance de la plante, parce que la plante reçoit un minimum d'énergie thermique ce qui induit à une croissance maximale de la plante (Sardans et Penuelas, 2005). Le niveau des impacts négatifs s'accroît avec l'augmentation de la température (Yahiaoui, 2015), une haute température réduit l'activité microbienne du sol, et une diminution de la disponibilité des nutriments pour la plante (Sardans et Penuelas, 2005). En effet, l'augmentation de la température augmente le taux de minéralisation de matière organique du sol. Une augmentation du taux de minéralisation, augmentera la densité du sol, ce qui provoquera des difficultés pour diversifier la racine chez les plantes. Ces difficultés vont obliger les plantes à trouver une nouvelle stratégie pour adapter à ces nouvelles conditions (Araujo et *al.*, 2015). La croissance verticale des racines des plantes, est une stratégie pour résister à la sécheresse causée par une augmentation de la température, car cette croissance verticale permet d'exploiter les réserves d'eau souterraines (Bernier et *al.*, 2009).

Les travaux de Lebon (2002) montrent en lien avec l'élévation de température, un décalage des principales phases de maturation (véraison en particulier) vers la période la plus chaude de l'été, ce qui n'est pas sans conséquences sur la qualité du produit récolté, avec une augmentation de la teneur en sucre et du degré alcoolique pour les vingt dernières années (Ameglio, 2020).

L'allongement de la saison de végétation n'est pas sans contreparties pour la santé et la phénologie des plantes. Un démarrage très précoce au printemps augmente le risque de dégâts sur les jeunes pousses en cas de gel tardif (Morin et *al.*, 2007). En cas de phénomène récurrent, ces dégâts peuvent rendre la régénération de l'espèce difficile et donc limiter son aire effective de répartition (Vennetier et *al.*, 2011).

De plus, les vitesses de décalage du débourrement avec la température peuvent être très différentes d'une espèce à l'autre et notamment entre végétaux et animaux: les phases phonologiques entre plantes et symbiotes ou parasites peuvent ainsi se dissocier ou au contraire se synchroniser: floraison par rapport à la sortie des pollinisateurs, déploiement des feuilles par rapport à l'éclosion de chenilles défoliatrices, etc. Il a été par exemple émis l'hypothèse que le développement épidémique récent du chancre à *Crumelopsis* sur pin d'Alep (Martinez, 2002) pouvait être lié au réchauffement du printemps qui favoriserait le développement plus précoce de ce champignon pathogène, à un moment où les conditions d'humidité et la fréquence des pluies sont plus élevées, donc plus favorables (Vennetier et *al.*, 2011).

Les températures élevées en hiver peuvent avoir trois effets très négatifs sur le débourrement et la croissance des végétaux. D'une part, beaucoup d'espèces ont besoin d'une certaine quantité de froid en hiver (Chuine et *al.*, 1999) pour lever une dormance qui s'installe en automne. Cette dormance est nécessaire à la protection des tissus par grand froid. Le manque de froid peut ainsi retarder le débourrement (Falusi et *al.*, 1996), ce qui contrebalance l'effet de températures élevées au printemps qui a tendance à l'accélérer. D'autre part, l'activité physiologique hivernale induite par des températures suffisamment douces oblige les arbres à mobiliser et utiliser des réserves, au prix d'une dépense d'énergie qui n'est pas compensée par la photosynthèse. Ces réserves ne sont plus disponibles au printemps, ce limite la vigueur des arbres, et peut les faire passer en dessous d'un seuil critique s'ils étaient déjà affaiblis. Enfin, les alternances de périodes froides et chaudes en hiver, conduisant à des à-coups dans l'activité physiologique, peut provoquer une cavitation dans les vaisseaux conducteurs (Cruziat et *al.*, 2002), qui bien que réversible peut limiter la circulation de la sève au débourrement, et donc retarder celui-ci (Vennetier et *al.*, 2011).

De même la modification de la structure biochimique des plantes sous l'effet de réchauffement augmente la sensibilité des plantes aux agents pathogène (Rosenzweig et Hillel, 1998).

Le climat peut exercer une très forte influence sur la distribution géographique des mauvaises herbes autant que des cultures et des changements qui touchent les écosystèmes (Rosenzweig et Hillel, 1998).

III.3. Les effets des changements climatiques sur la productivité de la plante

Au cours des 50 dernières années, les rendements des cultures mondiales ont généralement augmenté. Cette augmentation est obtenue par l'amélioration du potentiel génétique et agronomique de la plante (Newton et *al.*, 2012). Les changements climatiques ont contribué positivement ou négativement à la production agricole, soit par des effets directs sur la croissance des plantes, soit indirectement tels que par les effets sur les agents pathogènes (Newton et *al.*, 2012). Les changements climatiques modifient la disponibilité des ressources qui sont nécessaires pour les plantes. Pour s'adapter à ces changements, les plantes disposent de 3 mécanismes : la migration, la microévolution et la plasticité phénotypique (Nicotra et *al.*, 2010). La capacité d'évolution adaptative va permettre à la plante, soit de supporter, soit d'insupporter les changements climatiques (Wilczek et *al.*, 2014). Ainsi, si l'adaptation locale est plus lente que la vitesse des changements climatiques, l'abondance des populations locales peut diminuer au cours du temps (Atkins et Travis, 2010).

La température agit sur la productivité de la plante au travers du développement des bourgeons. Deux types de bourgeons coexistent chez les arbres fruitiers : les bourgeons végétatifs et les bourgeons floraux ou inflorescence. La transition de l'état végétatif vers l'état floral est considérée comme l'une des étapes les plus importantes de l'ontogenèse d'un végétal. Le passage des méristèmes de l'état végétatif vers l'état floral est contrôlé par des corrélations endogènes et des facteurs de l'environnement. La formation des fleurs chez les espèces fruitières passe par quatre phases essentielles : l'induction, suivie de l'évocation florale, l'initiation des primordiaux floraux et enfin la différenciation et la croissance des ébauches florales. La température joue un rôle clé dans la vie du bourgeon (Lakso, 1994).

La floraison est le stade phénologique qui annonce, après la dormance, l'entrée en activité reproductive. C'est la phase la plus sensible au changement climatique (Grab et Craparo, 2011). La date de floraison joue un rôle important dans la production, car les conditions climatiques influent directement à ce stade sur la réussite de la fructification. Une augmentation des températures à la floraison est défavorable à la pollinisation et à la fécondation (Legave, 2007) et peut provoquer des troubles physiologiques à savoir la chute des boutons floraux et des fleurs, à cause de l'avortement et/ou de la nécrose des pièces

florales (Hilaire et *al.*, 2002 ; Seguin, 2003). Lors de la formation des gamétophytes, des températures hautes peuvent conduire à des anomalies chez les gamétophytes mâles et à un retard des gamétophytes femelles. De plus, ces conditions de température peuvent mener à la formation de pollen de viabilité faible ainsi qu'à une perte de synchronisation lors de la fertilisation. Une rupture précoce de la dormance et une floraison anticipée peuvent également s'observer (Nava et *al.*, 2009).

Concernant la phase mâle, ces températures affectent également le développement des grains de pollen lorsqu'elles sont appliquées avant l'anthèse, ce qui a pour résultat une stérilité du pollen. Les semaines précédant l'anthèse seraient les plus sensibles, des hautes températures à cette période menant à des changements développementaux dans les anthères, à des irrégularités dans l'épiderme et de nouveau à une formation faible de pollen. La croissance du tube pollinique peut être accrue lors de l'exposition à de fortes températures, ceux-ci peuvent se retrouver bloqués entre le stigmate et le sac embryonnaire ou encore avoir une réaction d'incompatibilité accrue (Erickson et Markhart, 2002 ; Sato et *al.*, 2002 ; Hedhly et *al.*, 2004).

Les variations interannuelles observées des dates de récolte des fruits confirment la forte influence des conditions météorologiques sur la production (Day et *al.*, 2008). En arboriculture fruitière, la durée de croissance et de développement du fruit a tendance à diminuer en région méditerranéenne, probablement en raison d'un réchauffement plus marqué au printemps (Legave et *al.*, 2008 ; Legave, 2009). En viticulture et en arboriculture, on assiste à une avancée de plus en plus nette de la date de récolte, avancée encore plus rapide que l'avancée de la date de floraison. En conséquence, la durée de croissance des fruits est fortement raccourcie. A contrario, la chute des feuilles peut être très largement retardée à l'automne, étendant la saison de végétation (Nakamura et *al.*, 2016). Dans les conditions tempérées, l'augmentation de la température accélère le rythme de développement et raccourcit les cycles de culture et, par suite, diminue la durée de l'assimilation du carbone par la photosynthèse (Seguin, 2007). Ainsi, l'augmentation de température raccourcit la phase de remplissage du grain (Gate, 2008).

La photosynthèse est le processus clé de conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique qui détermine le rendement des cultures (Ashraf et Arris, 2013). Des effets du réchauffement climatique sur les arbres fruitiers sont observés sur le terrain depuis quelques années. En arboriculture, on a observé des changements dans les dates des différents stades

phénologiques (dormance, débourrement, floraison, maturation) et la durée de cycle du développement et de croissance. L'avancée de la floraison, à des périodes où les gels nocturnes sont particulièrement fréquents, augmente le risque de dégâts printaniers. L'augmentation de la température peut également avoir un impact à différentes saisons selon les stades de développement des cultures (Maton et al., 2010). Au-delà du fonctionnement de la plante, le changement climatique est aussi associé à des risques accrus de maladies et de prolifération des ravageurs qui entraînent des pertes importantes de rendement (Peltonen-Sainio et al., 2010).

Une augmentation de CO₂ atmosphérique favorisera l'activité photosynthétique chez la plante (Hribar et Vidrih, 2015), l'augmentation de cette activité photosynthétique augmentera la production du métabolisme chez la plante, ainsi qu'elle diminue la transpiration foliaire pour la plante. L'augmentation de la production du métabolisme et la diminution de la transpiration foliaire augmentent la productivité de la biomasse aérienne chez *Plantago lanceolata* (Kardol et al., 2010). Une augmentation de la température et de la concentration de CO₂ modifient la phénologie de la plante par la modification de la surface, les nombres et l'épaisseur des feuilles (Pritchard et al., 1999). La haute température pourrait augmenter le potentiel agronomique d'une culture requérant une longue saison de croissance (tels le Maïs et le Soja), ou à l'opposé, des cultures bien adaptées aux conditions plus fraîches telles les petites céréales (Blé, Orge...) (Desjarlais et al., 2010).

Ces changements climatiques (l'augmentation de CO₂ et la température), peuvent modifier la production de la biomasse végétale et la composition des communautés végétales (Kardol et al., 2010). Une perturbation au niveau des communautés végétales, peut modifier les fonctionnements des écosystèmes terrestres par des changements dans la productivité primaire nette (PPN) (Norby et al., 2005).

III.4. impact du changement climatique sur le palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est connu pour son adaptation aux régions arides (Zhang et al., 2012). Pour murir, la datte exige une période de chaleur de la floraison jusqu'à la maturité complète et la longueur de cette période est critique dans le choix de certains cultivars pour une zone géographique donnée (Sirisena et al., 2015). Les pluies ou une humidité élevée durant la fructification augmentent le risque de la craquelure du fruit et l'apparition des maladies fongiques. Des étés longs avec des températures diurnes et

nocturnes élevées, et des hivers doux, ensoleillés et secs sans gelées sont les conditions climatiques idéales pour cette espèce (Shabani et *al.*, 2012).

Cependant, les enregistrements du thermomètre montrent que durant les 30 dernières années la moyenne globale des températures de la surface du globe ont augmenté de 0,28° C par décennie (Hansen et *al.*, 2006). Le changement du climat pourrait influencer le fonctionnement de plusieurs écosystèmes et la santé biologique des plantes et des animaux (McMichael et *al.*, 2003). Les stress liés au système climatique ont déjà des impacts sur la surface de la terre. Ceux-ci incluent non seulement l'augmentation des températures de la surface mais aussi l'élévation de la fréquence des inondations et des sécheresses, et des changements dans les écosystèmes naturels comme la floraison précoce, et la déviation de la distribution des espèces vers le pôle (McMichael et *al.*, 2003).

L'importance de la phénologie dans la science du changement global a été de plus en plus étudiée. Ce changement a commencé avec des études empiriques et de modélisation démontrant que la phénologie de la plante, connue comme sensible d'une année à l'autre à la variabilité du climat, pourrait aussi servir comme un indicateur des impacts biologiques à long-terme du changement climatique sur les écosystèmes terrestres. Ainsi, le changement global du climat pourrait altérer significativement la phénologie de la plante car les températures influencent le moment de développement seules et à travers les interactions avec d'autres indices comme la photopériode (Lakhdari et *al.*, 2016).

Les plantes exigent une certaine quantité d'unités de chaleur (période thermique), synonyme de degrés-jours de croissance pour atteindre le prochain stade de développement (Jagadish et *al.*, 2016). Le besoin thermique du palmier dattier durant la période allant de la floraison jusqu'à la maturité des dattes est égal à la somme des températures maximales journalières supérieures ou égales à 18° C (zéro de floraison) (Elhoumaizi et Saaidi, 1993).

L'émergence des spathes (floraison) de certains cultivars a avancé parfois de 20 jours avec une augmentation de la TMJM allant jusqu'à 5°C. En fait, ce stade est un facteur déterminant de la réussite de la production de la plante. L'augmentation de la température ambiante est le facteur climatique majeur qui fait avancer la période de floraison des cultures et autres plantes avec un effet moindre de l'augmentation de la concentration en dioxyde de carbone (Moss, 1976 ; Jagadish et *al.*, 2016). Le nombre de jours de l'anthèse défini comme l'apparition de la première fleur ouverte peut varier et offrir un moyen d'échapper aux effets

néfastes induits par les températures élevées. Un avancement dans la date de maturité des dattes a été enregistré en atteignant 20 jours chez certains cultivars.

Par ailleurs, la température n'affecte pas seulement la période de maturité des fruits mais aussi leur taux de croissance (Adams et *al.*, 2001). D'après Vinson (1914), le taux de maturation des dattes est probablement influencé par les mêmes facteurs affectant le taux de croissance du feuillage à savoir les températures élevées maxima et minima. Nombreux processus biologiques impliqués dans le développement du fruit dépendent de la température. Elle influence en particulier la division cellulaire, les échanges gazeux, la maturité et la composition chimique du fruit. Les conséquences sur la qualité du fruit comme le calibre, la teneur en sucres et en acides et la qualité nutritionnelle.

III.5. Impacts du changement climatique sur l'agriculture

L'agriculture est sensible au changement climatique à bien des égards. Les impacts du changement climatique sur le secteur de l'agriculture ont vraiment pris son envol au début des années 1980. Depuis, diverses avenues ont été explorées et modéliser de la façon la plus réaliste ; l'impact du changement climatique sur ce secteur, c'est d'abord une différenciation géographique qui est venue catégoriser les premières approches utilisées. Généralement, les études montrent que, bien que l'agriculture serait affectée par le changement climatique, cela ne mettrait pas en péril l'alimentation mondiale (Roumani, 2020).

L'agriculture mondiale (culture et élevage) joue un rôle important en contribuant à près de 12% des émissions globales de GES et de 70% des émissions de GES hors CO₂, notamment le méthane (Chotte et Kosuth, 2015). Le défi actuel et futur de l'agriculture est son adaptation au changement climatique qui ne peut s'effectuer au détriment de fonction de production, de la santé humaine et de la préservation de l'environnement (Chotte et Kosuth, 2015). Le réchauffement climatique entraînera un glissement des zones agro-climatiques, avec la possibilité de cultiver certaines plantes dans de nouvelles régions (Roy, 2002). Des ravageurs de cultures devraient suivre ce glissement de plantes cultivées, ils étendraient leur aire de répartition, suivi par leurs ennemis naturels mais avec un rythme de progression spécifique (Moiroux et *al.*, 2014). Donc, l'incidence des changements climatiques sur l'agricole est très complexe (Roy, 2002). Des modélisations climatiques projettent une altération de synchronisme entre les ravageurs de cultures et leurs ennemis naturels, une élévation de la densité des populations de ravageurs, une augmentation de la diversité des ressources exploitée par les insectes généralistes (phytophages, prédateurs,...) mais à long

terme. La stabilité de système trophique s'installe à travers l'adaptation des insectes aux nouvelles conditions (Moiroux et *al.*, 2014). Des maladies virales transmises par les insectes pourraient accroître car la température constitue le facteur qui contrôle le développement des populations d'insectes vecteurs (Lepoivre, 2001).

Les effets des changements climatiques sur les plantes cultivées sont multiples, de modifications de la physiologie et de ratio C/N causées par une élévation de la concentration de CO₂ associé au réchauffement climatique, de dégradations des composées de défense de plantes à base d'azote contre les insectes ainsi que de diminutions de l'efficacité des protéines toxiques produites par certains cultivars transgénique pour lutter contre les ravageurs (Gagnon et *al.*, 2013).

Le développement d'autres bio-agresseurs de plantes et des maladies causées par différents types d'organismes pathogènes (bactéries, virus et champignons..) est affecté par les paramètres météorologiques incluent la température, les précipitations, l'humidité relative, la radiation solaire et la vitesse des vents. Ces nouvelles conditions peuvent favoriser ou défavoriser l'apparition et l'activité de certains organismes pathogènes (Gagnon et *al.*, 2011).

En bref, l'élévation de la température et la réduction des précipitations réduisent la productivité agricole si les deux dépassent le seuil approprié à la production agricole. Le changement climatique est également susceptible d'affecter le secteur de l'élevage à la fois en affectant la quantité et la qualité des aliments et en affectant la nécessité et la gravité des événements climatiques extrêmes. Il existe une littérature limitée traitant des impacts du changement climatique sur le bétail, mais le secteur de l'élevage peut être particulièrement vulnérable aux effets du changement climatique (Yohannes, 2016).

Les pays pauvres, notamment ceux dépendants de l'agriculture, seront les plus vulnérables au changement climatique. Dans ces pays, les gens sont plus susceptibles d'utiliser la migration comme stratégie de futur adaptation, surtout si ce changement sera associé à la diminution des ressources en eau (Falco et *al.*, 2019).

L'agriculture doit impérativement s'adapter aux changements, réduire la vulnérabilité des cultures en les rendant moins sensibles et plus résilientes face aux évolutions de fond aussi bien qu'aux événements extrêmes. Cette adaptation passe par une modification des pratiques agricoles, une amélioration des variétés, mais aussi par le déplacement des aires de culture (INRA, 2015).

Méthodologie

Notre travail à été réalisé au sein du laboratoire de culture in vitro du palmier dattier au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) Biskra.

I. Présentation de la région d'étude

La région des Ziban s'étend au pied Sud de la chaîne de montagnes de l'Atlas saharien. Ce site lui vaut la connotation "La porte du désert" et a permis à la région de jouer à travers les différentes périodes de son existence un rôle de rencontre, d'échange et de transition entre un Nord bien équipé et un Sud déshérité (Allouai et Alkama, 2013).

La ville de Biskra, capitale des Ziban, se situe au Sud-Est de l'Algérie à environ 425 km d'Alger (figure 08). La superficie de la wilaya de Biskra est de 21509,8 km² ; elle est limitée par : Batna au Nord, M'sila au Nord-Ouest, Khanchela au Nord-Est, Djelfa au Sud-Ouest, El Oued au Sud-Est et Ouargla au Sud (Faci, 2021).

Située entre 4° 15' et 6° 45' Est de longitude et entre 33° 30' et 35° 15' Nord de latitude, Biskra est composé de 33 communes réparties sur 12 daïras ; les douze daïras sont : Biskra, Djemorah, El Kantara, El Outaya, Foughala, M'chouneche, Ouled Djellal, Ourlal, Sidi Khaled, Sidi Okba, Tolga et Zeribet El Oued (Faci, 2021).

