

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

N° :.....



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE

OPTION : BIOTECHNOLOGIE
VEGETALE

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par:

BENNACEUR Warda et LOUCHANI Nour Elhouda

Intitulé

**Caractérisation cytogénétique de palmier dattier
(*Phoenix dactylifera* L.).**

Soutenu devant le jury composé de:

| | | | |
|-------------------------------------------|-----|--------------------------|-------------------|
| Mr. BELKASSAM Abdelwahab | MCA | Université M.B de M'Sila | Président. |
| M^{elle}. GUETTOUCHI Ahlem | MCB | Université M.B de M'Sila | Encadreur. |
| Mr. HADJI Abbas | MAA | Université M.B de M'Sila | Examineur. |

Année universitaire : 2019 /2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا حَسَنًا إِنَّ فِي

ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ) النحل: 67

Remerciement

On remercie tout d'abord, le tout puissant, ALLAH, qui nous a donné le courage, la volonté et la patience afin de parvenir à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à notre enseignante et encadreur Ahlem GUETTOUCHI. Pour nous avoir encadré. Pour nous avoir guidée, conseillée et orientée.

Un grand merci aux membres de jury qui ont accepté de lire et d'évaluer notre modeste travail.

Nous remercions tous les membres de notre département de biologie qui font toujours leurs efforts pour que nous puissions arrivé à ce jour-là.

Nous remercions plus particulièrement nos **parents** qui nous ont suivi, encouragé, et à tous nos amis.

Nos remercions toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail A ma mère (**Fatiha**) et A mon père (**Saïd**), source d'affectation de courage pour mon bien être et pour leur sacrifices qui m'ont tout donné et offert leur amour, soutient durant toutes mes études .rabi yahfadhom.

A mes frères

A mon cher binôme **Nour**

A mes meilleurs amis : **Ahlem, Ahlem, Imane, Nour, Kenza, Soumia et Rima.**

A mes familles **Bennaceur.**

A mon encadreur M^{elle} **Ahlem GUETTOUCHI.**

A tous mes enseignants

Enfin, je dédie ce travail à tous mes collègues et mes amis de la spécialité biotechnologie végétale.

A tous ceux que j'aime et que je respecte.

warda



Dédicace

Tout d'abord, je remercie Allah, Tout-puissant, Sa Majesté, et sanctifie son nom, dans sa main tous les bons avec sa miséricorde J'ai achevé ce travail et je remercie et je dédie le à mon cher père **Rachid** qui m'a soutenu et encouragé à chaque instant et ma chère mère **Zineb** pour ses sacrifices et ses prières.

A mon cher binôme **Warda**

A toute ma famille, mes amies sœurs, mes amis proches, **Mariam, Amina, Rahma** et mes chère **Iman, Warda, Ahlem, kanza et soumia.**

A ma chère enseignante **Ahlam GUETTOUCHI**, pour sa compréhension, sa patience et sa soutien.

A tous mes enseignants.

A tous mes collègues du classe zeme master de biotechnologie végétale surtout **Fatima ezzahra Nour el houda bouezgue**, et **Selma** pour les beaux souvenirs.

A tous ceux qui ont contribué de près et de loin à l'élaboration de cet humble travail.

Nour el houda

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Introduction..... 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

| | | |
|-------------|------------------------------------------------|----|
| I-1- | Historique..... | 2 |
| I- 2- | Taxonomie | 2 |
| I-3- | Description morphologique..... | 3 |
| I- 3-1- | L'appareil Végétatif..... | 3 |
| I- 3-1-1- | Système racinaire..... | 3 |
| I-3-1-1-1- | Zone I (racines respiratoires) | 4 |
| I- 3-1-1-2- | Zone II (racines de nutrition) | 4 |
| I- 3-1-1-3- | Zone III (racines d'absorption) | 4 |
| I-3-1-1-4- | Zone IV (racines du faisceau pivotant)..... | 4 |
| I-3-1-2- | La couronne..... | 5 |
| I- 3-1-3- | Le tronc ou stipe..... | 5 |
| I- 3-1-4- | Palmes..... | 6 |
| I- 3-2- | L'appareil de reproduction..... | 7 |
| I-3-2-1- | Les inflorescences | 7 |
| I-3-2-3- | Fruit | 8 |
| I-4- | Cycle de développement du palmier dattier..... | 10 |

| | | |
|--------|------------------------------------------------------------------|----|
| I-5- | Mode de multiplication..... | 11 |
| I-5-1- | Multiplication par voie sexuée..... | 11 |
| I-5-2- | La reproduction asexuée..... | 11 |
| I-5-3- | La multiplication <i>in vitro</i> | 12 |
| I-6- | Répartition géographique et production du palmier dattier | 12 |
| I-7- | Exigences écologiques d'un palmier dattier..... | 14 |
| I-8- | Les maladies du palmier dattier | 14 |
| I-8-1- | Le bayoud..... | 14 |
| I-8-2- | Le khamedj ou pourriture de l'inflorescence..... | 15 |
| I-8-3- | Les pourritures des fruits..... | 15 |
| I-8-4- | Le charbon de la datte..... | 15 |
| I-8-5- | Maladie à diplodia..... | 16 |
| I-8-6- | Le belaat ou pourriture du bourgeon a phyt. Ophthora..... | 16 |
| I-8-7- | La maladie des taches brunes..... | 16 |
| I-9- | L'intérêt économique et socio-économique de palmier dattier..... | 16 |

Chapitre II: La Cytogénétique végétale

| | | |
|-----------|------------------------------------------------|----|
| II-1- | Notion génétique..... | 18 |
| II-1-1- | La chromatine..... | 18 |
| II-1-1-1- | L'euchromatine (chromatine diffuse)..... | 19 |
| II-1-1-2- | L'hétérochromatine (chromatine condensée)..... | 19 |
| II-1-2- | Le chromosome..... | 20 |
| II-1-2-1- | Les types de chromosomes | 21 |

| | | |
|-----------------|------------------------------------------------------|----|
| II-1-3- | Le cycle cellulaire..... | 22 |
| II-1-3-1- | Différentes phases du cycle cellulaire | 22 |
| II-1-3-1-1- | L'interphase..... | 22 |
| II-1-3-1-2- | La Phase M (Mitose)..... | 25 |
| II-1-3-1-2-1- | Caryocinèse..... | 25 |
| II-1-3-1-2-1-1- | Prophase..... | 25 |
| II-1-3-1-2-1-2- | La prométaphase..... | 25 |
| II-3-1-2-1-3- | La métaphase..... | 25 |
| II-1-3-1-2-1-4- | L'anaphase..... | 25 |
| II-1-3-1-2-1-5- | La télophase | 26 |
| II-3-1-2-2- | La cytotédièrese..... | 26 |
| II-2- | Observation des chromosomes, techniques de base..... | 27 |
| II-2-1- | Le Prétraitement..... | 27 |
| II-2-2- | La Fixation..... | 27 |
| II-2-3- | Le stockage..... | 28 |
| II-2-4- | L'hydrolyse..... | 28 |
| II-2-5- | La Coloration..... | 28 |
| II-2-6- | Le Montage..... | 28 |
| II-2-7- | L'observation..... | 28 |
| II-2-8- | Etablissement de caryogrammes..... | 29 |

Chapitre III: Cytogénétique de palmier dattier

| | | |
|------------|----------------------------------------------------------|----|
| III-1- | Les variétés utilisées..... | 30 |
| III-2- | Germination..... | 30 |
| III-3- | Etude cytogénétique..... | 31 |
| III-3-1- | Prétraitements..... | 31 |
| III-3-2- | Fixations..... | 31 |
| III-3-3- | Hydrolyse..... | 31 |
| III-3-4- | Coloration..... | 32 |
| III-3-5- | Montage et observation..... | 33 |
| III-4- | Résultats et comparaison..... | 33 |
| III-4-1- | Germination des grains..... | 33 |
| III-4-2- | Contamination fongique..... | 35 |
| III-4-3- | Etude de la mitose et du dénombrement chromosomique..... | 36 |
| III-4-3-1- | Interphase | 41 |
| III-4-3-2- | Prophase | 41 |
| III-4-3-3- | Pré-métaphase..... | 42 |
| III-4-3-4- | Métaphase..... | 43 |
| III-4-3-5- | Anaphase..... | 44 |
| III-4-3-6- | Télophase..... | 45 |
| III-4-3-7- | Dénombrement chromosomique | 46 |
| | Conclusion..... | 49 |
| | Références bibliographiques | 51 |