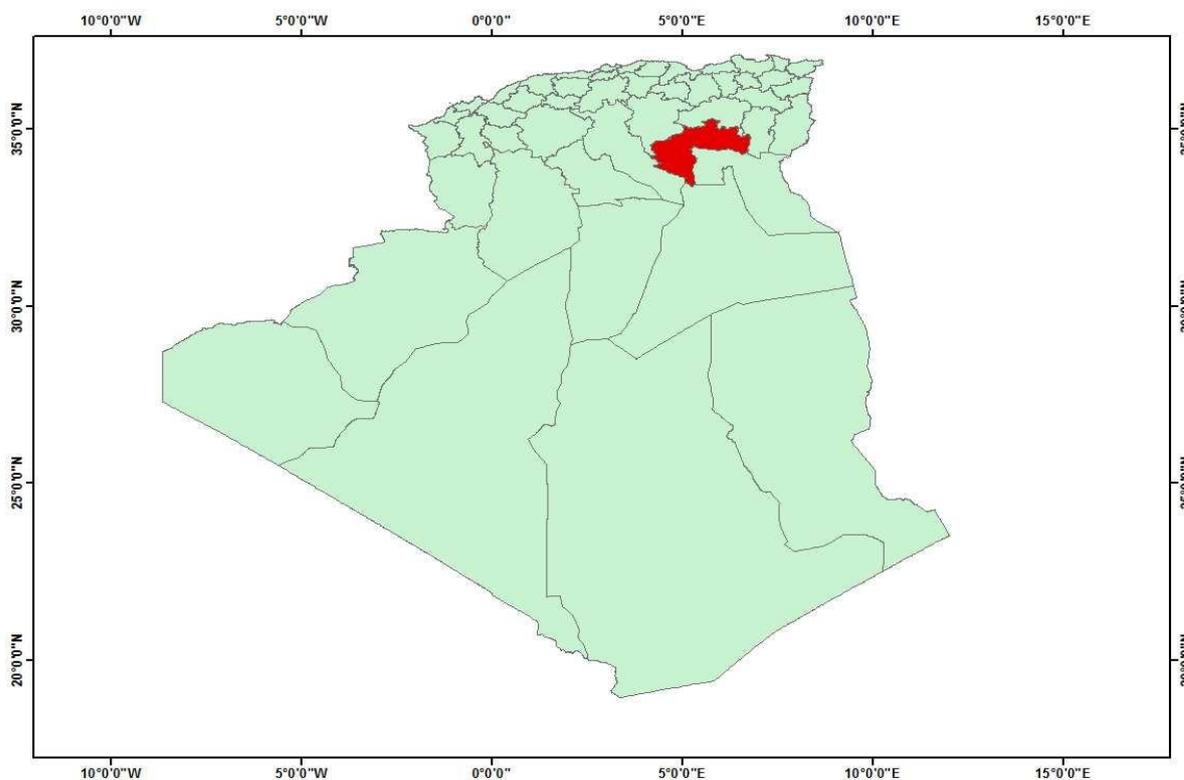


Figure 08 : Localisation de la wilaya de Biskra (en rouge) (CRSTRA, 2018).

II. Collecte et caractérisation des cultivars mâles

Cette étude a été réalisée durant l'année 2022 sur 15 cultivars mâles de palmier dattier. Les palmiers mâles ont de 7 à 50 ans d'âges environs et poussent dans plusieurs régions dans l'Oasis du Ziban (Wilaya de Biskra). Les cultivars ont été marqués de 1 à 15 (tableau 01).

Tableau 01: Localisation et période de floraison des différentes sources polliniques étudiées.

Code	Nom du cultivar	Localisation	Date de floraison
CV01	Ghars	Sidi Okba	18/02/2022
CV02	Tantbocht	Tolga (Labrach)	15/02/2022
CV03	Yatima	El Outaya	24/03/2022
CV04	Deglet Nour 01	Fougala	15/03/2022
CV05	Inconnu	Biskra	20/03/2022
CV06	Moch Deglat	Sidi Okba	23/03/2022
CV07	Bouhlesse 01	Sidi Okba	25/03/2022
CV08	Bouhlesse 02	Sidi Okba	18/03/2022
CV09	Deglet Nour 02	Biskra	20/03/2022
CV10	Inconnu	Biskra	15/03/2022
CV11	Deglet Nour 03	El Outaya	22/03/2022
CV12	Halwaya	Biskra	29/03/2022
CV13	Dgoule 01	Biskra	30/03/2022
CV14	Dgoule 02	Biskra	29/03/2022
CV15	Dgoule 03	Biskra	29/03/2022

La date de début et fin de floraison, la durée de la floraison et le nombre total de spathes ont été enregistrées. Les caractères morphologiques de spathe pour chaque cultivar comme le ; le poids, la longueur et la largeur ont été calculés. Ainsi, les caractéristiques des

épillets comme la longueur, nombre d'épillets par spathe et le nombre de fleurs par épillet ont été enregistrés.

III. Préparation du pollen

Pour les caractéristiques des grains de pollen, Les inflorescences males nouvellement ouvertes ont été récoltées le matin. Ces inflorescences sont constituées par un spadice épais portant de très nombreux rameaux ou épillets sur lesquels sont fixées les fleurs (Wertheimer, 1957).

Les épillets dans les spathes de chaque cultivar ont été coupés et étalés, en une fine couche, sur des feuilles de papier pendant 7 jours jusqu'à ce qu'ils deviennent secs. Cette méthode permet aux anthères de se déhiscent sans que les fleurs s'ouvres, ce qui permis de garder la plupart des grains de pollen à l'intérieur des fleurs (Mesnoua et al., 2018). Ensuite, les épillets secs ont été conservés dans des sacs en papier kraft jusqu'à leurs utilisations.



Figure 09 : les Spathes (Photo original).



Figure 10 : Epillets avant et après le séchage (Photo original).



Photo 11: Méthode de conservation du pollen (Photo original).



Figure 12 : Mesure la longueur des épillets de chaque spathe (cm) (Photo original).

IV. La quantité de pollen

Pour déterminer la quantité du pollen porté par chaque cultivar. Le poids des graines du pollen dans une fleur (trois fleurs pour chaque cultivar) par chaque type d'épillet (court, moyen et long) a été calculé selon le mode ci-dessous. Ensuite, la quantité du pollen par spathe est calculée.

La quantité de pollen est la perte en masse après le rinçage des fleurs.

IV.1. Mode opératoire

- Peser le poids de la fleur (P1).
- Ajoutez l'eau distillée dans chaque tube.
- Laisser le tube dans un agitateur et en rinçage soigneusement les fleurs.
- Puis ajouté l'eau distillé et laisser dans l'agitateur (répétez 2 fois cet étape).
- Après le troisième rinçage, Laissez les fleurs sécher dans un endroit sec, bien aéré pendant 3 jours.
- Peser le poids de la fleur (P2).

La quantité de pollen dans chaque fleur est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Quantité de pollen} = P1 - P2$$

Le poids total de pollen produit par spathe de chaque cultivar est déterminé par la formule suivante :

Poids de pollen = nombre total des fleurs * quantité de pollen dans une fleur

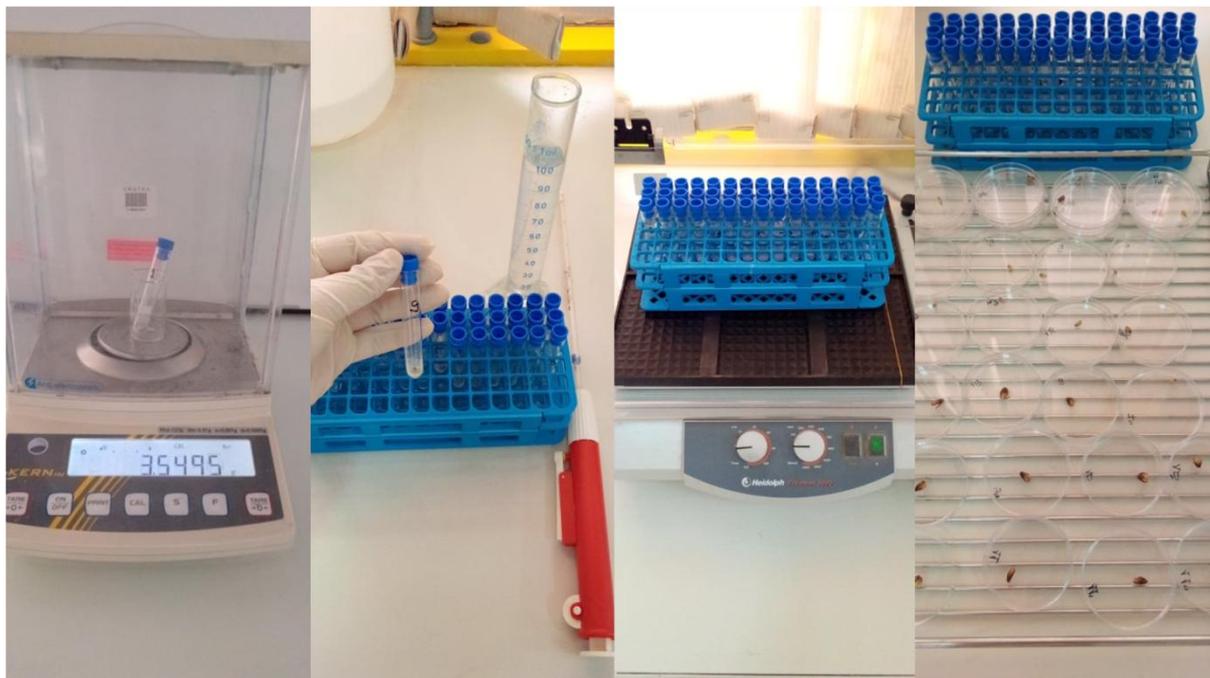


Figure 13 : Procédure de déterminer la quantité de pollen dans une fleur (Photo original).

V. La viabilité des grains du pollen

La détermination de la viabilité du pollen est basée sur deux méthodes; la coloration avec une solution d'acéto-carmin et germination de pollen *in vitro* sur milieu synthétique (Mesnoua et al., 2018a).

V.1. Test de coloration

La viabilité du pollen, basée sur la coloration, a été testée avec une coloration à l'acétocarmin. Une goutte d'acétocarmin à 1 % a été placée sur le pollen et examinée au microscope. Les grains de pollen incolores ou non colorés ont été considérés comme non viables. Au minimum, 10 comptages dans différents champs de vision ont été examinés et des lectures ont été enregistrées à l'aide d'un microscope (optique) muni d'une caméra au grossissement ($\times 100$).

Le pourcentage de viabilité du pollen a été déterminé selon l'équation :

$$\text{Pourcentage de coloration} = \left(\frac{\text{Nombre des graines colorées}}{\text{Nombre des graines total}} \right) * 100$$

V.1.1. Préparation du colorant acétocarmin

Le carmin est un colorant basique préparé à partir d'un insecte appelé *Cactus*. Acétocarmin est produite en mélangeant du carmin avec de l'acide acétique glacial. Il s'agit d'une coloration spécifique de l'ADN utilisée pour la visualisation de chromosomes et les cellules vivantes.

La préparation de ce colorant est la suivante :

1. Dissoudre 10 g de carmin dans 1 L d'acide acétique glacial à 45%.
2. Ajouter des granules d'aluminium et reflux pendant 24 h.
3. Filtrer dans des bouteilles foncées et conserver à 4 ° C.
4. La coloration peut être intensifiée en ajoutant du chlorure ferrique (ajouter 5 ml d'une solution de chlorure ferrique à 10% pour 100 ml d'acétocarmin à %).

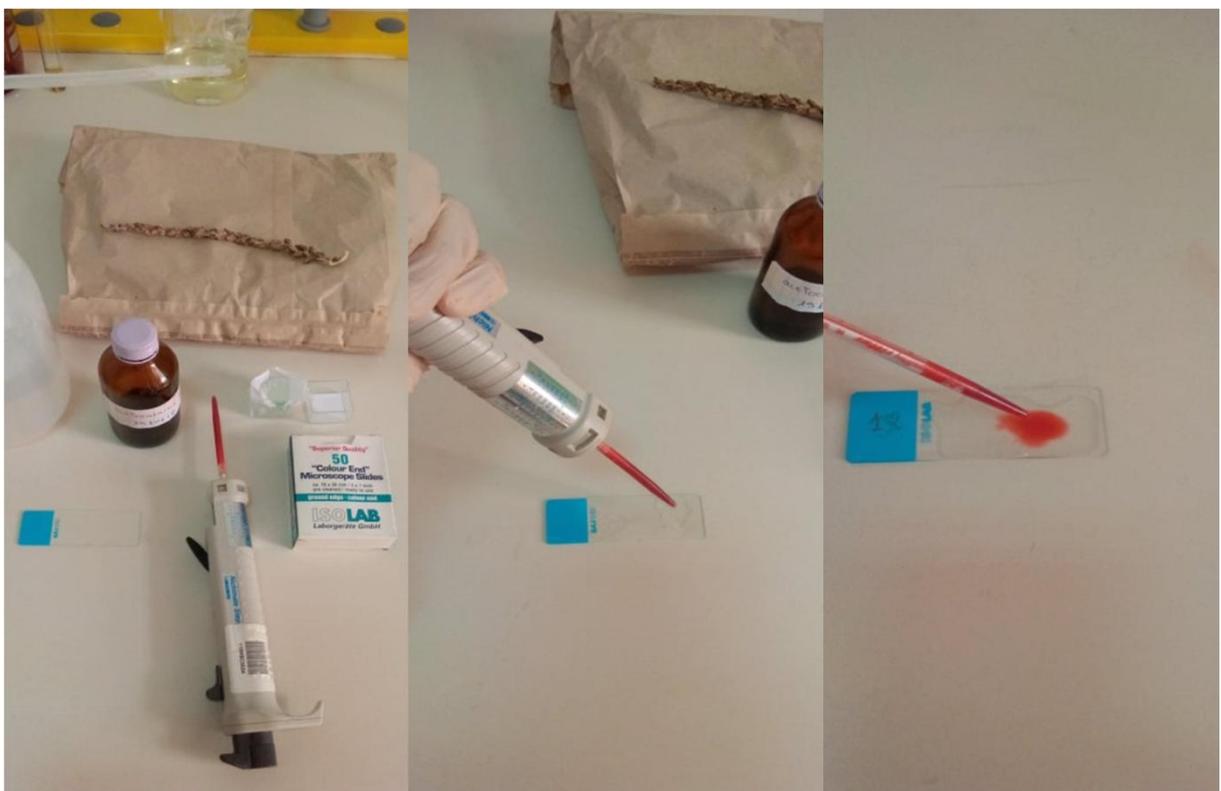


Figure 14: Procédure de teste de coloration (Photo original).



Figure 15: Observation microscopique des grains de pollens colorés (Photo original).

V.2. Germination *in vitro* du pollen et croissance du tube pollinique

Puisque les palmiers dattiers mâles n'ont pas la même date de floraison, la germination du pollen et l'élongation du tube pollinique ont été réalisées juste après la préparation du pollen, une semaine après la récolte des inflorescences mâles.

V.2.1. Milieux de culture

Afin d'établir un milieu de germination du pollen et de croissance des tubes polliniques pour le palmier dattier, le milieu de germination développé pour le palmier dattier par Mesnoua et al. (2018a) est utilisé. Le milieu de germination contenant 5% de saccharose, 0,42 g/l de nitrate de calcium $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,20 g/l d'acide borique H_3BO_3 , 0,1 g/l de nitrate de potassium KNO_3 et 0,22 g/l de sulfate de magnésium $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Le milieu a été solidifié avec de l'Agar à 1 %, autoclavé pendant 15 min à 121°C .



Figure 16 : Préparation de milieu de culture (Photo original).

V.2.2. Préparation et mise en culture des grains du pollen de palmier dattier

Après la stérilisation du milieu de culture, nous avons coulé le milieu de culture, dans des boîtes de Pétri en plastique (10 ml) et laissé refroidir sous la haut à flux laminaire pendant 30 min. Des échantillons de pollen ont été saupoudrés sur le milieu et incubés pendant 24h dans l'obscurité à différentes températures, de 5 à 45°C à des intervalles de 5°C.

Durant l'ensemencement dans le milieu de culture, la densité du pollen a été contrôlée à raison de 60 ± 10 grains de pollen dans chaque champ de vision (100 x).



Figure 17: Procédure de teste de germination (Photo original).

L'analyse de la germination du pollen et de la croissance des tubes polliniques a été examinée au microscope optique (100×) et les échantillons ont été photographiés. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un logiciel (ImageJ 1.50b). Pour chaque traitement, le pourcentage de germination a été calculé en observant au moins 600 grains de pollen provenant d'au moins 10 champs de microscope aléatoires, et la longueur du tube pollinique a été mesurée sur au moins 20 tubes polliniques aléatoires provenant des mêmes champs de microscope. Un grain de pollen était considéré comme ayant germé lorsque la longueur du tube pollinique équivalait ou dépassait le diamètre du grain selon Khatun et Flowers (1995) et Mortazavi et *al.*, (2010).



Figure 18 : Observation de la germination des tubes polliniques par microscope (Photo original).

Lors de l'observation, on dénombre les grains germés et non germés pour avoir une estimation de pourcentage de germination de 135 traitements et chaque traitement nous prenons dix (10) répétitions.

Le pourcentage de germination définie comme étant le rapport entre le nombre de pollens germés et le nombre totale du pollen.

$$\text{P.G} = \frac{\text{Nombre des graines germés}}{\text{Nombre totale des graines}} \times 100$$

VI. Analyse statistique

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide d'un logiciel statistique SPSS (Version 21.0). Pour faire les traitements statistiques suivants :

Les données ont été analysées au moyen d'une analyse factorielle de variance complètement randomisée à deux facteurs (ANOVA) afin de vérifier l'effet de la température d'incubation et des cultivars de palmier dattier et leurs interactions sur la germination du pollen *in vitro* et la croissance du tube pollinique. On a également utilisé deux méthodes d'analyse de l'anova pour vérifier les interactions entre la température et la période de floraison. Le test de comparaison multiple de Student-Newman-Keuls à 0,05 a été utilisé pour séparer les moyennes entre les cultivars à la même température.

Résultats

Résultats

I. Etude des caractères des cultivars males

I.1. Etude des caractères quantitatifs de production en pollen

I.1.1. Date de floraison

Les résultats du (annexe N°1) montrent que, la floraison des palmiers mâles étudiés se commence au début de mois mars chez les cultivars précoces et continue le long de ce mois pour les cultivars à floraison moyennes et tardives. La durée de floraison entre les cultivars précoces et tardifs ne dépasse pas un mois.

I.1.2. Nombre des spathes/an

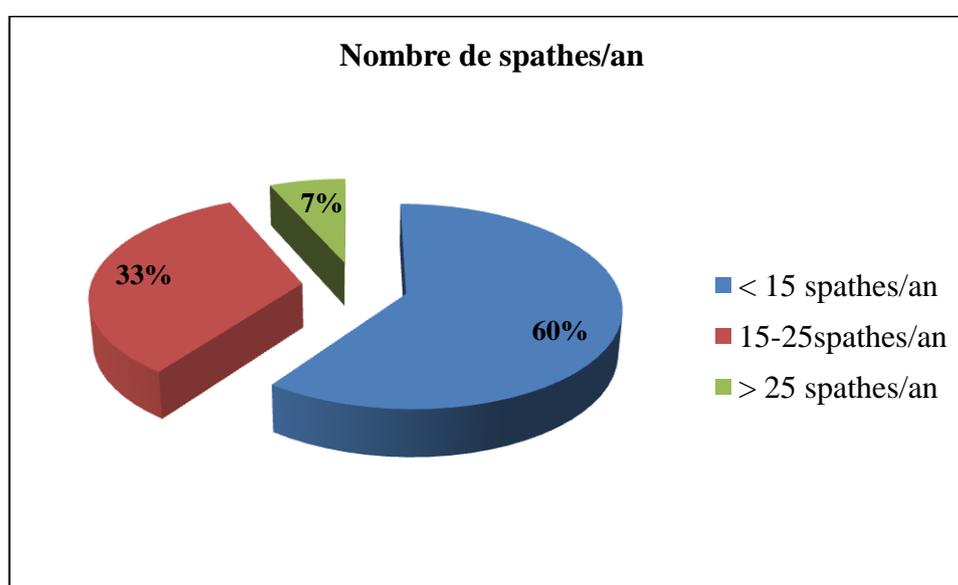


Figure 19: Nombre des spathes produit par année dans 15 cultivars mâles de palmier dattier.

Le nombre de spathes produits par année d'un cultivar mâle adulte varie entre 4 à 36 spathes / an (annexe N°1). Environ 60% des cultivars étudiés produisent moins de 15 spathes par an et par pieds. 33% des mâles étudiés produisent entre 15-25 spathes par an. Et finalement, seulement 7% de palmier étudiés produisent plus de 25 spathes par an (figure 19).