Liste des figures

| | | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 01 | Schéma de la description morphologique du palmier dattier..... | 3 |
| Figure 02 | Les 4 zones racinaires du palmier dattier..... | 5 |
| Figure 03 | Feuilles ou palmes | 6 |
| Figure 04 | Inflorescence et fleurs du palmier dattier | 8 |
| Figure 05 | Le fruit du palmier dattier..... | 9 |
| Figure 06 | Stades de maturité du fruit du palmier dattier | 10 |
| Figure 07 | Schéma représente les états de chromatine..... | 19 |
| Figure 08 | Schéma représente les différentes étapes de la condensation de la molécule ADN..... | 20 |
| Figure 09 | Schéma représente un chromosome métaphasique..... | 21 |
| Figure 10 | Schéma représente les quatre types de chromosome selon la position du centromère..... | 22 |
| Figure 11 | Schéma représente les différentes phases du cycle cellulaire..... | 24 |
| Figure 12 | Photo réelle représente les différentes étapes de la division cellulaire..... | 26 |
| Figure 13 | Germination des graines de Palmier dattier <i>Phoenix dactylifera</i> L. var. Deglet-Nour..... | 33 |
| Figure 14 | Prise de photos de champignons chez deux variétés (A- <i>Aspergillus sp.</i> B- <i>Aspergillus sp.</i>) | 36 |
| Figure 15 | Micrographies des différentes phases de la mitose chez le palmier dattier <i>Phoenix dactylifera</i> L. var. Deglet-Nour obtenues par la technique de squasche..... | 37 |

| | | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 16 | Micrographies des différentes phases de la mitose chez le palmier dattier <i>Phoenix dactylifera</i> L. var. Deglet-Nour obtenues par la technique histocytogénétique..... | 38 |
| Figure 17 | Observation microscopique d'un apex racinaire de la variété Takerbouchte colorée au vert de méthyle à Gr x10..... | 39 |
| Figure 18 | Observation microscopique d'un apex racinaire de la variété Afki Ali coloré au Giemsa à Gr x 100..... | 39 |
| Figure 19 | observation microscopique d'un apex racinaire de la variété Takerbouchte coloré par orcéine acétique à Gr x 100..... | 40 |
| Figure 20 | Observation microscopique d'un apex racinaire de la variété Takerbouchte coloré au réactif de schiff à Gr x 100..... | 40 |
| Figure 21 | Stade inter-phasique des deux variétés étudiées. A : observation microscopique du stade inter phasique coloré par GiemsaAhartane Timimoune (400fois). B : observation microscopique du stade inter phasique coloré par GiemsaTantanout (1000 fois)..... | 41 |
| Figure 22 | Stade prophasique pour les deux variétés. Figure A : Observation microscopique du stade prophasique de la variété Afki Ali à Gr x 100. Figure B : Observation microscopique du stade prophasique de la variété Takerbouchte à Gr x100..... | 42 |
| Figure 23 | La stase prophasique pour les trois variétés étudiées .A :Observation microscopique du stade prophasique coloré par le Giemsa d'AH Timimoune (fois 400). B: Observation microscopique du stade prophasique coloré par le Giemsa d'AH d'In Salah (fois 400).C : Observation microscopique du stade prophasique coloré par le Giemsa de TA (fois 400)..... | 42 |
| Figure 24 | Stade Pré-métaphasique pour les trois variétés étudiées. A : Observation microscopique du stade pré-métaphasique coloré par vert de méthyle d'AH Timimoune (fois 400). B : Observation microscopique du stade pré-métaphasique coloré par le Giemsa d'Ahartane d'In Salah (fois 400). C : Observation microscopique du stade pré-métaphasique coloré par Giemsa de TA (fois 100)..... | 43 |
| Figure 25 | Stade métaphase de deux variétés étudiées Figure A : Observation microscopique du stade métaphase de la variété Afki Ali Gr x100. Figure B : Observation microscopique du stade métaphase de la variété Takerbouchte à Gr x100 | 44 |

| | | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 26 | Le stade métaphasique pour les trois variétés. A : Observation microscopique du stade métaphasique coloré par le Giemsa d'AH Timimoune (fois400). B : Observation microscopique du stade métaphasique coloré par le Giemsa d'AH d'In-Salah (fois400).C : Observation microscopique du stade métaphasique coloré par le Giemsa de TA (fois 400)..... | 44 |
| Figure 27 | Stade anaphase pour les deux variétés étudiées. Figure A: Observation microscopique du stade de la variété Afki Ali Gr x 100. Figure B : Observation microscopique du stade anaphase se la variété Takerbouchte à Gr x100..... | 45 |
| Figure 28 | Stade de la télophase pour les deux variétés. Figure A : Observation microscopique du stade télophase de la variété Afki Ali à Gr x 100. Figure B : Observation microscopique du stade télophase de la variété Takerbouchte à Gr x100..... | 46 |
| Figure 29 | Le Stade télophasique pour les trois variétés étudiées. A :Observation du stade télophasique coloré par le Giemsa d'AH Timimoune (fois 400). B : Observation au stade télophasique coloré par l'orcéine acétique d'AH d'In-Salah (fois 400).C : Observation du stade télophasique coloré par réactif de Schiff de TA (fois 400)..... | 46 |
| Figure 30 | Observation microscopique des chromosomes en stade métaphasique (dénombrement chromosomiques) à Gr x 100..... | 47 |

Liste des tableaux

| | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau N°01 | Cycle végétatif annuel du palmier dattier..... | 11 |
| Tableau N°02 | Moyenne de vitesse de germination de deux variétés (AF et TK)..... | 34 |
| Tableau N°03 | Moyenne vitesse de croissance de deux variétés dans condition contrôlée..... | 34 |
| Tableau N°04 | Moyenne de vitesse de croissance de trois variétés dans condition contrôlée..... | 35 |
| Tableau N°05 | Détermination du nombre chromosomique par cellule des variétés études..... | 47 |
| Tableau N°06 | Dénombrement chromosomique de la variété Ahartane d’In-Salah..... | 48 |



Introduction

Le Palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. est l'une des plus vieilles espèces végétales cultivées, 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**).

Dans le Sahara Algérien, le palmier dattier est cultivé dans les oasis situées au Sud du pays particulier au Nord de Sahara (**Hannachi et al., 1998**). Le palmier dattier joue un rôle protecteur contre le rayonnement solaire intense pour les cultures sous-jacentes (arbres fruitiers, cultures maraîchères et céréales). Par sa présence dans ces zones désertiques, les diverses formes de vies animales et végétales, indispensables pour le maintien et la survie des populations, sont possibles. Sur le plan socio-économique, il occupe une place de plus en plus importante dans L'économie nationale d'une part en tant que source de devises, et d'autre part, en assurant en partie la subsistance des sociétés agricoles traditionnelles du Sahara (**Aberlenc-Bertossi, 2010**).

La Cytogénétique fait le lien entre la cytologie et la génétique pour viser à établir le nombre chromosomique et Pour objet l'étude de la structure et du fonctionnement normal et pathologique des chromosomes (condensation, recombinaison, réparation, ségrégation, transmission) et de la chromatine (organisation Et rôle dans la régulation de l'expression des gènes). C'est aussi une des nombreuses disciplines Sur lesquelles s'appuie l'amélioration des plantes.

L'objectif principal de notre travail consiste de faire une comparaison entre trois méthodes utilisées pour le dénombrement chromosomique par une étude cytogénétique sur des variétés locale du Palmier dattier *Phoenix dactylifera* L.

Ce travail comprend trois chapitres : Nous présentons d'abord, après l'introduction générale, une synthèse bibliographique regroupant des généralités sur le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. Un deuxième chapitre présente la cytogénétique végétale, Un troisième chapitre comportant une comparaison entre trois études de cytogénétique et enfin, une conclusion résume les différents résultants obtenus.