I.1.3. Poids et longueur des spathes

Le poids des spadices varie entre 160g et 3,4 kg. Dans 40% des palmiers male étudié, le poids compris entre 500 et 1000 g. Les spadices pèsent plus d'un kilogramme représentent 40% du nombre total. Alors, environ 20% des palmiers mâles étudiés produisent des spathes pesant moins 500 g (figure 20).

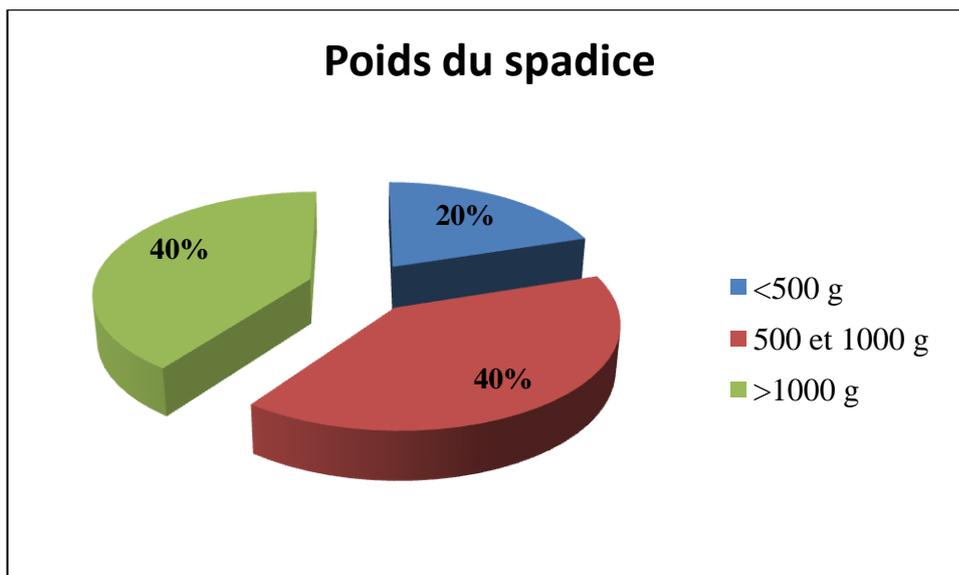


Figure 20: répartition du poids des spathes pour 15 cultivars mâles de palmier dattier.

La longueur des spadices varie entre 43 et 141cm. Les résultats sont présentés dans la figure suivant (figure 21).

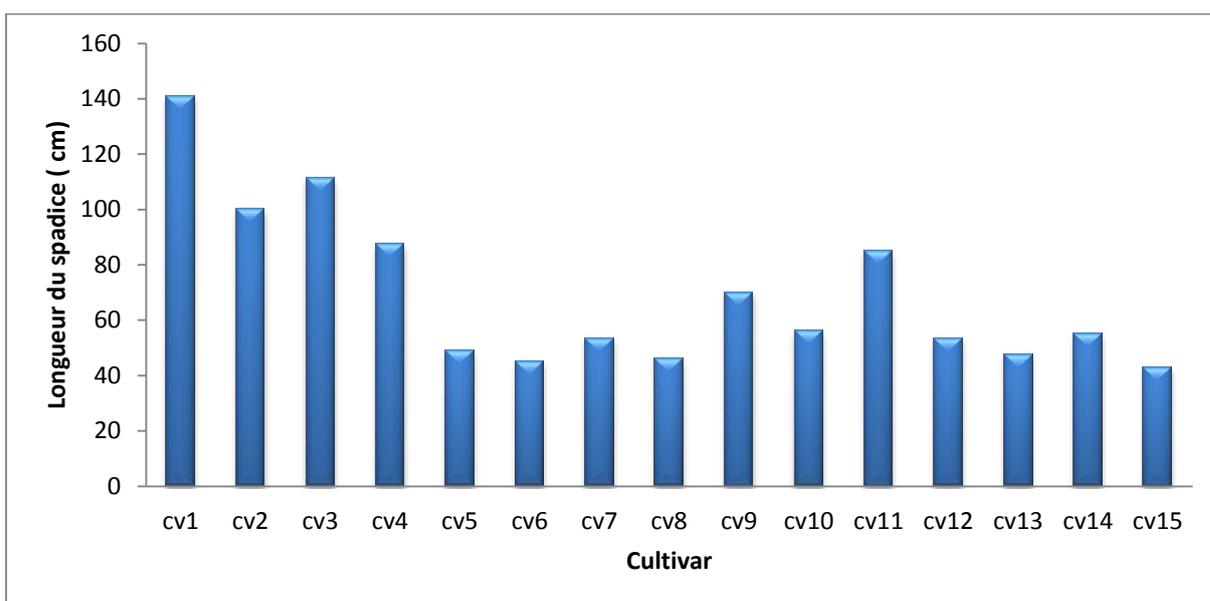


Figure 21: longueur du spadice dans 15 cultivars mâles de palmier dattier.

La longueur des spadices la plus élevée est enregistrée chez le cultivar Ghars (141cm), alors la variété Dgoule a produits des spadices courts (43cm).

I.1.4. Le poids de pollen

Le poids total de pollen produit par spathe de chaque cultivar varie entre 5,88 et 122,66 g de pollen. Les résultats sont présentés dans la figure suivante (figure 22).

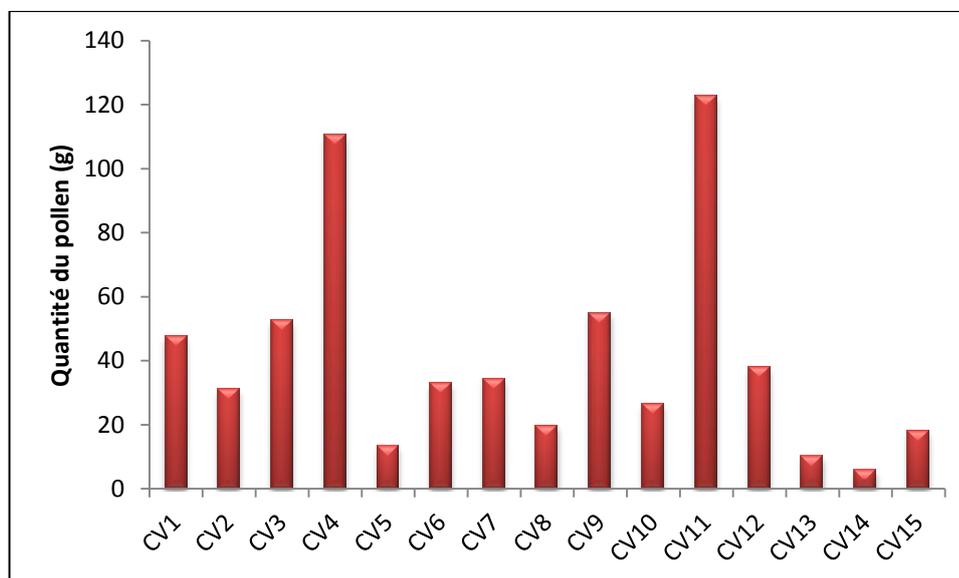


Figure 22: Quantité de grain de pollen produit par spathe dans 15 cultivars mâles de palmier dattier.

Selon ce résultat, on peut remarquer une grande différence entre les différents cultivars étudiés à propos de la production des graines du pollen. Les cultivars les plus producteurs du pollen sont Deglet Nour 01 et Deglet Nour 03 avec des quantités de 110,54g et 122,66g, respectivement.

Les cultivars Dgoule 2, Dgoule 1 et Inconnu produisent des quantités plus faibles en graines du pollen (5,88g, 9,99g respectivement).

II. Etude des caractères qualitatifs de production en pollen

II.1. La viabilité des grains du pollen

Les données obtenues par les deux tests de viabilité utilisés dans cette étude ont été présentées dans l'histogramme (figure 23). Le pourcentage de la germination du pollen in vitro à 25°C différait significativement entre les 15 cultivars mâles et variait entre 75,2 % (cv15) et 100 % (cv9). Le pourcentage de la viabilité du pollen, évalué avec les méthodes de coloration, était supérieur à la germination in vitro et variait entre 98 % (cv4) et 100 % (cv15). L'analyse de variance à deux facteurs a montré qu'il y a une interaction significative (tableau : 02 $p < 0,001$) entre le cultivar et le type de viabilité (in vitro et par coloration). Finalement, il

n’ya pas une corrélation significative entre les données obtenues avec les deux tests de viabilité. Par exemple, le pollen de (cv15) avait un pourcentage de viabilité élevé (100 %) mais un faible pourcentage de germination (75,2 %) par rapport aux autres.

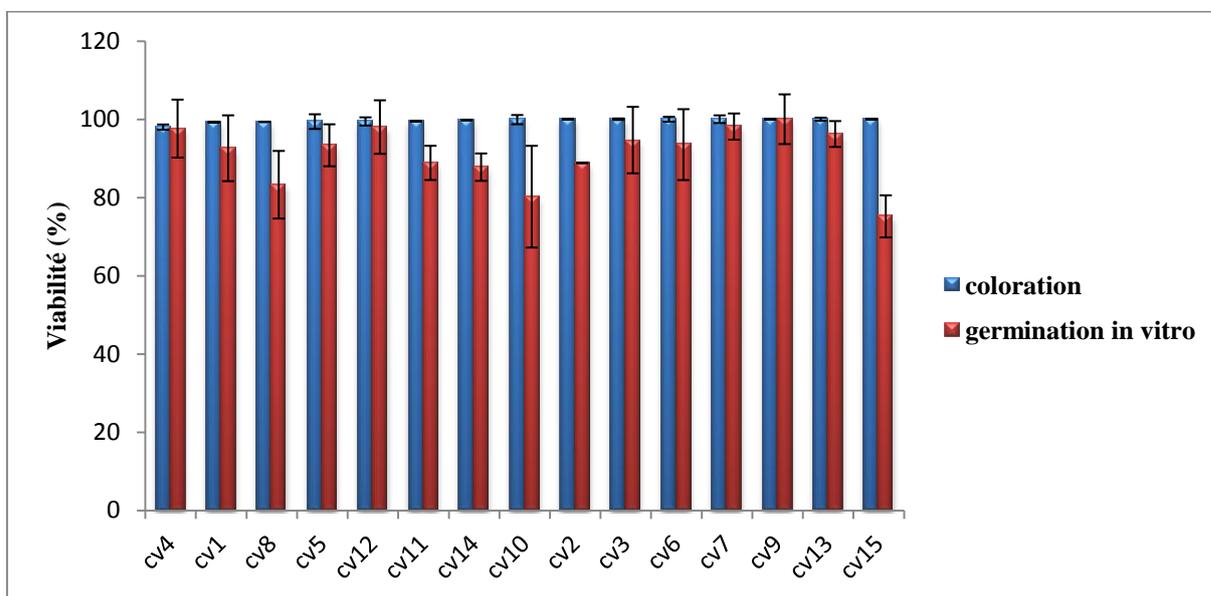


Figure 23 : viabilité du pollen par teste de coloration et teste de la germination in vitro de 15 cultivars mâles de palmier dattier.

Tableau 02: viabilité du pollen par germination in vitro et teste de coloration de différentes sources de pollen.

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Cultivar	1437,723	14	102,695	2,661	0,002
Viabilité	2190,877	1	2190,877	56,764	0,000
Cultivars * viabilité	1509,774	14	107,841	2,794	0,001

II.2. Effet de la température sur la germination *in vitro* du pollen

L'effet de la température d'incubation sur la germination *in vitro* du pollen des quinze cultivars de palmier dattier a été exprimé en pourcentage de grains de pollen germés pendant 24 heures. L'analyse de la variance à deux facteurs a révélé une interaction cultivar température hautement significative ($P < 0,0001$; tableau 03).

La germination *in vitro* du pollen et la croissance des tubes polliniques ont été très significativement entre les cultivars, les températures et leur interaction (tableau 03 et 04).

Tableau 03 : Effet de l'interaction Cultivar * température sur la germination <i>in vitro</i> du pollen de quinze cultivars de palmier dattier.					
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Cultivar	113713,748	14	8122,411	61,997	0,000
température	94288,650	8	11786,081	89,961	0,000
Cultivars * température	66226,064	112	591,304	4,513	0,000

Tableau 04 : Effet de l'interaction Cultivar * température sur la croissance du tube pollinique de quinze cultivars de palmier dattier.					
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Cultivar	1450738,301	14	103624,164	149,581	0,000
température	4503542,354	8	562942,794	812,608	0,000
Cultivars * température	2703947,098	112	24142,385	34,850	0,000

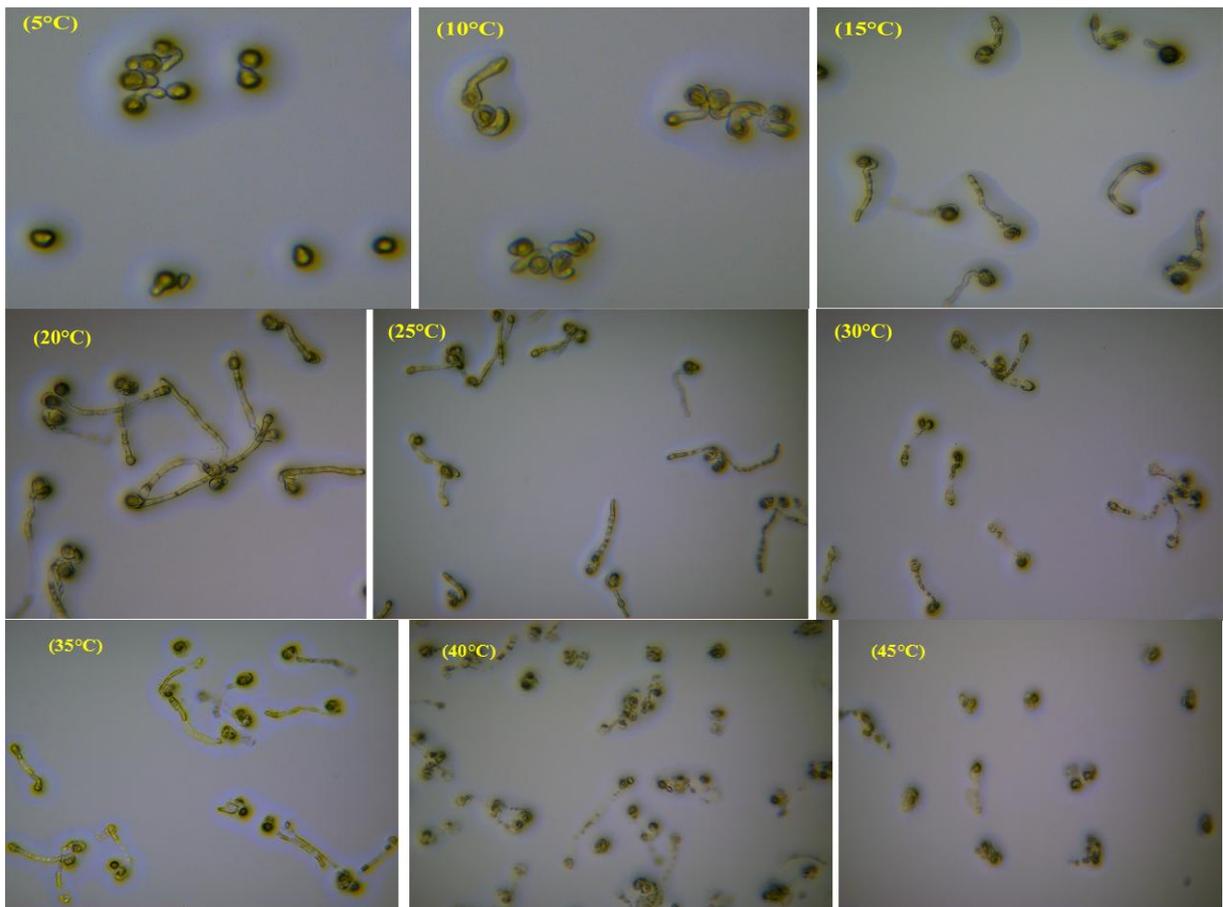


Figure 24: Observation microscopique de la germination du pollen de variété Deglet Nour 2 (CV09) incubés pendant 24h à différentes températures, de 5 à 45°C (Photo original).

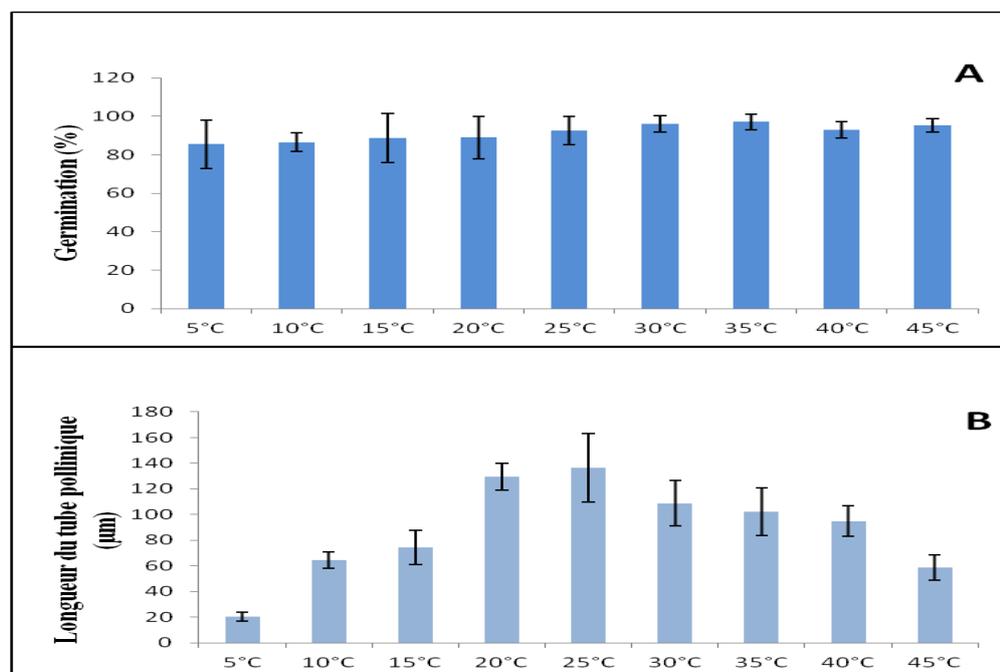


Figure 25 : Effet de la température d’incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Ghars.

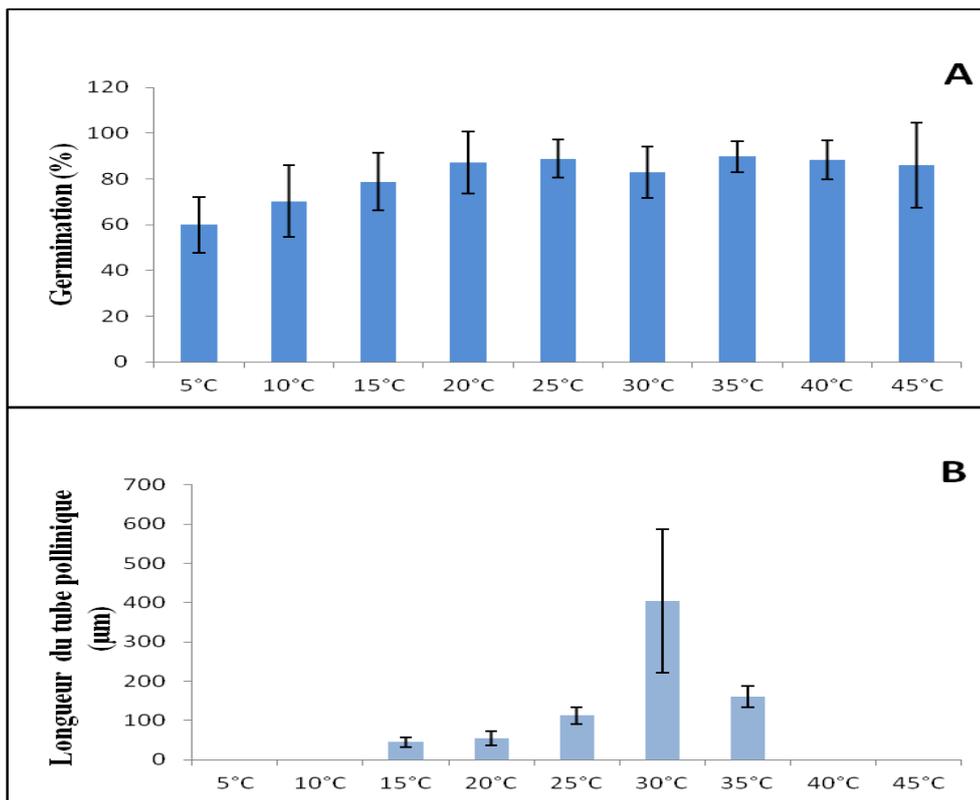


Figure 26 : Effet de la température d’incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Tantbocht.