Chapitre I: Analyse Bibliographique

I-1- Historique

Le palmier dattier a été dénommé « *Phoenix dactylifera* L. » par **Linné** en 1734, qui veut dire l'arbre du dattier "Phoenix" qui porte "Ferro" des fruits en forme de doigt "dactylos", comme le précise son nom, appartient à une grande famille d'arbres à palmes et produit des dattes. Le palmier-dattier est aussi date palm en anglais, nakhil ou tamar en arabe, en afar et en somali (**Peyron, 2000**).

Quelle que soit son origine, il était cultivé dans les zones arides et semi-arides de l'ancien monde avant de se propager accidentellement ou volontairement vers le Nord de la Mésopotamie, vers la Libye, l'Algérie et le Maroc. Enfin, des missionnaires ont introduit le palmier en Amérique Latine ainsi que dans le Sud des Etats-Unis (Californie, Arizona). (**Reynes, 1997**).

Le palmier dattier en Algérie est établi en plusieurs oasis réparties sur le Sud du pays où le climat est chaud et sec (zone saharienne). Sa culture s'étend depuis la frontière Marocaine l'ouest jusqu'à la frontière tuniso-libyenne à l'est et depuis l'Atlas Saharien au nord jusqu'à Regagne (sud-ouest), Tamanrasset (centre) et Djanet (sud-est) (**Munier, 1974**).

I- 2-Taxonomie

Le genre Phoenix appartient à la famille des Arécaceae (anciennement Palmacée), de l'ordre des Arécales. La famille des palmiers est l'une des plus importantes des monocotylédones et une des plus anciennes des angiospermes (**Dransfield et al., 2008**). Il est représenté par 200 genres et 2700 espèces réparties en six sous familles, la sous familles coryphoideae elle-même subdivise en trois tribus (**Riedacker, 1990**)

La classification botanique du palmier dattier donnée par (**Mark, 2006**) est la suivante:

- Embranchement : Phanérogames
- Sous embranchement : Angiospermes
- Groupe : Monocotylédones
- Ordre : Palmales
- Famille : Arecaceae
- Genre : *Phoenix*
- Espèce : *Phoenix dactylifera* L.

I-3- Description morphologique (*Phoenix dactylifera L.*)

Le palmier dattier est une monocotylédone arborescente considérée comme une herbe géante pour ses caractéristiques morphologiques et dioïque son tronc (ou stipe) apparemment monopodique, peut mesurer jusqu'à 30 mètres, et contient de nombreux faisceaux libéro-ligneux, très enchevêtrés dont on ne peut suivre le parcours (Arib, 1998), le stipe portant une couronne de feuille (palme). L'espèce est dioïque et porte des inflorescences mâles ou femelles. Des inflorescences de même sexe (le pied mâle appelé localement "Dokkar" et le pied femelle "Nakhla". Ces palmiers appelés «Fous» sont stériles, ils sont éliminés normalement des plantations (Amorsi, 1975).

La figure suivante représente des différentes parties d'un palmier dattier adulte (Figure 01). (Munier, 1973).