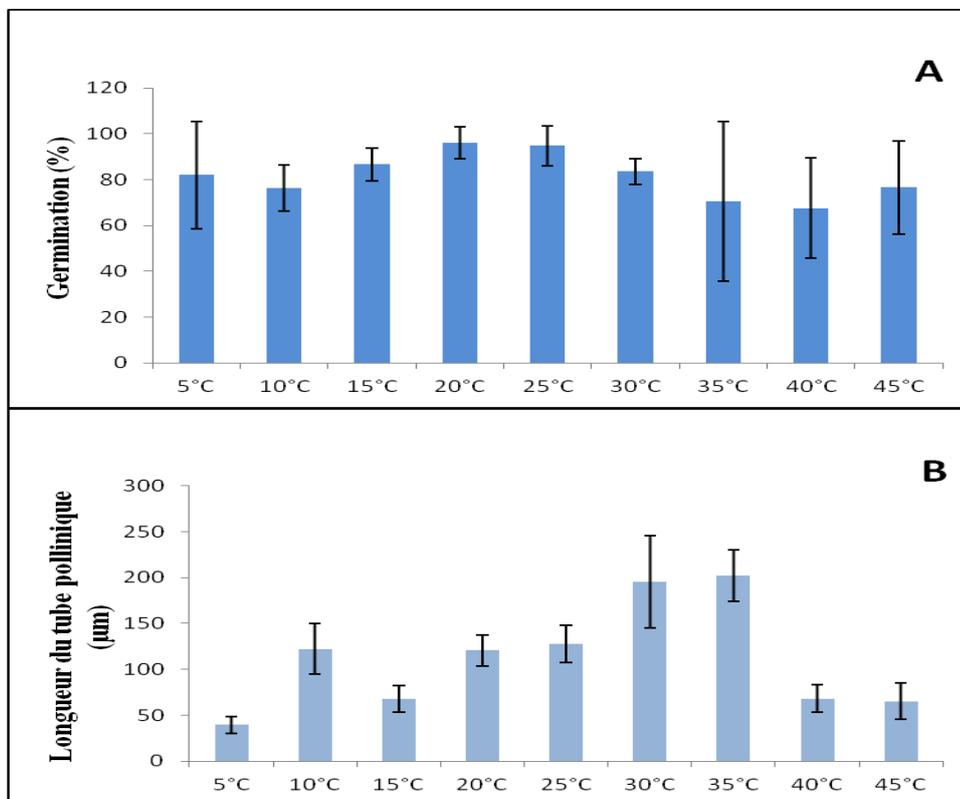


Figure 27 : Effet de la température d’incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Yatima.

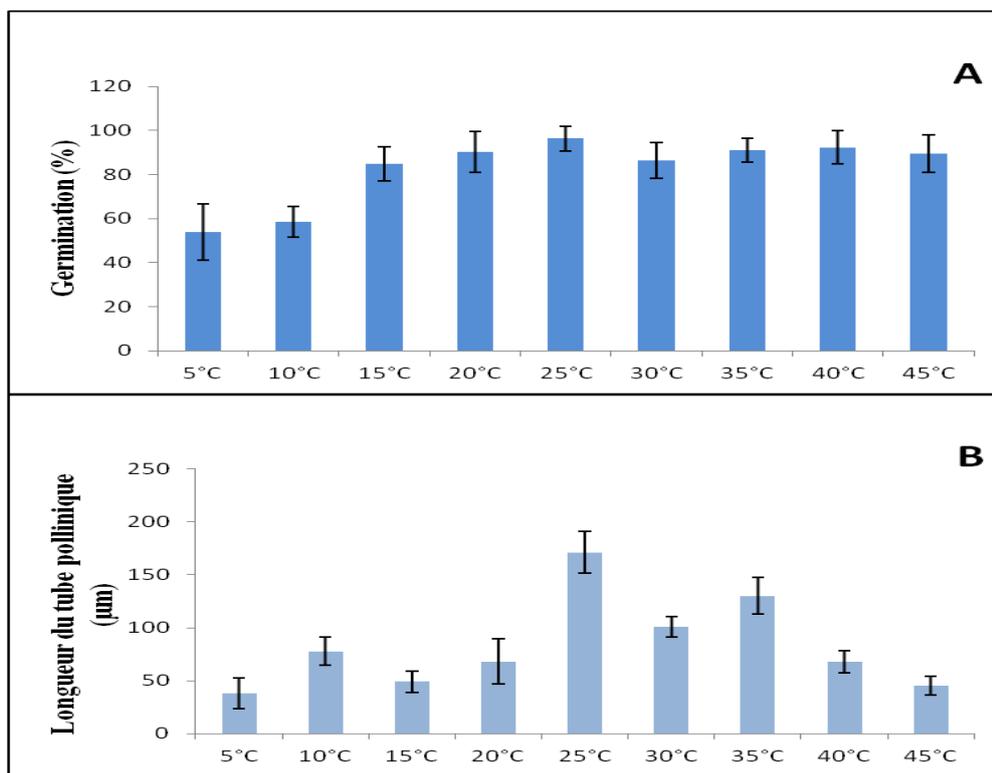


Figure 28 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Deglet Nour 01.

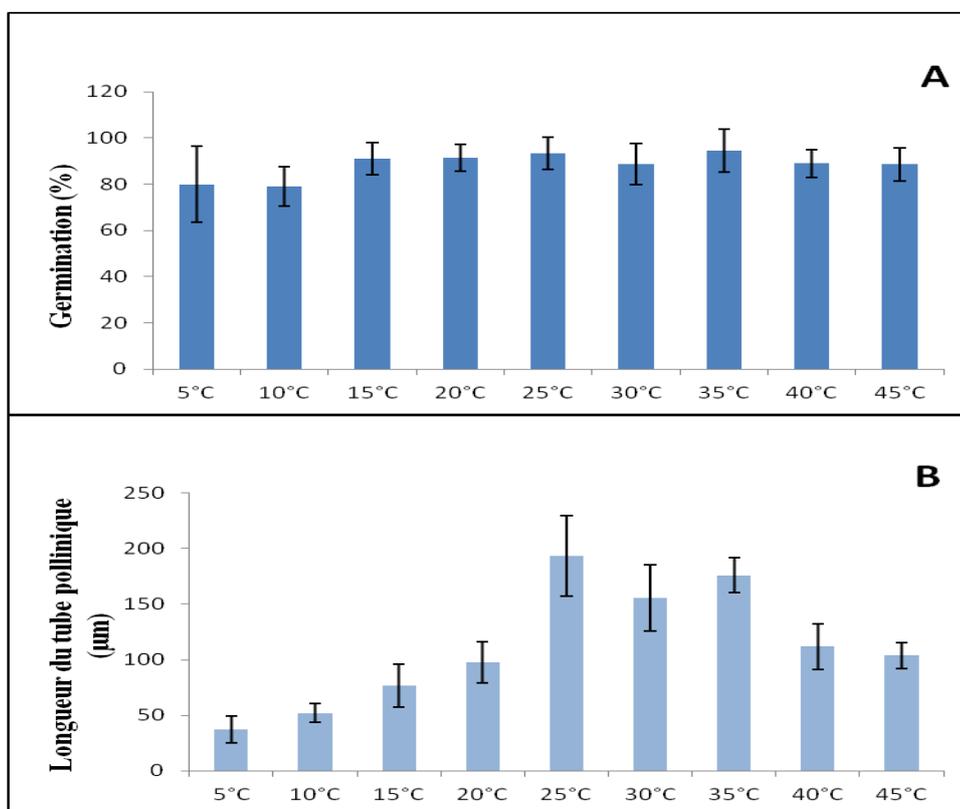


Figure 29 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Inconnu.

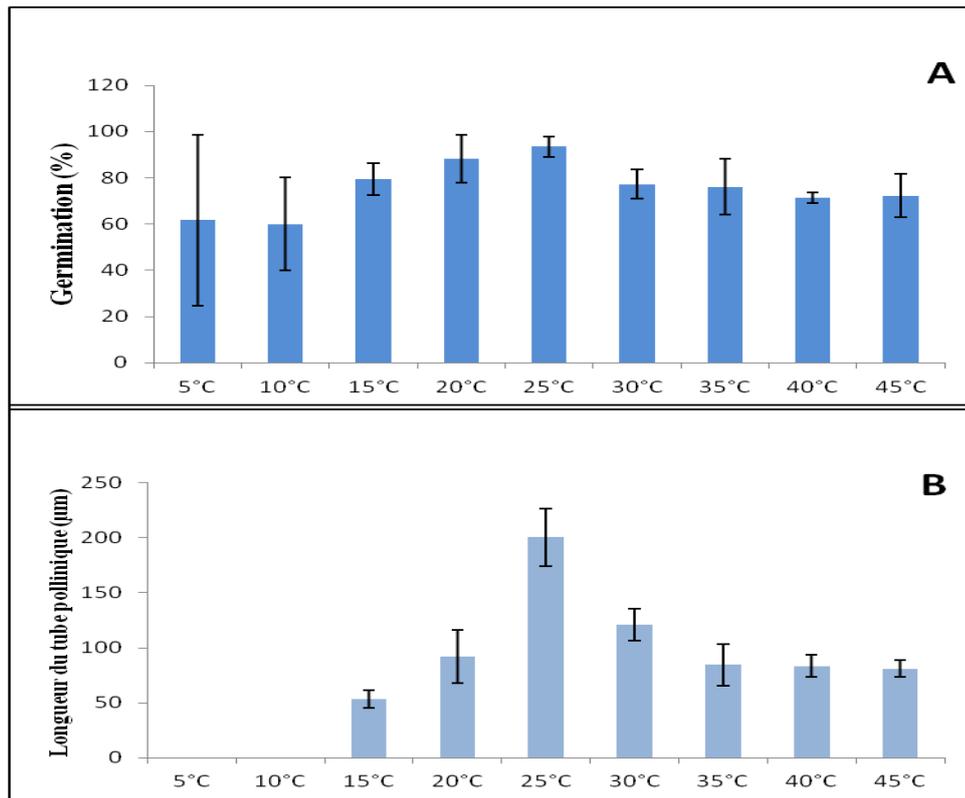


Figure 30: Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Moch Deglat.

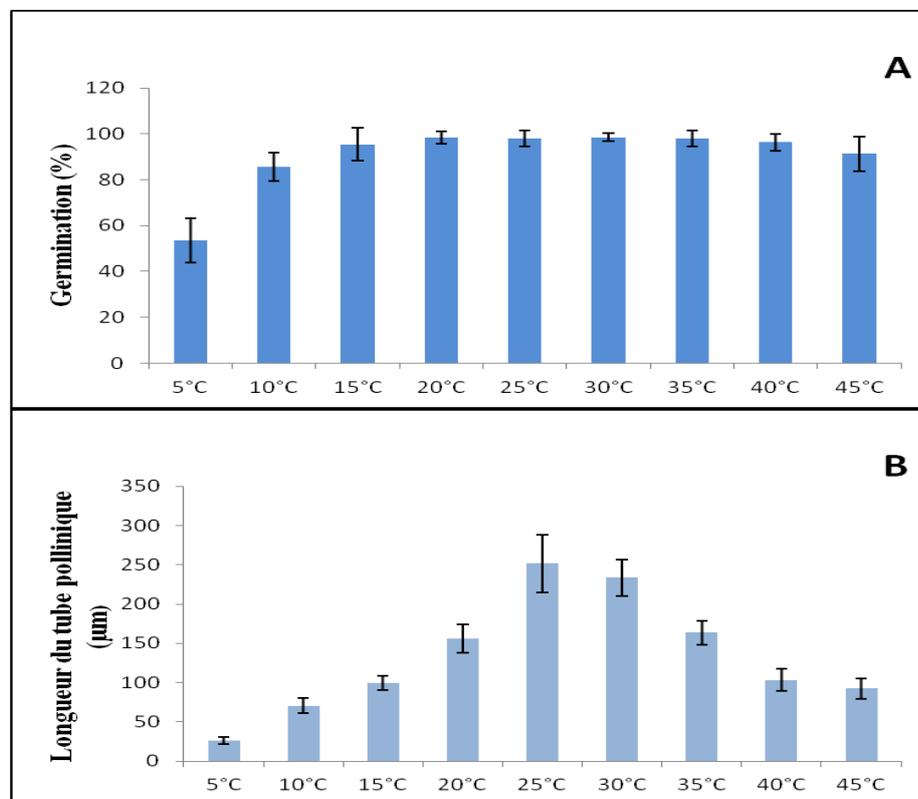


Figure 31: Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Bouhlesse 01.

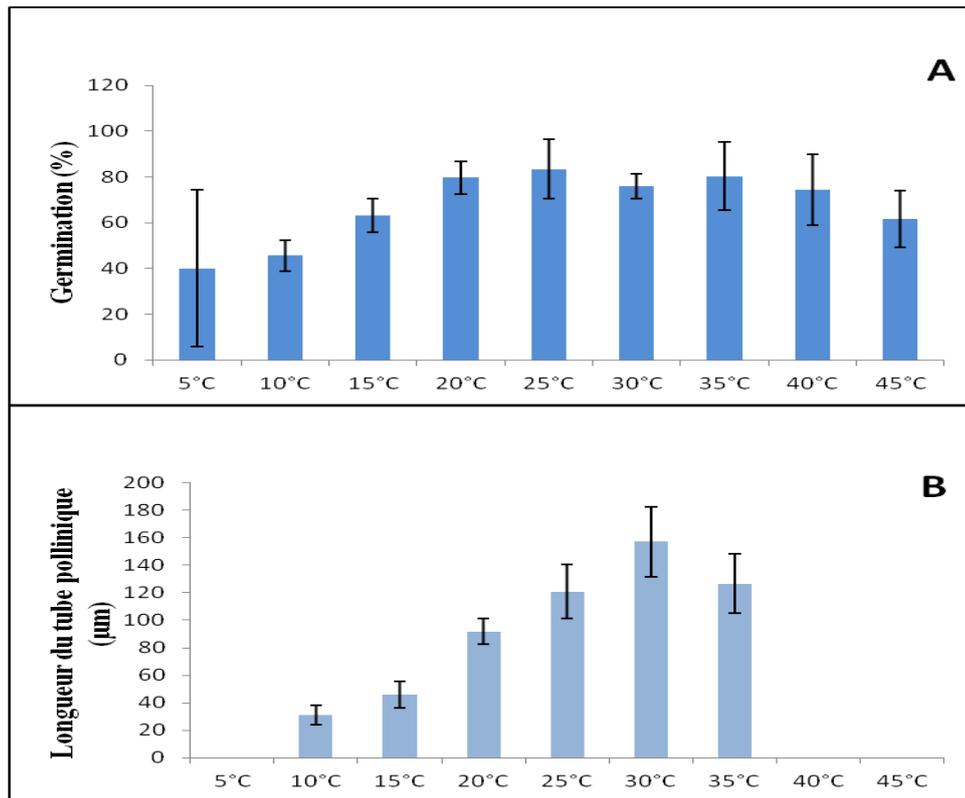


Figure 32 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Bouhlesse 02.

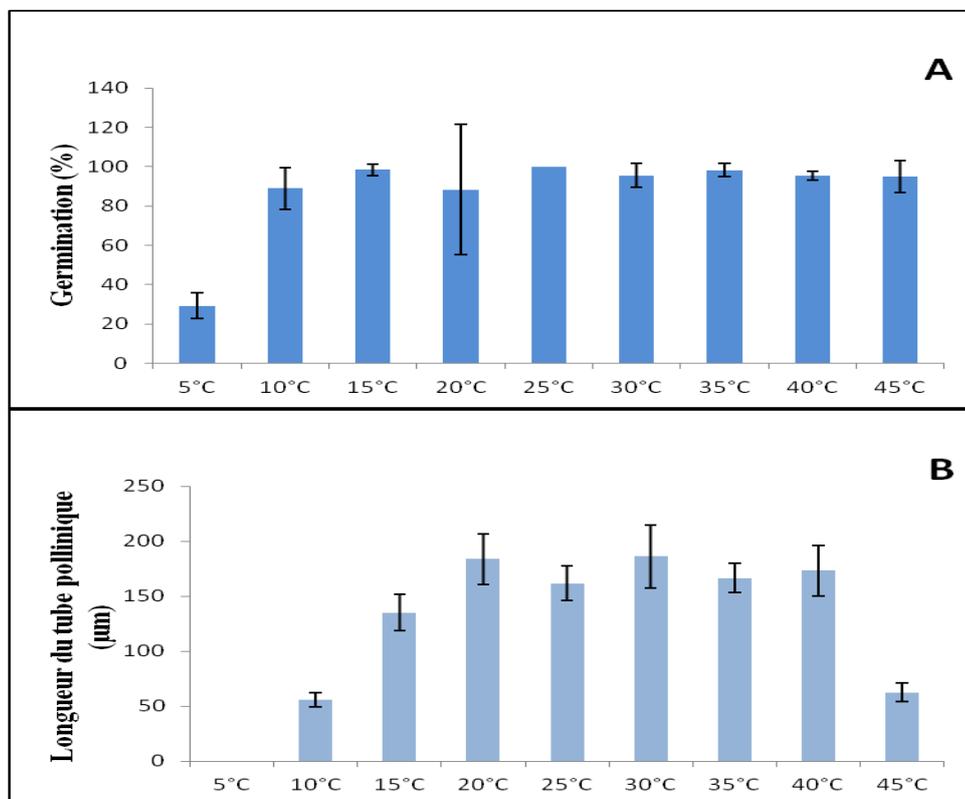


Figure 33 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Deglet Nour 02.

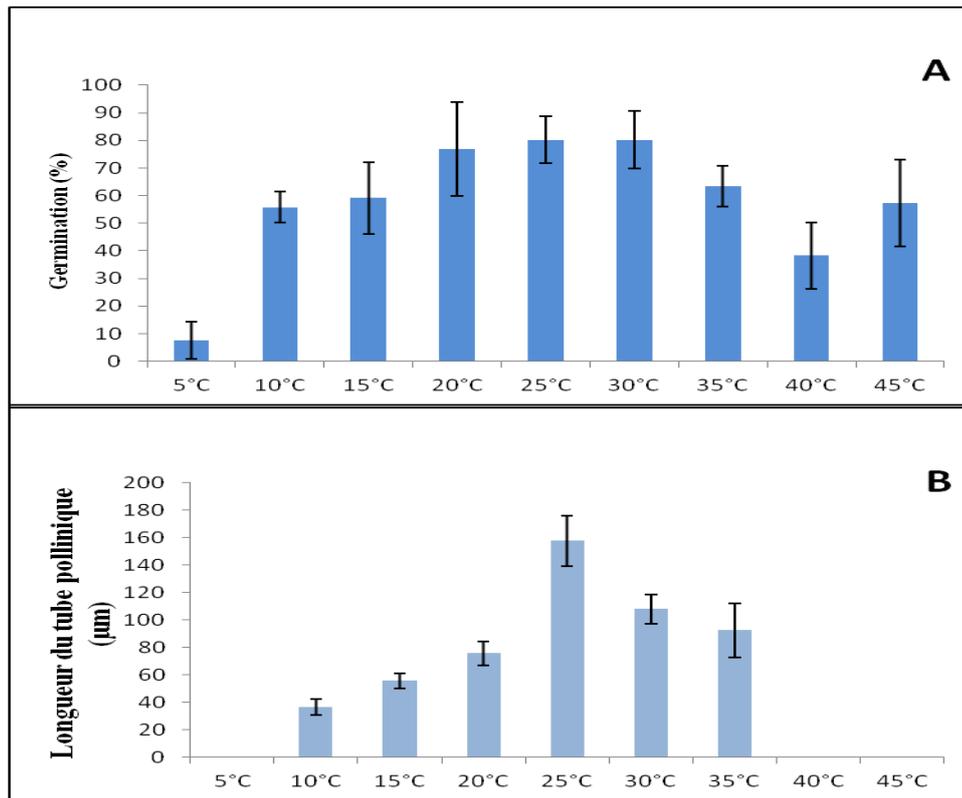


Figure 34 : Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Inconnu.