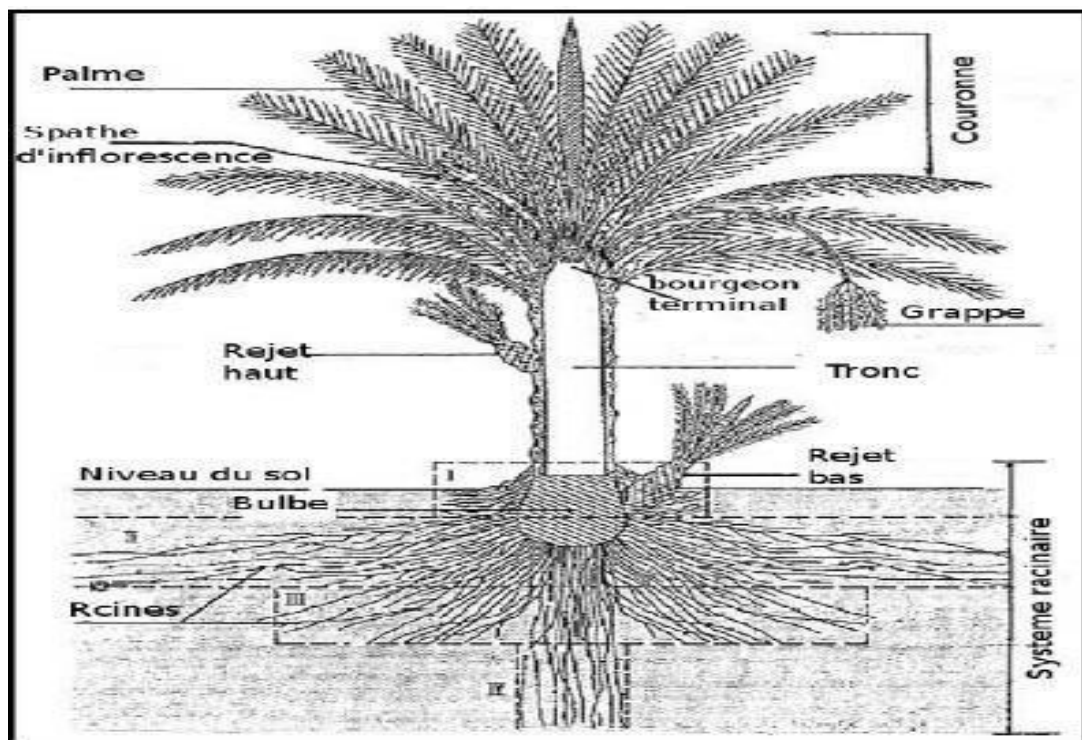


Figure 01: Schéma de la description morphologique du palmier dattier (Munier, 1973).

I- 3-1- l'appareil végétative

I- 3-1-1-Système racinaire

Le système racinaire du palmier dattier est de type fasciculé (Djerbi, 1994) comme chez presque la totalité de monocotylédones. Parfois ramifié avec beaucoup ou peu de radicelles, selon qu'elles se trouvent ou non au contact d'amendements humiques. (Peyron, 2000), avec

le bulbe ou le plateau racinal volumineux émergeant en partie au-dessus du sol. **Munier (1973) puis Oihabi (1991)** distinguent quatre zones du sol (I, II, III et IV) occupées par les racines. Leur nombre équivaut généralement, à celui des vaisseaux. Le développement et l'importance du système racinaire (quantité, densité, longueur...) dépendent du mode et du système de culture, des caractéristiques physico-chimiques et agronomiques du sol, de la profondeur de la nappe phréatique et probablement du cultivar et du système de la culture (**Sedra, 2003**) (Figure 02).

I-3-1-1-1-Zone I (racines respiratoires)

Les racines respiratoires sont localisées au pied du palmier dattier, comportant de nombreuses racines adventives aériennes qui se développent à partir de la région basale du stipe, trouvées à la base du tronc et ne dépassant pas 0,2 à 0,25m de profondeur. La plupart de ces racines ont un géotropisme négatif et jouent un rôle respiratoire grâce à la présence de nombreux méats aérifères ou lenticelles qui permettent les échanges gazeux avec l'air de l'atmosphère du sol (**Munier, 1973**).

I- 3-1-1-2-Zone II (racines de nutrition)

Les racines de nutrition se développent dans un horizon, allant de 0,20 m jusqu'à 1,20 m, Elles sont pourvues de nombreuses radicules et constituent la plus forte proportion du système racinaire (**Munier, 1973**). Les racines de nutrition présentent une faible inclinaison au fur et à mesure de l'éloignement du stipe (**Oihabi, 1991 in Djerbi, 1994**).

I- 3-1-1-3-Zone III (racines d'absorption)

Les racines d'absorption ont pour fonction de chercher l'eau, II est plus ou moins importante selon le mode de culture et la profondeur du niveau phréatique (**Peyron, 2000**).

I- 3-1-1-4-Zone IV (racines du faisceau pivotant)

Le pivot de racines d'absorption est quasi inexistant si la conduite de culture permet une absorption suffisante au niveau des racines de nutrition et d'absorption. Il est réduit si la nappe phréatique se trouve à faible profondeur. Mais, si nécessaire, ce véritable pivot de racines peut atteindre l'eau jusqu'à une profondeur de 17 mètres (**Peyron, 2000**).