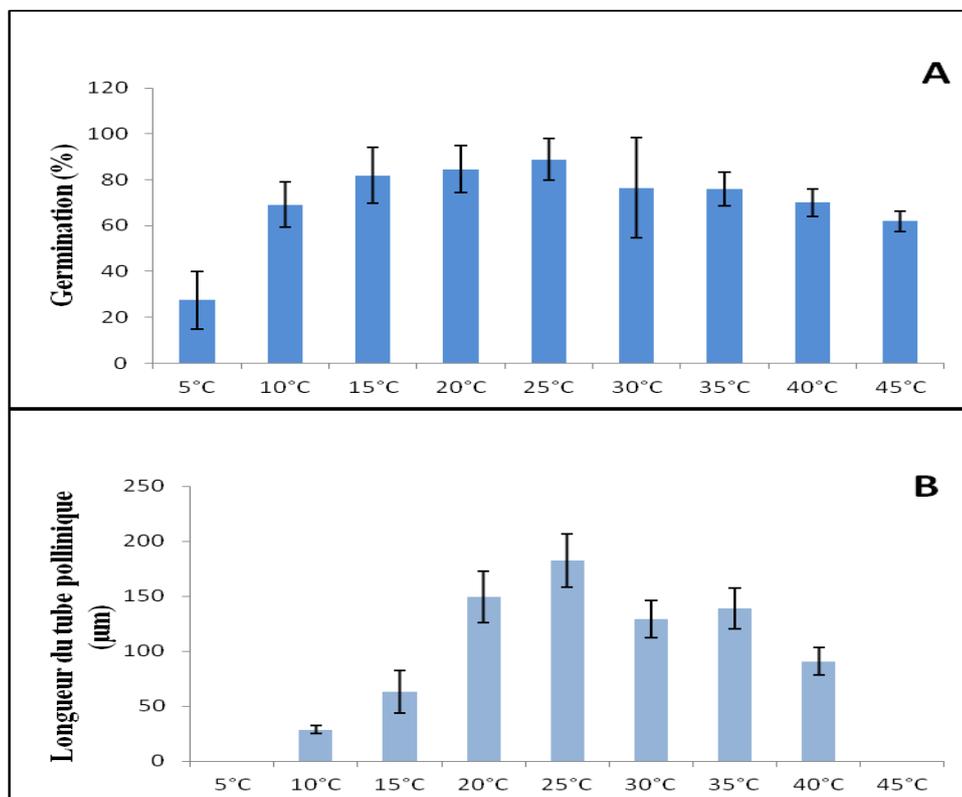


Figure 35: Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Deglet Nour 03.

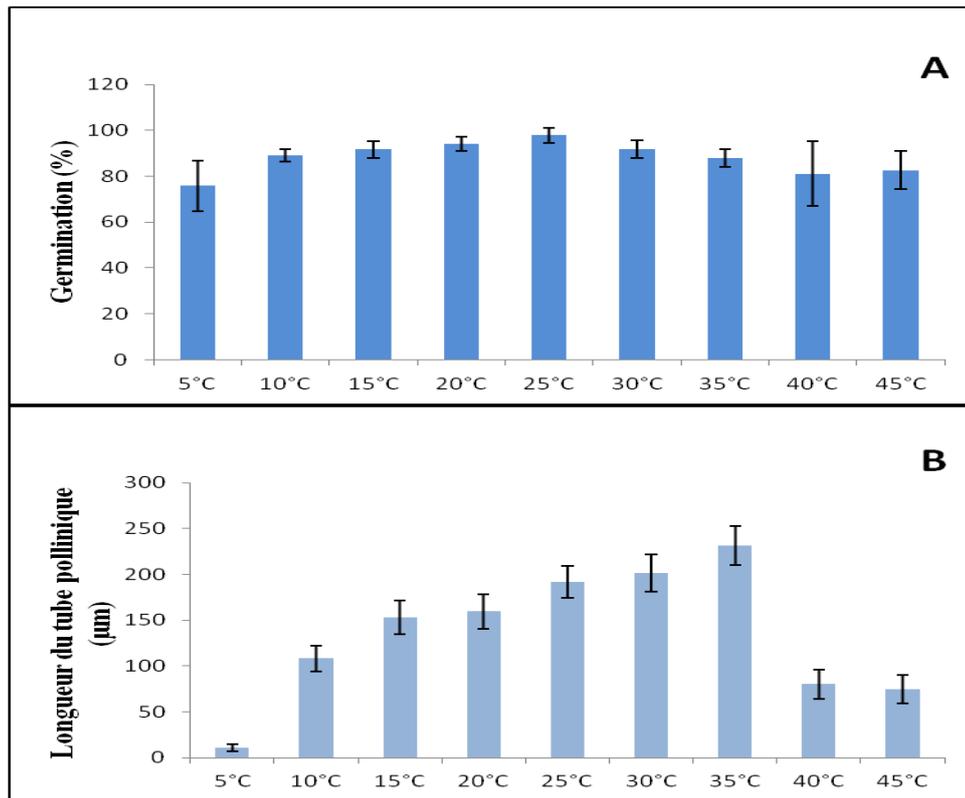


Figure 36 : Effet de la température d’incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Halwaya.

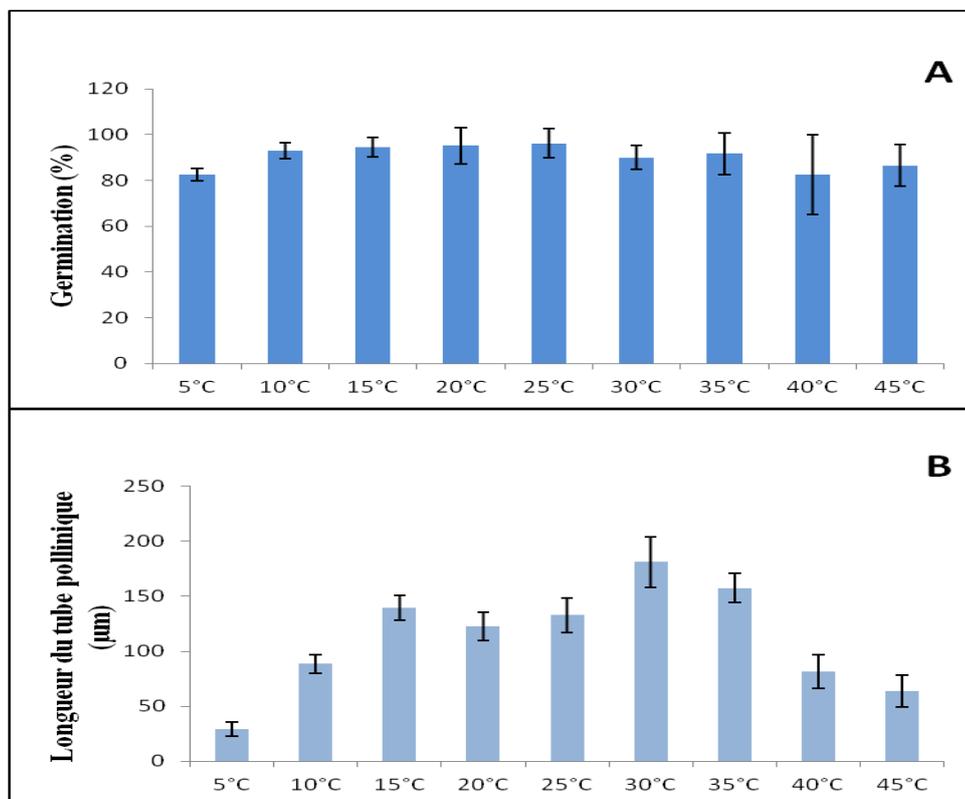


Figure 37: Effet de la température d’incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Dgoule 01.

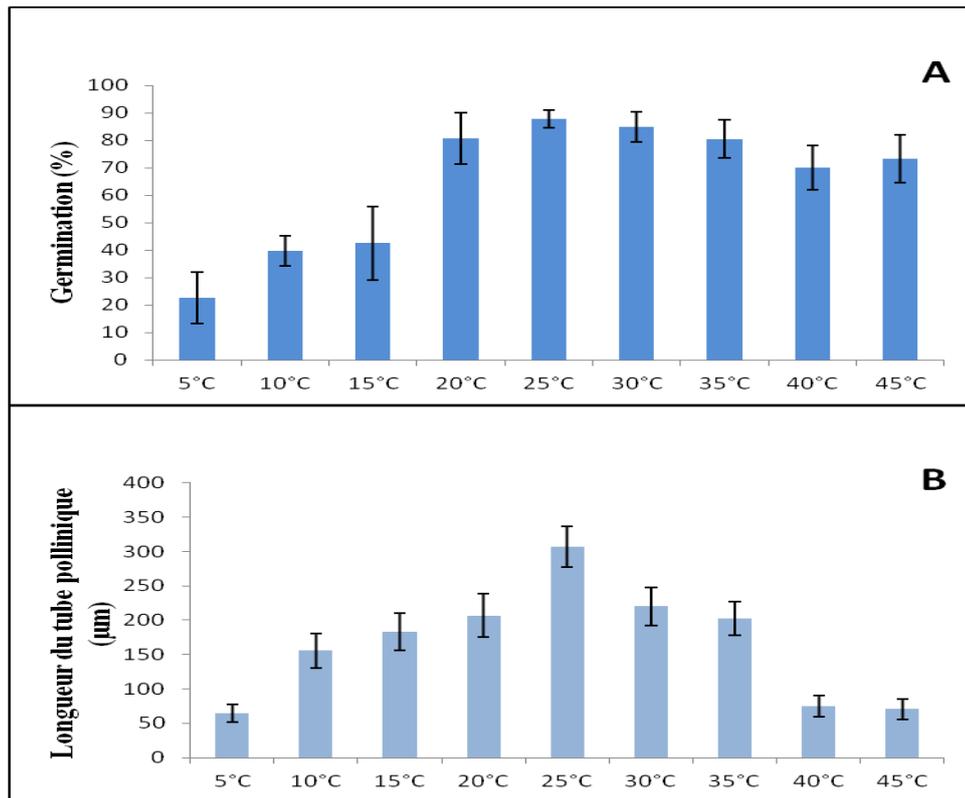


Figure 38: Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Dgoule 02.

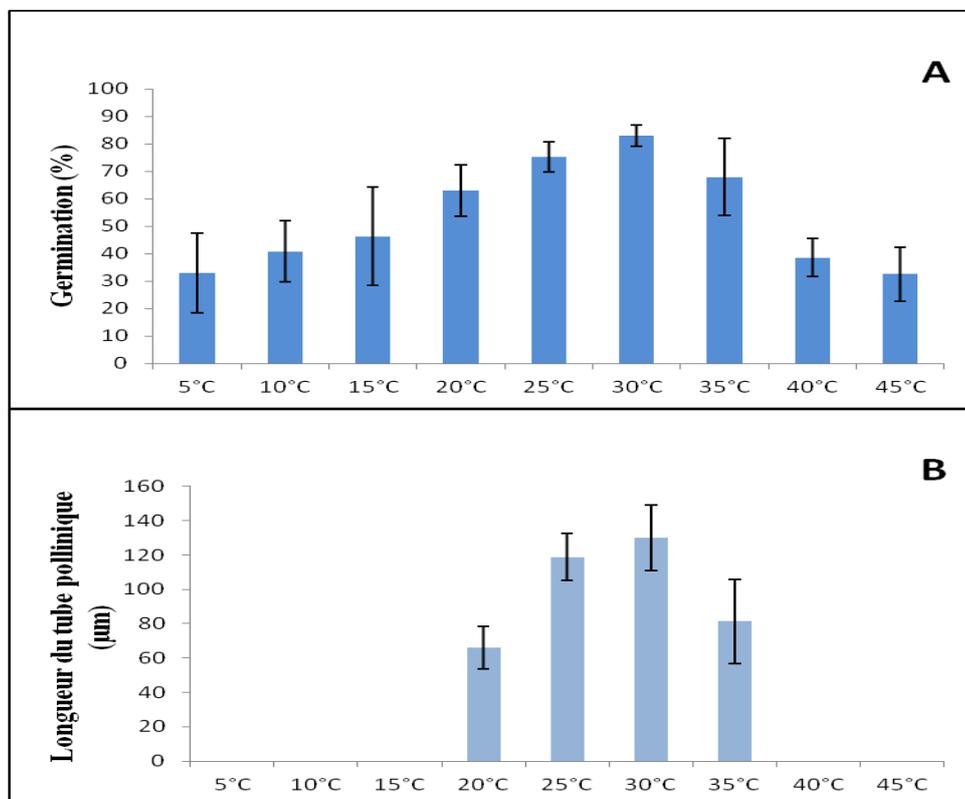


Figure 39: Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen (A) et la croissance du tube pollinique (B) du palmier dattier cv. Dgoule 03.

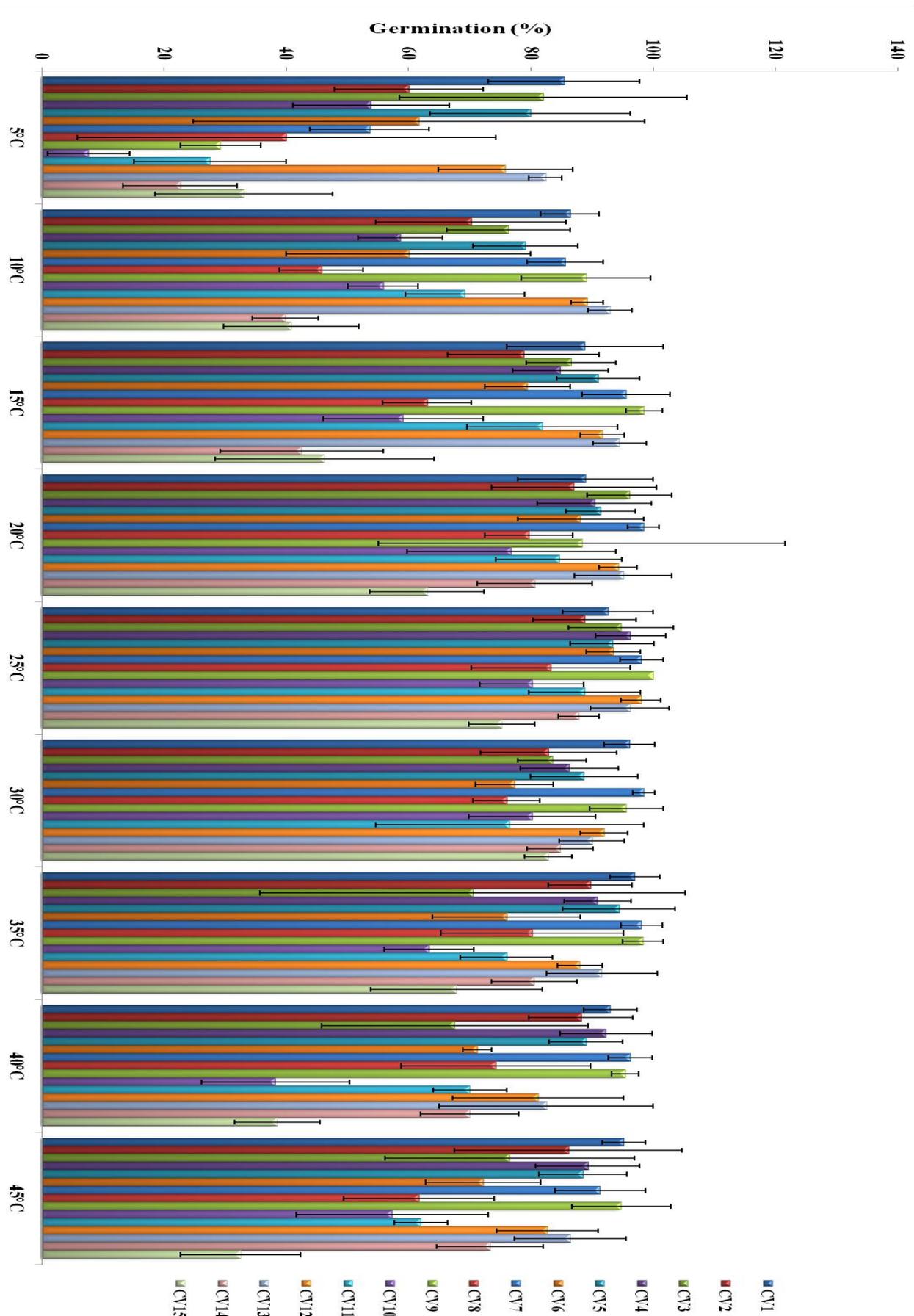


Figure 40: Effet de la température d'incubation sur la germination in vitro du pollen des 15 cultivars.

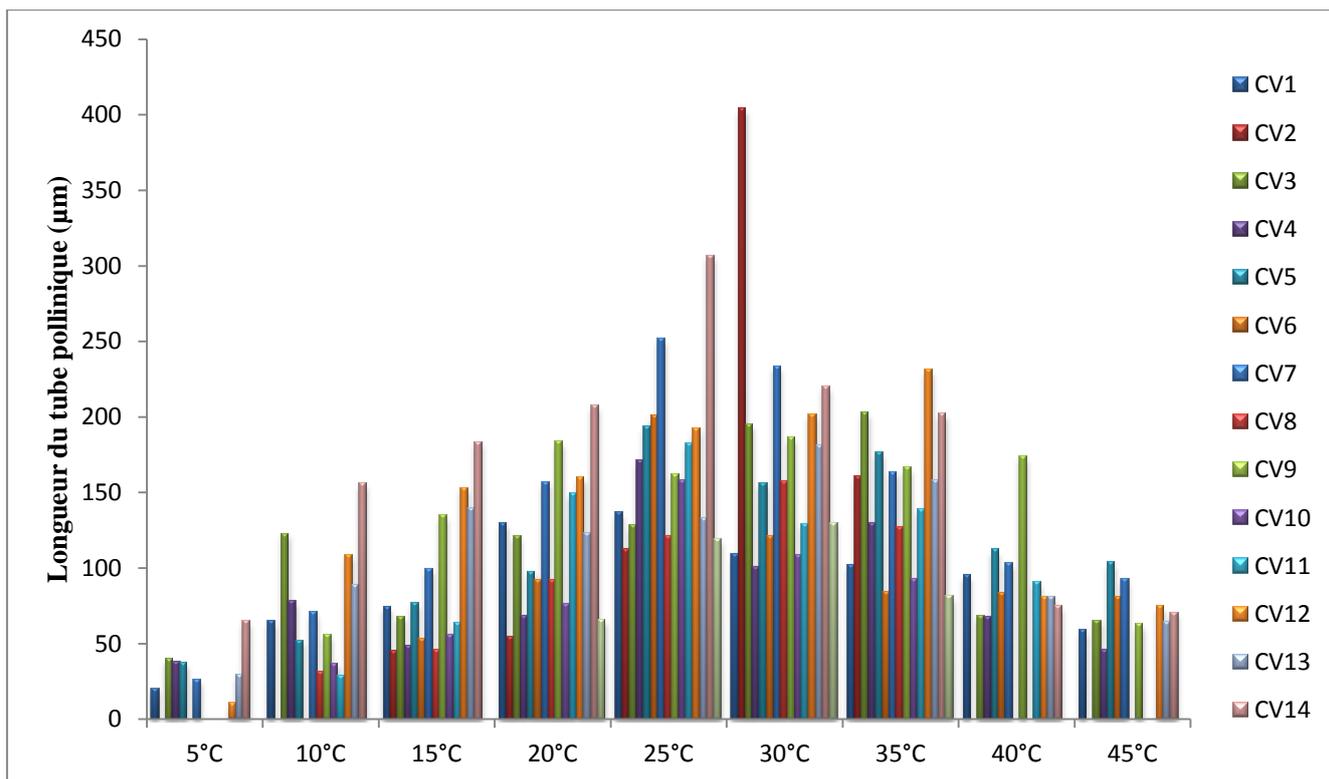


Figure 41 : Effet de la température d’incubation sur la croissance du tube pollinique des quinze cultivars de palmier dattier.

La figure 40 représente un histogramme réunissant tous les cultivars en même temps. Cet histogramme permet une meilleure comparaison entre les quinze cultivars. L’étude de l’influence de la température (figure 40), montre que le pourcentage de germination croît avec l’augmentation de la température jusqu’à un maximum maximale entre 20 °C et 30°C, selon le cultivar. Au-delà de 25°C, ce pourcentage diminue considérablement. A la même température, certains cultivars présentent une bonne augmentation de pourcentage de la germination que d’autres.

D’après cet histogramme, les cultivars le plus sensible à basse température (5°C) sont celui de CV10, CV14 et CV6 (inconnu, Dgoule2, Deglet Nour2) avec un pourcentage de germination égale à 7,6%, 22,6% 29,2%, respectivement. Des différences ont été observées entre le pourcentage de grains qui ont germé à 25°C et les températures de 5 °C, 10°C, 40°C et 45°C dans chaque cultivar.

Le pourcentage élevé de germination pour tous les cultivars ont été enregistrés à 25°C, la germination a varié de 100% à DegletNour2, 98,1% à Bouhlesse, 98,1% à Halwaya, 96,3% DegletNour1, 96,2% à Dgoule1.

La faible valeur de germination est enregistrée à 5°C. Cette valeur augmente significativement (Anova 1 facteur, $p < 0,01$) pour atteindre leur maximale entre (20°C et 30°C selon le cultivar, ensuite commence à diminuer à 35°C jusqu'à 45.

De même que les taux de germination, les valeurs élevées de la croissance des tubes polliniques ont été enregistrées à température entre 25°C et 30°C. La longueur élevée de la croissance des tubes polliniques, pour tous les cultivars, est variait entre 129,9µm à 404µm à température optimal. A la même température, certains cultivars présentent une bonne croissance de tube pollinique que d'autres.

Les valeurs les plus élevées de la longueur du tube pollinique étaient obtenu obtenue chez Tanbocht (CV2), avec une longueur moyenne de 404µm à 30°C, Dgoule2(CV14) de 306,61 µm à 25°C, Bouhelesse1 (CV7) de 251,4 µm à 25°C, alors qu'a été observée différence significative entre les températures pour la longueur du tube pollinique.

La croissance du tube pollinique suit la même tendance que la germination du pollen. L'analyse de la variance à deux facteurs a révélé une interaction génotype (cultivar) température hautement significative ($p < 0,0001$).

L'analyse des données a indiqué que l'effet du cultivar du palmier dattier et l'interaction entre le cultivar, température sur la germination du pollen et la croissance du tube pollinique étaient très significatifs ($p < 0,0001$) (tableau 3 et 4).

Finalement, l'analyse de la variance à deux facteur n'a montré aucune différence significative la température et la période de floraison, ni pour la germination in vitro du pollen, ni pour la croissance des tubes polliniques ($P > 0,05$).

Discussion

I. Etude des caractères quantitatifs de production en pollen

I.1. Caractères de la spathe

I.1.1. Nombre des spathes/an

Dans notre étude, le nombre de spathes produisent par année d'un cultivar mâle adulte varie entre 4 à 36 spathes/an. Nos données sont en partie conformes aux résultats de Peyron (2000), qui a rapporté qu'un mâle adulte produit annuellement entre 10 et 30 inflorescences de taille variable. Selon Siboukeur (2004), les palmiers mâles de la région de Ouargla produisent plus de 10 spathes /an et peuvent atteindre 45 spathes /an. Chamala (2006), a rapporté que le nombre de spathes produits chaque année par un pied mâle varie entre 10 à 25 spathes dans la région d'Oued Righ. Merizig (2011) a rapporté que dans 61,26% des périmètres de mise en valeur enquêtés à Ouargla, le nombre de spathes par an d'un pied mâle adulte varie entre 15 à 25 spathes / an. Abouna et Nachachba (2017) montre que les "Dokkars" produisent des nombres variables, qui varie entre 10 et 40 dans la région de Ouargla.

D'après les résultats trouvés, nous constatons que le nombre des spathes varient selon l'âge des palmiers mâles, la région, leur vigueur et l'entretien.

I.1.2. Poids et longueur des spathes

Nos résultats montrent que le poids des spadices varié entre 160g et 3403g, Nos valeurs sont proches à ceux rapportés par Babahani, (2011). Abbouna et Nachachba (2017) ont trouvé 52,94% des spadices pesant moins de 500 g, et 41,17% pesant entre 500 et 1000 g et 5,88% plus d'un kilogramme.

La longueur des spadices varie entre 43 et 141cm, ce résultat est proche à celle des études de Babahani (2011), Abbouna et Nachachba (2017) qui ont rapporté des longueurs comprises entre 60 et 100 cm, 30 et 80 cm, respectivement. La taille et le poids diffère d'un cultivar à l'autre et cela est probablement dû à la variabilité génétique entre les cultivars (Kadri et *al.*, 2017).

I.1.3. Le poids de pollen

D'après nos résultats, la quantité du pollen produite par les différents cultivars étudiés varie entre 5,88 et 122,66 g de pollen par spathe. Ces résultats sont proches à ceux rapportés par Babahani (2009), qui a trouvé le poids total de pollen par pied et par an varie entre 105 et

1230 g. Selon Monciero (1950) et Houcine (1983), le poids total du pollen par pied et par an varie entre 150-1300g.

II. Etude des caractères qualitatifs de production en pollen

II.1. la viabilité du pollen

Dans notre étude, Nous avons trouvé une différence significative entre les données obtenues avec les deux tests de viabilité (in vitro et par coloration). Le pourcentage de viabilité par coloration vitale pour tous les pollens est supérieur à 98%. Ces résultats le confirment de ceux Shaheen et *al.* (1986a), ont noté que sur 135 palmiers mâles étudiés en Arabie Saoudite, 95,01% présentent un pourcentage de viabilité supérieur à 75%. Les études effectuées sur la viabilité du pollen par coloration montrèrent que la viabilité du pollen frais de palmier dattier est presque toujours supérieure à 75% les études de Bacha et *al.* (2000) ; Tirichine et *al.* (2001) ; Al-Khalifah, (2006) ; Moustafa et *al.* (2010) ; Babahani (2011) ; Farag et *al.* (2012) et Benamor (2016).

Dans notre d'analyse de variance à deux facteurs, une interaction statistiquement significative ($P < 0,001$) a été trouvée entre cultivar et le type de viabilité (in vitro et par coloration).

II.2. Effet de la température sur la germination in vitro du pollen

La température joue un rôle important pour la croissance et la reproduction des plantes, les changements de température peuvent modifier la période effective de pollinisation, qui détermine à son tour la dernière récolte de fruits et le rendement que la variété peut obtenir (Sanzol et Herrero, 2001). Par conséquent, il est important de connaître les meilleures conditions de germination du pollen, car une germination réduite du pollen peut représenter des variables limitatives importantes pour la culture (Weinbaum, Parfitt et Polito, 1984).

Dans notre étude, la température de germination optimale pour les différents cultivars étudiés varie entre 15 à 30° C.

Les cultivars de palmier dattier, sauf Tanbocht et Deglet nour1, présentaient des températures optimales claires, au-dessus et en dessous desquels la germination du pollen et la longueur maximal du tube pollinique était diminuait. La germination du pollen de pistache était lente à basse température et augmentait linéairement, atteignant sa valeur maximale à

25°C ; au-delà de ce degré, le pourcentage de germination diminue (Therios et al., 1985). La température optimale requise pour la germination in vitro du pollen d'abricot se situait entre 15 et 20°C, et des degrés supérieurs à 25°C ont entraîné une diminution des taux de germination du pollen (Vachun, 1981 ; Egea et al., 1992).

Le pollen des différents cultivars testés dans ce travail a répondu différemment. La germination in vitro du pollen et la croissance du tube pollinique des cultivars ont été réduites dans des températures élevées et basses, à l'exception de Tanbocht et Deglet nour1. La valeur optimale pour la germination du pollen et la longueur du tube pollinique se situait entre 15 et 30°C selon le cultivar.

Notre résultat confirme que la basse température ralentit la croissance du pollen, On a obtenu de faibles pourcentages de germination pour certains cultivars à 5 et 10 °C, Sanzol et Herrero (2001) a déjà indiqué comment les basses températures inhibent la croissance du pollen chez plusieurs espèces, comme la poire ou la cerise.

Les Cultivar Ghars (cv1), Dgoule 01 (cv13) et Yatima (cv 3) ont la germination la plus élevée aux températures basses (5°C et 10°C) La basse température n'a pas inhibé la germination in vivo du pollen d'abricot à 10°C (Austin et al., 1998), et celle de griotte à 15°C (Cerovic et ruzic, 1992).

Les résultats obtenus pour le pollen de cultivars Deglet Nour 2, cv8 (inconnu) Bouhlesse 1, Deglet Nour 2 (germination plus élevée à 30°C) peuvent aussi s'expliquer par leur origine dans des régions au climat plus chaud Heged et Halasz, (2006). Pour les autres cultivars, les résultats obtenus étaient intermédiaires et entre les cas précédents, avec une germination plus élevée à une température entre 20°C et 25°C.

Hedhly, Hormaza et Herrero (2004) ont observé que le pourcentage de germination des grains de pollen de deux variétés de cerises diminuait avec l'augmentation de la température et qu'il obtenait le pourcentage de germination le plus élevé à 20°C. D'autres études ont observé que la température optimale pour la germination du pollen d'amande et de pêche se situait entre 16 °C et 23 °C (Weinbaum, Parfitt et Polito, 1984 ; Hedhly, Hormaza et Herrero, 2005). De plus, Sorkheh et al. (2018) ont vérifié comment la température optimale pour la germination du pollen dans divers génotypes d'amandes variait entre 20 et 25 °C. En revanche, Sharafi (2011) a trouvé une certaine variabilité dans la température à laquelle le pourcentage de germination le plus élevé a été enregistré pour plusieurs cultivars

d'amande, de cerise, de prune, d'abricot, de prune (*Prunus salicina* L.) et de cerise acide (*Prunus cerasus* L.).

Nos résultats montrent que le pourcentage de germination est varié entre 7,6 à 100% dans une température d'incubation de 5 à 45°C selon le cultivar. Kakani et al. (2005) ont mesuré 20 à 60 % de la germination du pollen pour le pollen frais de *Gossypium* dans une plage de température de 10 à 45 °C. Hedhly, Hormaza & Herrero (2005) ont obtenu des pourcentages de germination de 80 % à 100 % dans du pollen frais de pêche pour des températures d'incubation similaires de Kakani et al. (2005). Cependant, Weinbaum, Parfitt et Polito (1984) ont utilisé des grains de pollen entreposés à 20°C. Ces auteurs ont enregistré une germination de 100 % du pollen de pêche lorsqu'ils étaient incubés à 20°C et une germination de près de 99 % du pollen d'amande lorsqu'ils étaient incubés à 12°C. Ces études confirment nos résultats.

On a observé qu'une augmentation de la température produit à la fois une croissance plus rapide du tube pollinique et une accélération de la dégénérescence des ovules (Hedhly, Hormaza et Herrero, 2005). Weinbaum, Parfitt et Polito (1984) ont observé que la longueur des tubes polliniques de l'amande et de la pêche ne variait pas malgré l'essai d'une large gamme de températures. Sharafi (2011a), Sharafi (2011b) et Sharafi (2011c) ont signalé des différences de longueur des tubes polliniques dans les pêches, les amandes, les cerises, les prunes, les pommes, les poires et les coings.

Dans notre étude, une différence très significative a indiqué que l'effet du cultivar de palmier dattier et l'interaction entre le cultivar, température sur la croissance du tube pollinique étaient très significatifs ($p < 0,0001$) Une grande variabilité a été observée dans les résultats obtenus par rapport aux longueurs moyennes des tubes polliniques dans une large gamme de températures (5 à 25°C). Nos résultats montrent que, la plus longue longueur de tube pollinique a été observée entre 25 et 30°C.

Le pollen avec une tolérance au stress thermique a été utilisé avec succès pour transférer la tolérance dans des génotypes sensibles. De telles études dans d'autres cultures ont montré que le pollen pouvait être utilisé pour cribler les génotypes pour la tolérance aux températures élevées. Chez les cotonniers, le pollen de la lignée de sélection tolérante (754 de *Gossypium barbadense* L) exposé à des températures de 35°C a été utilisé pour croiser les fleurs émasculées d'un génotype sensible (Paymaster 404) entraînant une tolérance dans les

générations suivantes (F1 et rétrocroisement ultérieures populations) de ce génotype autrement sensibles à la chaleur (Garay et Barrow, 1988).

À ce jour, plusieurs études ont été publiées sur l'effet de la température sur la germination du pollen chez plusieurs espèces de rosacées, telles que (Vasilakakis et Porlingis, 1985), (Egea et *al.*, 1992), (Hedhly, Hormaza et Herrero, 2004), (Wolukau et *al.*, 2004) (Hedhly, Hormaza et Herrero, 2005), (Sorkheh et *al.*, 2011b) (Sorkheh et *al.*, 2011). Selon ces études, la plupart de ces espèces atteignent le pourcentage maximal de germination du pollen ou la longueur maximale du tube pollinique à une température proche de 20°C. Récemment, Sorkheh et *al.* (2018) ont réalisé l'incubation du pollen de différentes variétés de *Prunus dulcis* à différentes températures, reproduisant ainsi les conditions que le pollen peut faire face pendant son processus de dispersion. Certaines études ont également comparé les résultats de plusieurs espèces, comme Weinbaum, Parfitt et Polito (1984), qui ont indiqué les différentes sensibilités du pollen d'amande et de pêche aux basses températures. D'autres études ont été réalisées sur différentes cultures botaniques de la famille des arachides *Arachis hypogaea* L. (Kakani et *al.*, 2002), différentes espèces de poivrons (*Capsicum* spp.; Reddy et Kakani, 2007), *Pistacia* spp. (Acar et Kakani, 2010), longan (*Dimocarpus longan* Lower.; Pham, Herrero & Hormaza, 2015) et noix de coco (*Cocos nucifera* L.; Hebbar et *al.*, 2018).

Les effets de la température sur la germination du pollen et la croissance du tube pollinique ont été rapportés par plusieurs chercheurs chez plusieurs espèces à part le palmier dattier, nous avons trouvé seulement une étude de Guerbis (2021), qui montre que la germination *in vitro* du pollen et la croissance du tube pollinique de différents cultivars de palmier dattier variaient avec la température.

Conclusion

Notre étude avait comme objectif de déterminer les effets de différentes températures d'incubation (5-45°C) sur la germination in vitro du pollen et la croissance du tube pollinique de 15 cultivars de palmier dattier mâle, et ce afin de fournir des informations utiles pour la sélection des cultivars de palmier dattier mâle présentant une tolérance aux basses températures.

Le pourcentage de la viabilité du pollen de différents cultivars, testé soit par coloration soit par germination in vitro dans un milieu synthétique, présentait des valeurs élevées, égaux ou proches de 100%, en faveur de test de coloration.

La température affecte significativement la germination du pollen de palmier dattier mâle, Les différences entre les valeurs de la germination du pollen chez les cultivars étaient statistiquement significatives à toutes les températures.

Les meilleurs résultats pour la germination du pollen et l'allongement du tube ont été observés entre 15 et 30°C. Cependant, la performance du pollen variait à basse température et certains cultivars avaient de meilleures performances que les autres. La période de floraison n'a montré aucun effet sur la germination du pollen et l'allongement du tube pollinique, et les différences enregistrées entre les différents cultivars indiquent des différences possibles dans la vigueur du pollen entre les génotypes. Ceci est d'une grande importance pour sélectionner des pollinisateurs potentiels adaptés aux différentes températures.

Références bibliographiques

1. Aberlenc-Bertossi, F., 2010. Biotechnologies du palmier dattier. Ed IRD, Paris.
2. Aberlenc-Bertossi, F., 2012. La détermination du sexe du palmier dattier. Diade News Letters, 3: 1-8. French.
3. Aberlenc-Bertossi, F., Daher, A., CHabrillange, N., 2010. La détermination du sexe chez le palmier dattier. Biotechnologies du palmier dattier: actes du 3ème séminaire du réseau Agence Universitaire de la Francophonie-Biotechnologies Végétales (AUF-BIOVEG) de Marseille. Editions IRD, collection Colloques et Séminaires, 227-234.
4. Acar, I., Kakani, V.G., 2010. The effects of temperature on in vitro pollen germination and pollen tube growth of Pistacia spp. Scientia Horticulturae 125(4):569-572.
5. Adams, S.R., Cockshull, K.E., Cave, C.R. J., 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. Annals of Botany, 88, 869-877.
6. Aimeur N., 2004. Bio indication de la pollution atmosphérique dans la région d'Annaba (comparaison avec les données de Sama Safia). Mem. De Magistère, Université d'Annaba. 165 p.
7. Al-Alawi, R.A., Al-Mashiqri, J.H., Al-Nadabi, J.S., Al-Shihi, B.I., Baqi, Y., 2017. Date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.): natural products and therapeutic options. Frontiers in plant science, 8, 845.
8. Algérie Presse Service (APS)., 2021. Transformation des dattes : une filière émergente dans l'attente de l'amélioration du cadre juridique. <https://www.aps.dz/economie/120430> transformation des dattes une filière émergente dans l'attente de l'amélioration du cadre juridique.
9. Al-Dous, E.K., George, B., Al-Mahmoud, M.E., Al-jaber, M.Y., Wang, H., Salameh, Y.M., Al-azwani, E.K., Chaluvadi, S., Pontaroli, A.C., Debarry, J., Arondel, V., Ohlrogge, J., Saie, I.J., Suliman-Elmeer, K.M., Bennetzen, J.L., Kruegger, R.R., Malek, J.A., 2011. De novo genome sequencing and comparative genomics of date palm (*Phoenix dactylifera*). Nat. Biotechnol. 29, 521-527. <http://dx.doi.org/10.1038/nbt.1860>.
10. Al-Khalifah, N.S., Skari, E.A., 2003. Molecular phylogeny of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars from Saudi Arabia by DNA fingerprinting. Theor. Appl. Genet., 107(7): 1266-70.
11. Ameglio T., 2020. Conséquences des changements climatiques pour les plantes pérennes et les productions fruitières : quelques pistes pour la sélection. Journée ASF Association des Sélectionneurs Français, 2008, Paris, France. Hal-01189590ff .31 – 40.

12. Arabnezhad, H., Bahar, M., Mohammadi, H., Masoud-Latifian, M., 2012. Development, characterization and use of microsatellite markers for germplasm analysis in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Sci. Hortic.* 117, 151–157.
13. Araújo, S.S., Beebe, S.M., Crespi, B., Delbreil, E.M., González, V., Gruber, I., Lejeune-Henaut., et al. 2015. “Abiotic Stress Responses in Legumes : Strategies Used to Cope with Environmental Challenges.” *Critical Reviews in Plant Sciences* 34 (1-3) : 237–80. doi : 10.1080/07352689.2014.898450.
14. Ashraf, M., Harris, P.J.C., 2013. Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica*, 51:163-190.
15. Atkins, K.E., Travis, J.M.J., 2010. “Local Adaptation and the Evolution of Species’ Ranges under Climate Change.” *Journal of Theoretical Biology* 266 (3) : 449–57. doi : 10.1016/j.jtbi.2010.07.014.
16. Atwe, S.U., Ma, Y., Gill, H.S., 2014. Pollen grains for oral vaccination. *Journal of Controlled Release*, 194, 45-52.
17. Aylor, D. E. (2003). Rate of dehydration of corn (*Zea mays* L.) pollen in the air. *Journal of Experimental Botany*, 54(391), 2307-2312.
18. Babahani, S., Bouguedoura, N., 2009. Effet de quelque méthode simple de conservation du pollen sur les caractères de la production dattière. *Revue Sciences et technologie*, n 30, 9-15p.
19. Babahani, S., 2011. Analyses biologique et agronomique de palmiers mâles (Dokkars) et conduite de l'éclaircissage des fruits chez les cultivars Deglet Nour et Ghars. Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie El Harrach, Alger ; 86-139p.
20. Babahani, S., Bouguedoura, N., 2015. Effet de quelques méthodes simples de conservation du pollen sur les caractères de la production dattiers. *Sciences & Technologie C – N°42 Décembre (2015)*, pp.31-37.
21. Bacha, M.A.A., 2001. La pollinisation chez le palmier dattier. *Revue sciences et techniques*. Tome 1. Cité du Roi Abd El Aziz pour la science et la technique, Ryadh. Pp : 34 – 39 (en arabe).
22. Bakour, S., 2003. Etude des dysfonctionnements de certains périmètres phœnicicoles dans la cuvette d'Ouargla : Cas des palmeraies traditionnelles de la commune de Ouargla. Mémoire d'Ingénieur, Département des Sciences Agronomiques, Université d'Ouargla, Ouargla, Algérie, 137 p.
23. Barreveld, W.H., 1993. Date palm products. *Agricultural services bulletin* N° 101. FAO food and agriculture organization of the United Nation. Rome 1993.

24. Beebe, S., Ramirez, J.A., Jarvis, I.M., Rao, G., Mosquera, J.M., Bueno., Blair, M.W., 2011. "Genetic Improvement of Common Beans and the Challenges of Climate Change." In *Crop Adaptation to Climate Change*, edited by Shyam S. Yadav, Robert J. Redden, Jerry L. Hatfield, Hermann Lotze-Campen, and Anthony E. Hall, 356–69. Oxford, UK : Wiley-Blackwell. <http://doi.wiley.com/10.1002/9780470960929.ch25>.
25. Belaroussi, M.H., 2019. Etude de la production du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) variété Deglet Nour : cas des régions de Oued Mya et Oued Righ. These de Doctorat, Universite Kasdi Merbah, Ouargla.
26. Belhabib, S., 1995. Contribution à l'étude de quelques paramètres biologiques (croissance végétative et fructification) chez deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) dans la région de Oued Righ. Mémoire, Ing, Agro. Batna. 54p.
27. Benamor, B., 2016. Sélection des palmiers dattiers mâles dans la station "Daouia" (Oued Souf, Algérie): Etude de terrain et laboratoire. Thèse de doctorat en Biologie végétale et environnement, Université d'Annaba, 117p. (en arabe).
28. Ben chennouf, A., 1971. Le palmier dattier. Station expérimentale d'Ain Ben Naoui. Biskra, 22 p.
29. Benlarbi, L., 2019. Contribution à l'étude de *Fusarium oxysporum* f sp *albedinis* agent causal de la fusariose vasculaire du palmier dattier et moyens de lutte. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université Abdelhamid Ibn Badis, 175p.
30. Benzouche, S.E., Chehat, F., 2019. Irrigation problem in Ziban oases (Algeria): causes and consequences. *Environment, Development and Sustainability*, 21 (6), 2693-2706.
31. Bernier, J., R., Serraj, A., Kumar, R., Venuprasad, S., Impa, R., Oane, D., Spaner, Atlin, G., 2009. "The Large-Effect Drought-Resistance QTL *qtl12.1* Increases Water Uptake in Upland Rice." *Field Crops Research* 110 (2) : 139–46. doi : 10.1016/j.fcr.2008.07.010.
32. Bishr, M., Desoukey, S., 2012. Comparative study of the nutritional value of four types of egyptian palm pollens. *J Pharm Nutr Sci*, 2, 50-56.
33. BOOIJ, I., PIOMBO, G., RISTERUCCI, J.M., COUPE, M., THOMAS, D., FERRY, M., 1992. Etude de la composition chimique de dates à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivar de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *journal of Fruits*, vol. 47, N° 6, pp. 667-677.

34. Boughediri, L., 1994. Le pollen du palmier (*Phoenix dactylifera* L.). Approche multidisciplinaire et modélisation des différents paramètres en vue de créer une banque de pollens. Thèse de doctorat de l'Université de Paris 158 p.
35. Bouguedoura, N., 1979. Contribution à la connaissance du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.): Etude des productions axillaires. Thès Doc. Uni. Sci. Et de la Tech. Alger. 64 p.
36. Bouguedoura, N., 1991. Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier. Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de Doctorat. U.S.T.H.B. Alger, 201 p.
37. Bouguedoura, N., 2012. Le palmier dattier: développement morphogénétique des appareils végétatif et reproducteur. ISBN: ISBN ; 978-3-8417-8124-6.
38. Bouguedoura, N., Bennaceur, M., Babahani, S., Benziouche, S.E., 2015. Date Palm Status and Perspective in Algeria. In : Date palm Genetic Resources, Cultivar Assessment, Cultivation Practices and Novel Products. Springer, 125-168.
39. Bouna, Z.E.A.O., 2002. Contribution à l'étude bio systématique, ethnobotanique, biochimique, alimentaire et diététique de 11 cultivars de dattiers, *Phoenix dactylifera*. Références Bibliographiques P. 106 L., des palmeraies de Mauritanie. Thèse Doctorat, Univ- Cheikh Anta Diop de Dakar. 250 p.
40. Brigode, P., 2013. Changement climatique et risque hydrologique : Evaluation de la méthode SCHADEX en contexte non-stationnaire. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, France, 317 p.
41. Buelguedj, M., 2007. Evaluation du sous-secteur des dattes en Algérie. INRAA El-Harrach (Algérie), 60 p.
42. Cambre, J., 2011. Le changement climatique : est-il d'origine humaine ? Paris : Nuvis.
43. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA)., 2018. Cartes de la wilaya de Biskra. Service de géomatique, de cartographie et de la base de données satellitaires multi-sources, CRSTRA, Biskra, Algérie.
44. Cerovic, R., Ruzic, D., 1992. Pollen tube growth in sour cherry (*Prunus cerasus* L.) at different temperatures. *Journal of Horticultural Science* 67(3):333-340 DOI 10.1080/00221589.1992.11516256.
45. Chao, C.T., Krueger, R.R., 2007. The date palm (*Phoenix dactylifera* L.): overview of biology, uses, and cultivation. *HortScience*, 42(5), 1077–1082.

46. Chehma, A., Longo, H.F., 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.
47. Chelli A., 1996. Etude bio-écologique de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ (Hom. Diaspididae) à Biskra et ses ennemis naturels. Mémoire. Ing. INA. El- Harrach, 101 p.
48. Chemalla, O., 2006. La situation des pieds mâles du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*L.) dans la région d'Oued Righ. *Mém. d'Ing d'agro*, Université de Ouargla, 89 p.
49. Chotte, J.L., Kosuth P., 2015. Changement climatique et systèmes de production agricole et d'élevage. *Les Dossiers d'Agropolis International : Extrait du dossier "Changement climatique : impacts et adaptations"*, 20, 69-85.
50. Chuine, I., Cour, P., 1999. Climatic determinants of budburst seasonality in four temperate zone tree species. *New Phytologist*, vol. 143, n° 2, p. 339-349.
51. Cohen, Y., Slavkovic, F., Birger, D., Greenberg, A., Sadowsky, A., Ish-Shalom, M., Benita, M.T., Cuchinski, Y., Avnat., Kamenetsky, R., 2016. Fertilization and fruit setting in date palm: biological and technological challenges. *Acta Hort.* 1130. ISHS 2016. *Int. Symposia on the Physiology of Perennial Fruit Crops and Production Systems and Mechanisation, Precision Horticulture and Robotics* Eds.: D.S. Tustin.
52. Cruiziat, P., Cochard, H., Ameglio, T., 2002. Hydraulic architecture of trees: main concepts and results. *Annals of Forest Science*, vol. 59, n° 7, p. 723-752.
53. Daddi Bouhoun, M., 2010. Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique et des accumulations gypso-salines sur l'enracinement et la nutrition du palmier dattier dans la cuvette d'Ouargla (sud-est algérien). Thèse Doctorat Univ Annaba. 20-26p.
54. Daher, A., 2010. Détermination du sexe chez le palmier dattier: Approches histocytologiques et moléculaires.
55. Day, K., Lopez, G., Dejong, T., 2008. Using growing degree hours accumulated thirty days after horticulture, bloom to predict peach and nectarine harvest date. *Acta Horticulturae*, 803:163-166.
56. Desjarlais, C.A., Blondlot, Ouranos., 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Montréal : Ouranos.
57. Djerbi, M., 1994. *Le précis de la phœniciculture*. Ed. FAO, Rome, 191 p.
58. Djerbi M., 1996. *Précis de phœniciculture*. Ministère de l'agriculture. Ed. F.A.O. 189 p.

59. 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, Richmond, Surrey, UK.
60. Duong, M.H., 2000. "Perspectives Sur Le Changement Climatique." Nature Sciences Sociétés 8 (4) : 5–14.
61. Egea, J., Burgos, L., Zoroa, N., Egea, L., 1992. Influence of temperature on the in vitro germination of pollen of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Journal of Horticultural Science 67(2):247-250.
62. Elhoumaizi, A.M., Saaidi, M., 1993. Température et maturation des dattes dans la région de Marrakech. Al Awamia, 82, 137–149.
63. Elhoumaizi, A.M., 2002. Modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Thèse de doctorat, université Semlalia, Marrakech, Maroc.
64. Elkerm, Y., Tawashi, R., 2014. Date palm pollen as a preventative intervention in radiation and chemotherapy-induced oral mucositis: a pilot study. Integrative cancer therapies, 13(6), 468-472.
65. El-Kholy, W.M., Soliman, T.N., Darwish, A.M.G., 2019) Evaluation of date palm pollen (*Phoenix dactylifera* L.) Encapsulation, impact on the nutritional and functional properties of fortified yoghurt. PLoS ONE 14(10): e0222789. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222789>.
66. Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N.E., Attia, H., 2008. Date flesh: chemical composition and characteristics of the dietary fibre. Food Chem. 111, 676–682. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.036>.
67. Erickson, A N., Markhart, A.H., 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*capsicum annum* L.) to elevated temperature. Plant, Cell and Environment 25: 123-130.
68. Espiard, E., 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc- Lavoisier, 360 p.
69. Faci, M., 2021 Impacts du changement climatique sur le cycle phénologique du palmier dattier (Cas de Deglet Nour aux Ziban). Thèse de Doctorat, Université Mohamed Khider Biskra.
70. Falco, C., Galeotti, M., Olper, A., 2019. Climate change and migration: Is agriculture the main channel?. Global Environmental Change, 59, 101995.

71. Falusi, M., Calamassi, R., 1996. Geographic variation and bud dormancy in beech seedlings (*Fagus sylvatica* L). *Annales Des Sciences Forestières*, vol. 53, n° 5, pp. 967-979.
72. FAOSTAT., 2020. production FAOSTAT Food and agriculture Organisation of the United Nations. Rome.
73. Farag, K.M., Elsabagh, A.S., El-Ashry, H.A., 2012. Fruit characteristics of “Zaghloul” date palm in relation to taxenic influences of used pollinator. *American Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.*, 12(7): 842-855.
74. Fonseca, A. E., Westgate, M.E., 2005. Relationship between desiccation and viability of maize pollen. *Field crops research*, 94(2-3), 114-125.
75. Gagnon, A.E., Roy, M., Roy, A., 2013. Impacts directes et indirectes sur les ennemies des cultures. Document de synthèse. Ed : OURANOS, 80p.
76. Gate, P., 2008. Le blé et changement climatique : impacts et perspectives le sélectionneur Française, 58-59 :15-30.
77. Geneves, L., 1997. Reproduction et développement des végétaux (Dunod Biosciences) les archives paléontologiques pour reconstituer les variations climatiques au cours du quaternaire.
78. Gerald, C.N., Mark, W.R., Jawoo, K., Richard, R., Timothy, S., Tingju, Z., Claudia, R., Siwa,
79. M., Amanda, P., Miroslav, B., Marilia, M., Rowena, V.S., Mandy, E. David, L., 2009. Changement climatique, impact sur l’agriculture et coûts de l’adaptation. IFPRI, New York, USA, 19 p.
80. Giannakopoulos, C., Bindi, M., Moriondo, M., LeSager, P., Tin, T., 2005. Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global temperature rise. A report for WWF, 67 p.
81. GIEC., 2007. Bilan des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d’évaluation du Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.
82. Gilman, S.E., Urban, M.C., Tewksbury, J., Gilchrist, G.W., Holt, R.D., 2010. “A Framework for Community Interactions under Climate Change.” *Trends in Ecology & Evolution* 25 (6) : 325–31. doi : 10.1016/j.tree.2010.03.002.

83. Grab, S., Craparo, A., 2011. Advance of apple and pear tree full bloom dates in response to climate change in the southwestern Cape, South Africa: 1973-2009. *Agricultural and forest Meteorology*, 151: 406-413.
84. Hanachi, S., Khitri, D., Benkhalifa, A., Brac De Perriere, R.A., 1998. Inventaire variétal de la Palmeraie Algérienne, 225 p.
85. Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D. W., Medina-Elizade, M., 2006. Global temperature change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(39), 14288–14293. <http://doi.org/10.1073/pnas.0606291103>.
86. Hebbar, K.B., Rose, H.M., Nair, A.R., Kannan, S., Niral, V., Arivalagan, M., Gupta, A., Samsudeen, K., Chandran, K.P., Chowdappa, P., Prasad, P.V.V. 2018. Differences in in vitro pollen germination and pollen tube growth of coconut (*Cocos nucifera* L.) cultivars in response to high temperature stress. *Environmental and Experimental Botany*.
87. Hedhly, A., Hormaza, J.I., Herrero, M., 2004. Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry *Prunus avium* (Rosaceae). *American Journal of Botany* 91(4):558-564.
88. Hegeds, A., Halasz, J., 2006. Self-incompatibility in plums (*Prunus salicina* Lindl, *Prunus cerasifera* Ehrh. and *Prunus domestica* L.). A minireview. *International Journal of Horticultural Science* 12(2).
89. Hesse, M., Halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., Zetter, R., 2009. *Pollen terminology: an illustrated handbook*: Springer Science & Business Media.
90. Hilaire, C., Mathieu, V., Jannot, I., 2002. Chute des bourgeons floraux du pêcher. Le froid n'était pas au rendez vous. *Infos Ctifl (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes)*, 187 :37-40.
91. Hribar, J., Vidrih, R., 2015. "Impacts of Climate Change on Fruit Physiology and Quality." In *Proceedings. 50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture*. Opatija, Croatia, 42:45. http://sa.agr.hr/pdf/2015/sa2015_p0007.
92. Hussein, F., El-Khahtani S. et WALI Y., 1979. *La production dattier dans les mondes arabe et islamique*. Imprimerie Ain Schamss. Egypte, 286p.
93. Idder, M.A., 2011. *Lutte biologique en palmiers à Ouargla : cas de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi*, de la pyral des dattes *Ectomyeloiscertoniae* et de*

- Boufaoua Oligonychusafrasiaticus .Thèse de Doctorat en sciences Argonomique ,INA, El Harrach, Alger ,45p.
94. INRA., 2015 L'adaptation au changement climatique.
95. Jagadish, S.V.K., Bahuguna, R.N., Djanaguiraman, M., Gamuyao, R., Prasad, P.V.V., Craufurd, P.Q., 2016. Implications of High Temperature and Elevated CO₂ on Flowering Time in Plants. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1–11. <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.00913>.
96. Kadri, K., Kods, B., Souhayla, M., 2017. Physiological characterization of some male pollinators in Tunisia and study of the effect of conditioning temperature on the viability and germination of pollen. *J. New Sci.* 48, 2907–2920.
97. Kakani, V.G., Prasad, P.V.V., Craufurd, P.Q., Wheeler, T.R., 2002. Response of in vitro pollen germination and pollen tube growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes to temperature. *Plant, Cell and Environment* 25(12):1651-1661.
98. Kakani, V.G., Reddy, K.R., Koti, S., Wallace, T.P., Prasad, P.V.V., Reddy, V.R., Zhao, D., 2005. Differences in vitro pollen germination and pollen tube growth of cotton cultivars in response to high temperature. *Annals of Botany* 96(1):59-67.
99. Kardol, P., Company, C.E., Souza, L., Norby, R.J., Weltzin, J.F., Classen, A.T., 2010. “Climate Change Effects on Plant Biomass Alter Dominance Patterns and Community Evenness in an Experimental Old-Field Ecosystem: Plant Communities Under Climate Change.” *Global Change Biology* 16 (10): 2676–87. doi : 10.1111/j.1365-2486.2010.02162.x.
100. Khatun, S., Flowers, T.J., 1995. The estimation of pollen viability in rice. *Journal of Experimental Botany*, 46(1), 151-154p.
101. Lakhdari, F., Roumani, M., Nia, B., Bensalah, M.K., Bencheikh, Benguega, Z., Dakhia, N., Benaziza, A., 2016. Réseau de veille phénologique et changements climatiques en milieu oasien. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA)*.
102. Lakso, A.N., 1994. Handbook of environmental physiology of fruit crops volume: I Temperature crops. University of Florida: CRC press Inc, 3-35.
103. Legave, J.M., 2007. Les impacts du réchauffement global sur la phénologie des arbres fruitiers et de la vigne : quelles conséquences agronomiques ? *Journées Techniques fruits et légumes biologiques*, Caen, 4-5 :59-66.
104. Legave, J.M., Frerra, I., Almeras, T., Calleja, M., 2008. Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact on this trait. *Journal of horticultural science et Biotechnology*, 83:7-84.

105. Legave, J.M., 2009. Comment faire face aux changements climatiques en arboriculture fruitière ? *Innovations agronomiques*, 7 :165-177.
106. Lepoivre, P., 2001. Les systèmes de production agricole et la protection des cultures à la croisée des chemins. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*. 5 (4) : 195-199.
107. Lincoln, R.O.J., Boxshall, G.A., Clark, P.F., 1982. *A dictionary of ecology, evolution and systematics*. New York: Cambridge University Press.
108. Martinez, N., 2002. Recherche du déterminisme géographique et écologique des attaques du champignon *Crumenulopsis sororia* (Karst.) Groves sur les rameaux de *Pinus halepensis* Mill. en région PACA. Université Paul Cézanne, Cemagref Aix en Provence, 42 p.
109. Maton, L., Rinaudo, J.D., Caballero, y., 2010. Le changement climatique dans les Pyrénées orientales : Impacts sur l'agriculture et stratégies d'adaptation projet de recherche VULCAIN (ANR-06VULN008), 1-13.
110. McMichael, A.J., Campbell-Lendrum, D.H., Corvalán, C.F., Ebi, K.L., Githeko, A.K., Scheraga, J.D., Woodward, A., 2003. Climate change and infectious diseases. *Climate change and human health: risks and responses*. World Health Organization. <http://doi.org/10.2307/2137486>.
111. Merizigh., 2011. La place des palmiers dattiers mâles "Dokkars" dans les périmètres de mise en valeur dans la région de Ouargla .Mém. d'Ing d'agro, Université de Ouargla, 82 p.
112. Mesnoua, M., Roumani, M., Bensalah, M.K., Salem, A. and Benaziza, A., 2018. 'Optimization of conditions for in vitro pollen germination and pollen tube growth of date palm (*Phoenix dactylifera* L.)', *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 10(1), 158. doi: 10.4314/jfas.v10i1.11.
113. Mesnoua, M., Roumani, M. and Salem, A. 2018. 'The effect of pollen storage temperatures on pollen viability, fruit set and fruit quality of six date palm cultivars', *Scientia Horticulturae*, 236(06), pp. 279-283. doi: 10.1016/j.scienta.2018.03.053.
114. Milatović, D., Đurović, D., Zec, G., Radović, M., 2016. Phenological traits, yield and fruit quality of plum cultivars bred at the fruit research institute in Čačak, Serbia. 10.7251/agreng1607114.
115. Mohammad, S., 2015. Utilisation de la cryoconservation pour la conservation et la production de cultures in vitro de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.); Impact d'un protocole de cryoconservation sur la physiologie des cals embryogènes de

- palmier dattier. Thèse de doctorat, préparée au sein de L'école doctorale sibaghe et de l'unité de recherche diade délivré par l'université de Montpellier, 161p.
116. Moiroux, J., Bourgeois, G., Boivin, G., Brodeur J., 2014. Impact différentiel du réchauffement climatique sur les insectes ravageurs des cultures et leurs ennemis naturels : implications en agriculture. Feuille technique Ouranos Projet 550005-103, Québec, Canada. 12 p.
117. Morin, X., Ameglio, T., Ahas, R., Kurz-Besson, C., Lanta, V., Lebourgeois, F., Miglietta, F., Chuine, I., 2007. Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European oak species. *Tree Physiology*, 27 (6), pp. 817-25.
118. Mortazavi, S.M.H., Arzani, K., Moini, A., 2010. Optimizing storage and in vitro germination of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pollen. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 181-189p.
119. Moore, H.E., 1973. The major groups of palms and their distribution. *Gentes Herbarium* 11: 27- 141p.
120. Moss, G.I., 1976. Temperature Effects on Flower Initiation in Sweet Orange (*Citrus sinensis*). *Aust. J. Agric. Res.*, 27, 399–407.
121. Moustafa, A. A., Ibrahim, Z.A., El-Yazel., S.A.S., El-Anwer, M. A., 2010. Evaluation and Selection of Some Seedling Date Palm Males Grown in Fayoum Governorate, Egypt. *Acta Hort.*, 882: 69-80.
122. Munier, P., 1973. *Le Palmier Dattier*. Éd.G.-P. Maisonneuve et Larose. Paris. 222 p.
123. Nakamura, M., Makoto, K., Tonaka, M., 2016. Leaf flushing and shedding bud and flower production, and stem elongation in tall birch trees subjected to increases in aboveground temperature. *Trees*, 30:1535-1541.
124. Nava, G.A., Dalmago, G.A., Berganaschi, H., Paniz, R., dos santos, R.P., Mardin, G.A.B. 2009. Effect of high temperature in the pre blooming and blooming periods on ovule formation, pollen grains and yield of Granada peach. *Scientia Horticulturae*, 122:37-44.
125. Newton, A.C., Torrance, L., Holden, N., Toth, I.K., Cooke, D.E.L., Blok, V., Gilroy, E.M., 2012. "Climate Change and Defense against Pathogens in Plants." In *Advances in Applied Microbiology*, 81:89–132. Elsevier.
126. Nicotra, A.B., Atkin, O.K., Bonser, S.P., Davidson, A.M., Finnegan, E.J., Mathesius, U., Poot, P., et al. 2010. "Plant Phenotypic Plasticity in a Changing

- Climate.” *Trends in Plant Science* 15 (12) : 684–92. doi : 10.1016/j.tplants.2010.09.008.
127. Ouamane, R., 2019. Effet de la salinité des sols sur la production des dattes essai de fertilisation phospho-potassique sur le palmier dattier dans la région des Ziban, Thèse doctorat en sciences agronomiques, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 154p.
128. Oudejans, J.H.M., 1969. Date palm (*Phoenixdactylifera* L.). In FERWERDA F.P. and Paris-Sorbonne, Paris, 389p.
129. Ozenda, P., 1991. Flore et végétation du Sahara, Ed. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
130. Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Trnka, M., Olesen, J.E., Calanca, P., Eckersten, H., Eitzinger, J., Gobin, A., Kersebaum, K. C., Kozyra, J., Kumar, S., Marta, A. D., Micale, F., Schaap, B., Seguin, B., Skjelvåg, A. O., Orlandini, S., 2010. Coincidence of variation in yield and climate in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139 :483-489.
131. Peyron, G., 2000. Cultiver le palmier dattier. Ed. Cirad, Montpellier, 109p.
132. Pham, V.T., Herrero, M., Hormaza, J.I., 2015. Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth in longan (*Dimocarpus longan* Lour.). *Scientia Horticulturae*.
133. Pintaud, J.C., Zehdi, S., Couvreur, T., Barrow, S., Henderson, S., Aberlenc-Bertossi, F., 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.). *Diversity, phylogeny, and evolution in the monocotyledons*. Aarhus University Press, Denmark, 267-286p.
134. Pirlak, L., 2002. The effects of temperature on pollen germination and pollen tube growth of apricot and sweet cherry. *Gartenbauwissenschaft* 67:61–64.
135. Pritchard, S., Rogers, H., Prior, S.A., et al., 1999. “Elevated CO₂ and Plant Structure : A Review.” *Global Change Biology* 5 (7): 807–37.
136. Reddy, K.R., Kakani, V.G., 2007. Screening *Capsicum* species of different origins for high temperature tolerance by in vitro pollen germination and pollen tube length. *Scientia Horticulturae*. 112(2):130-135.
137. Reuveni, O., Abu, S., Golobovitz, S., 1986. Date palm pollen germination and tube elongation on pistillate flowers cultured at different temperatures. *Acta Hortic*. 175, 91–96. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.175.13>.

138. ██████████ Rezazadeh, R., Hassanzadeh, H., Hosseini, Y., Karami, Y., Williams, R.R., 2013. Influence of pollen source on fruit production of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Barhi in humid coastal regions of southern Iran. *Sci. Hortic. (Amst.)* 160, 182–188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.038>.
139. ██████████ Rhouma, S., Zehdi, S., Ould, A.M.S., Rhouma, A., Marrakchi, M., Trifi, M., 2007. Genetic Diversity In Ecotypes Of Tunisian Date-Palm (*Phoenix Dactylifera* L.) Assessed By AFLP Markers. *Journal Of Horticultural Sciences & Biotechnology*, 82 (6) : 929-933.
140. ██████████ Rival, A., 2010. Palmier à huile, palmier dattier : deux cultures stratégiques. *Ecologie*, 315: 54-60.
141. ██████████ Root, T., Price, J.T., Hall, K.R., Stephen, H., Schneider, S., Rosenzweig, C., Pounds, J.A., 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *NATURE* VOL 421 | www.nature.com/nature.
142. ██████████ Rosenzweig, C., Hillel, D., 1998. Effects on Weeds, Insects, and Diseases. In: *Climate Change and the Global Harvest: Potential Impacts of the Greenhouse Effect on Agriculture*. Chapitre 4, p.101-122.
143. ██████████ Roumani, M., 2020. Impacts du changement climatique sur le niveau de recrudescence des dégâts dus à la pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* Zeller, 1839, sur trois cultivars de dattes : Deglet nour, Mech degla et ghars dans la région de Biskra. Thèse Doctorat. Université Mustapha Ben Boulaid-Batna 2.
144. ██████████ Roy, M., 2002. Impact potentiel des changements climatiques sur l'entomofaune agricole au Québec. Résumé de conférence, 65e Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec, « Changements climatiques : comprendre pour mieux agir ».
145. ██████████ Salhi, A., Belguedj, M., Matallah, S., 2006. Gestion participative de la lutte biologique contre les ravageurs du palmier dattier dans les oasis Algériennes. I.N.R.A.A..Unité de Biskra, 53 p.
146. ██████████ Sallon, S., Soloway, E., Cohen, Y., Korchinsky, R., Egli, M., Woodhatch, I., Simchoni, O., Kislev, M., 2008. Germination, Genetics, and Growth of an Ancient Date Seed. *Science*. Vol.320.1464 p.
147. ██████████ Sannier, J., 2006. Diversité et évolution de la microsporogénèse chez les palmiers (*Arecaceae*) en relation avec la détermination du type apertural (Doctoral dissertation, Université Paris Sud-Paris XI).

148. Sanzol, J., Herrero, M., 2001. The effective pollination period in fruit trees. *Scientia Horticulturae* 90:117 DOI 10.1016/S0304-4238(00)00252-1.
149. Sardans, J., Peñuelas, J., 2005. "Drought Decreases Soil Enzyme Activity in a Mediterranean *Quercus Ilex* L. Forest." *Soil Biology and Biochemistry* 37 (3) : 455–61. doi : 10.1016/j.soilbio.2004.08.004.
150. Sato, S., Peet, M.M., Thomas, J.F., 2002. Determining critical pre- and post-anthesis periods and physiological processes in *Lycopersicon* Trees (2011) 25:809–822 821123esculentum Mill exposed to moderately elevated temperatures. *J Exp Bot* 53:1187–1195.
151. Sebi, H., 2019. Contribution à la valorisation du pollen du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) : Etude des propriétés physico-chimiques du pollen et de ses extraits protéiques. Thèse de Doctorat, L'École Nationale d'Ingénieurs de Sfax.
152. Sebi, H., Karra, S., Bchir, B., Abir, M., Ghribi, Sabine, M., Danthine., Blecker, C., Hamadi Attia, H., Besbes, S., 2019. Physico-chemical, surface and thermal properties of date palm pollen as a novel nutritive ingredient. *Adv Food Technol Nutr Sci Open J.* 2019; 5(3): 84-91. doi: 10.17140/AFTNSOJ-5-160.
153. Sedra, M.H., 2003. Le Palmier Dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc ; Techniques phœnicicoles et Création d'oasis. INRA-Editions, Rabat, Maroc, 265 p.
154. Seguin, B., 2003. "Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique." *Comptes Rendus Geoscience* 335 (6–7): 569–75. doi:10.1016/S1631-0713(03)00098-1.
155. Seguin, B., 2007. Le réchauffement climatique : impacts sur les agricultures européennes. (34), 108-121.
156. Selak, G.V., Perica, S., Ban, S.G., Poljak, M., 2013. The effect of temperature and genotype on pollen performance in olive (*Olea europea* L.) *Scientia Horticulturae* 156: 38-46.
157. Shabani, F., Kumar, L., Taylor, S., 2012. Climate Change Impacts on the Future Distribution of Date Palms: A Modeling Exercise Using CLIMEX. *PLoS ONE*, 7(10), 1–12. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0048021>.
158. Shafique, M., Khan, A.S., Malik, A.U., Shahid, M., Rajwana, I.A., Saleem, B.A., Amin, M., Ahmad, I., 2011. Influence of pollen source and pollination frequency on fruit drop, yield and quality of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Dhakki. *Pak. J. Bot.* 43, 831–839.

159. Sharafi, Y., 2011a. An investigation on the pollen germination and tube growth in some *Prunus persica* genotypes and cultivars. *African Journal of Microbiology Research* 5(14):2003-2007.
160. Sharafi, Y., 2011b. In vitro pollen germination in stone fruit tree of Rosaceae family. *African Journal of Agricultural Research* 6(28):6021-6026.
161. Sharafi, Y., 2011c. Investigation on pollen viability and longevity in *Malus pumila* L. *Pyrus communis* L. and *Cydonia oblonga* L. in vitro. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(11):2232-2236.
162. Siboukeur, S., 2004. Etude préliminaire sur la situation des palmiers mâles (Dokkars) dans la cuvette d'Ouargla et essai de pollinisation avec pollen conservé chez trois variétés du palmier dattier : Baydir, Ghars et Tanslit. Mémoire d'Ing d'Agro. Université d'Ouargla, 30-40p.
163. Sirisena, S., Ng, K., Ajlouni, S., 2015. The Emerging Australian Date Palm Industry: Date Fruit Nutritional and Bioactive Compounds and Valuable Processing By-Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6), 813–823.
164. Solomon, S., IPCC., 2007. *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis ; Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1st published. New York : UNEP.
165. Soliman, S.S., Al-Obeed, R.S., 2013. Investigations on the pollen some date palm males (*Phoenix dactylifera* L.) in: Saudi Arabia. *A. J. C. S*, 7 (9): 1355-1360.
166. Sorkheh, K., Shiran, B., Rouhi, V., Khodambashi, M., 2011a. Influence of temperature on the in vitro pollen germination and pollen tube growth of various native Iranian almonds (*Prunus* L. spp.) species. *Trees* 25(5):809-822.
167. Sorkheh, K., Shiran, B., Rouhi, V., Khodambashi, M., Wolukau, J.N., Ercisli, S., 2011b. Response of in vitro pollen germination and pollen tube growth of almond (*Prunus dulcis* Mill.) to temperature, polyamines and polyamine synthesis inhibitor. *Biochemical Systematics and Ecology*.
168. Sorkheh, K., Azimkhani, R., Mehri, N., Chaleshtori, M.H., Halász, J., Ercisli, S., Koubouris, G.C., 2018. Interactive effects of temperature and genotype on almond (*Prunus dulcis* L.) pollen germination and tube length. *Scientia Horticulturae* 227:162-168.
169. TEC., 2014. Etude de la vulnérabilité é de pays d'Arles au changement climatique. Rapport de diagnostic phase 2 : Cahier de la vulnérabilité. Vinson, A. E.

- (1914). The Effect of Climatic Conditions on the Rate of Growth of Date Palms. *Botanical Gazette*, 57(4), 324–327.
170. Tirichine, A., Saka, H., Zaki, A., Chaouki, S., Moussaoui, B., Amara, B., Kermiche, A., 2001. Evaluation préliminaire des caractéristiques inflorescentielles de quelques palmiers dattiers mâles de la région de Touat au Sud-Ouest algérien. *Institut National Recherche Agronomique Algérie*, 8: 5-11.
171. Vennetier, M., Girard, F., Didier, C., Ouamim, S., Ripert, C., Misson, L., Estève, R., Martin, W., Ndiaye-Boubacar, A., 2011. Adaptation phénologique du pin d'Alep au changement climatique. *Forêt méditerranéenne*, 2011, 32 (2), pp. 151 -167.
172. Weinbaum, S.A., Parfitt, D.E, Polito, V.S.1984. Differential cold sensitivity of pollen graingermination in two *Prunus* species. *Euphytica* 33:419-426.
173. Wertheimer, M., 1956. Recherche et observations sur la plantation des palmiers dattiers dans le Ziban (région de Biskra). *Fruits*. Vol 11 : Pp 481 – 487.
174. Wertheimer, M., 1957. La pollinisation du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). In: *Fruits*, 12(7), 305-313p.
175. Wolukau, J.N., Zhang, S., Xu, G., Chen D., 2004. The effect of temperature, polyamines and polyamine synthesis inhibitor on in vitro pollen germination and pollen tube growth of *Prunus mume*. *Scientia Horticulturae* 99(3-4):289-299.
176. Yohannes, H., 2016. A Review on Relationship between Climate Change and Agriculture. *J Earth Sci Clim Change*. 7 (2), 335.
177. Zaid, A., 2002. Date Palm Cultivation. Chapter I: Botanical and systematic description of the date palm Rev 1. *FAO Plant production and protection paper*. Èd FAO. Rome. 156 p.
178. Zaid, A., Arias-Jiménez, E.J., 2002. Date palm cultivation. *FAO Plant Production and Protection, Paper 156, 1, Rome, Italie*. Consulté le 24/12/2020, <http://www.fao.org/docrep/006/Y4360E/y4360e00.htm>.
179. Zango, O., 2011. Etude comparative de l'architecture et de la géométrie de l'inflorescence mâle et femelle du Palmier Dattier. *MasI. UMR AMAP/CIRAD. DIADE/IRD. Univ. Montpellier II*. 27p.
180. Zhang, G., Pan, L., Yin, Y., Liu, W., Huang, D., Zhang, T. et al., 2012. Large-scale collection and annotation of gene models for date palm (*Phoenix dactylifera*, L.). *Plant Molecular Biology*, 79(6), 521–536. <http://doi.org/10.1007/s11103-012-9924-z>.

Annexes

Tableau 1 : Caractéristiques quantitatives des cultivars.

Cultivars	Age	Nombre des spathes	Numéro de spathe	Poids de spathe (g)	Longueur de spathe (cm)	Quantité de pollen (g)	Nombre des rameaux			Endroit	Floraison
							Petit	Moyenne	Long		
Ghars	45	36	3	3403	141	47.52	48	82	130	Sidi Okba	Précoce
Tantbocht	/	9	1	1115	100	30.91	5	00	133	Tolga (Labrach)	Précoce
Yatima	15	12	2	2115	111	52.49	26	00	280	El outaya	Saisonnaire
Deglet Nour	/	17	3	2055	87.5	110.54	16	00	237	Fougala	Précoce
Inconu	8	20	1	415	49	13.29	15	00	167	Biskra	Saisonnaire
Moch Deglat	14	22	4	1210	45	32.98	10	00	125	Sidi Okba	Saisonnaire
Bouhlesse 01	15	13	2	955	53.5	34.39	32	00	144	Sidi Okba	Saisonnaire
Bouhlesse 02	12	10	2	721	46	19.71	16	69	27	Sidi Okba	Saisonnaire
Deglet Nour 2	10	14	3	715	70	54.63	10	00	100	biskra	Saisonnaire
Inconu	12	15	5	665	56	26.68	00	00	103	biskra	Précoce
Deglet Nour	/	10	4	1200	85	122.66	112	155	49	El outaya	Saisonnaire
Halwaya	18	8	2	500	53.5	37.9	13	00	00	biskra	Tardive
Dgoule 01	10	19	1	670	47.5	9.99	9	00	70	biskra	Tardive
Dgoule 02	8	6	2	365	55	5.88	71	00	00	biskra	Tardive
Dgoule 03	5	4	1	160	43	17.88	74	00	00	biskra	Tardive

Annexe 2

Tableau 01 : Résultats du nombre total de fleurs par épillet et par spath.

cultivars	Moyenne de Nombre total des fleurs par épillet			Nombre total des fleurs dans spath
	épillet petit	épillet moyenne	épillet long	
CV01	55,67	77,67	116,33	24164
CV02	54,67	0	87,33	11889
CV03	41	0	56,67	16933
CV04	38,33	0	66	16256
CV05	31,33	0	48	8486
CV06	48,33	0	64,67	8567
CV07	39,67	0	42	7317
CV08	42,67	52	63	5972
CV09	40,33	0	52	5603
CV10	0	0	46,67	4807
CV11	30	51,67	66	14602
CV12	36,7	0	0	4767
CV13	44	0	53	4106
CV14	30,67	0	0	2177
CV15	32,67	0	0	2417

Résumé : L'effet de neuf températures différentes (5,10,15,20,25,30,35,40,45°C) sur la germination et la croissance du tube pollinique a été étudié chez quinze cultivars de palmier dattier : Ghars, Tantbocht, Yatima, Deglet Nour 01, Inconnu, Moch Deglat, Bouhlesse 01, Bouhlesse 02, Deglet Nour 02, Inconnu, Deglet Nour 03, Halwaya, Dgoule 01, Dgoule 02, Dgoule 03. Le pourcentage de germination et la croissance du tube pollinique ont été déterminés sur un milieu de culture contenant du saccharose et de l'agar agar. La température a affecté de manière significative la germination du pollen de tous les cultivars étudiés. Des taux de germination élevés (plus de 95%) entre 15°C et 30°C selon le cultivar. Les pourcentages de germination à 5°C étaient significativement inférieurs en comparaison avec les températures élevées. Il n'y a aucun effet sur la période de floraison et la température. L'influence de la température était plus importante sur la croissance du tube pollinique. La longueur des tubes polliniques était deux fois plus élevée à (15°C-30°C) par rapport à celles enregistrées à 5°C. Les résultats obtenus ont indiqué une réponse différentielle des cultivars à la température pendant la période de pollinisation.

Mots clés : Palmier dattier, pollen, température, Germination, Tube pollinique.

Abstract: The effect of nine different temperatures (5,10,15,20,25,30,35,40 and 45°C) on pollen germination and pollen tube growth in vitro was studied in 15 date palm cultivars: Ghars, Tantbocht, Yatima, Deglet Nour 01, Inconnu, Moch Deglat, Bouhlesse 01, Bouhlesse 02, Deglet Nour 02, Inconnu, Deglet Nour 03, Halwaya, Dgoule 01, Dgoule 02, Dgoule 03. Germination rate and pollen tube growth were determined on a culture medium containing sucrose and agar. Temperature significantly affected pollen germination of all studied cultivars. High germination rates (more than 95%) was obtained between 15°C and 30°C, according to the cultivar. Germination rates at 5°C were significantly lower than those at higher temperatures. There is no effect on flowering period and temperature. The influence of temperature was more prominent on the pollen tube growth. The length of pollen tubes was times higher at 15°C-30°C, respectively in comparison with those recorded at 5°C. The obtained results indicate differential cultivar response to the temperature during the pollination period.

Key words: Date palm, pollen, temperature, germination, pollen tube.

ملخص : تمت دراسة تأثير تسعة درجات حرارة مختلفة (5,10,15,20,25,30,35,40,45 درجة مئوية) على انبات حبوب اللقاح في المختبر و نمو انبوب حبوب اللقاح في خمسة عشر صنف من نخيل التمر: غرس, طنبوشت, يتيمة, دقلة نور 01, غير معروف, مش دقلة, بوحلاس 01, بوحلاس 02, دقلة نور 02, غير معروف, دقلة نور 03, حلواية, دقول 01, دقول 02, دقول 03. تم تحديد نسبة الانبات و نمو انبوب حبوب اللقاح على وسط يحتوي على السكر و و اجار اجار. اثرت درجة الحرارة معنويا على انبات حبوب اللقاح لجميع الاصناف المدروسة. تم الحصول على معدلات انبات عالية تصل الى (اكثر من 95%) بين 15 درجة مئوية و 30 درجة مئوية اعتمادا على الصنف . كانت نسب الانبات عند 5 درجة مئوية اقل بشكل ملحوظ مقارنة بدرجات الحرارة المرتفعة. لا يوجد تأثير لوقت الازهار و درجة الحرارة. كان تأثير درجة الحرارة اكثر اهمية على نمو انبوب حبوب اللقاح. طول انابيب حبوب اللقاح تضاعف مرتين عند (15 درجة مئوية و 30 درجة مئوية) مقارنة بتلك المسجلة عند 10 درجة مئوية. اشارت النتائج التي تم الحصول عليها على استجابة تفاضلية للأصناف لدرجات الحرارة خلال فترة التلقيح.

كلمات مفتاحيه : نخيل التمر, حبوب اللقاح, درجة الحرارة, الإنبات, انبوب حبوب اللقاح.