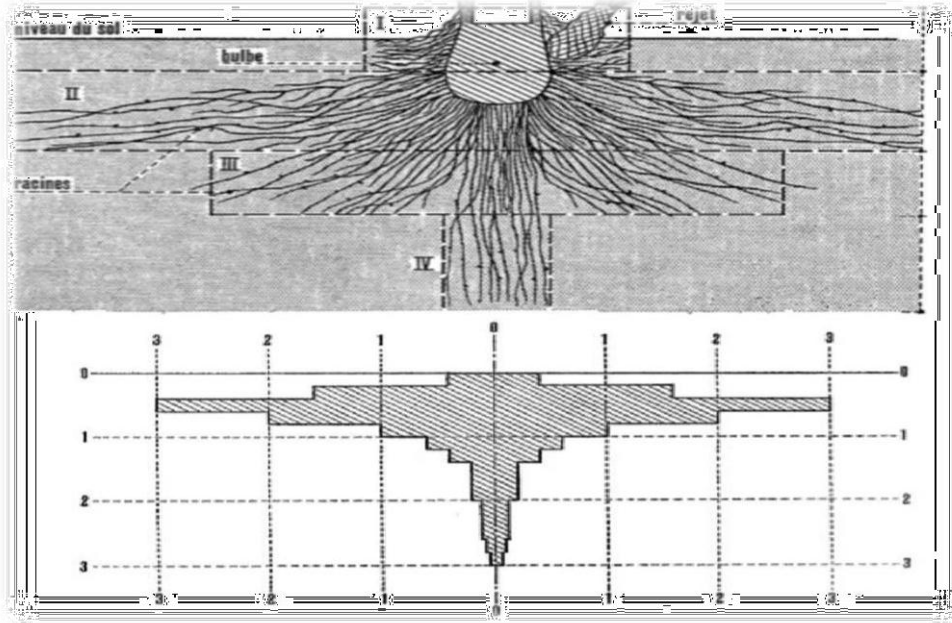


Figure 02 : Les 4 zones racinaires du palmier dattier (Munier, 1973).

I-3-1-2- La couronne

L'ensemble des palmes vertes forme la couronne du palmier. On dénombre de 50 à 200 palmes chez un arbre adulte (Peyron, 2000).

Selon Marchal, (1984) ; on distingue :

- **La couronne basale** : avec les palmes âgées
- **La couronne centrale** : avec les palmes adultes
- **Les palmes du cœur** : avec les palmes non ouvertes et les palmes n'ayant pas encore atteint leurs tailles définitives

I- 3-1-3-Le Tronc ou Stipe

Le tronc ou stipe est cylindrique, non ramifié, lignifié et de couleur marron-brun (Aberlenc-Bertossi, 2010). Son élancement s'effectue dans sa partie coronaire par le bourgeon terminal ou phyllophore (Munier, 1973).

En général, les palmiers dattiers mâles croissent plus rapidement que les palmiers femelles (Oudejans, 1969). Sa hauteur peut atteindre plus de 30 mètres (Sedra, 2003) .Elle est variable de 30 à 45 cm par an (Boucetta, 1995).

Il peut présenter des zones de rétrécissement qui résultent de défauts de nutrition ayant entraîné le développement anormal du phyllophore. Les rétrécissements correspondent à des périodes de sécheresse ou accidents divers (Djerbi, 1994). Le diamètre du stipe dépend des

facteurs écologiques et de la conduite. Il mesure environ 40 à 90 cm (**Hussein et al., 1979**). Le stipe des jeunes palmiers est recouvert par le fibrillium "Lif" qui ne persiste à l'état adulte que dans la partie coronaire. Le stipe peut donner naissance à des ramifications dans le cas où il développe des gourmands ou rejets aériens "Rkebs" (**Djerbi, 1994**).

I- 3-1-4-Palmes

La partie coronaire du palmier dattier est constituée de feuilles appelées palmes, en arabe «djerid», Sont des feuilles composées, pennées, longues de plus de 6m (**Aberlanc-Bertossi, 2010**). Leurs folioles sont régulièrement dispersées en position oblique le long du rachis, isolées ou groupées, pliées longitudinalement en gouttière, les segments inférieures sont transformés en épines, les premières folioles situées au-dessus des épines sont plus longues que celles situées à l'extrémité supérieures de la palme, le rachis s'élargit pour former le pétiole qui s'insère sur le tronc (Figure 03). (**Munier, 1973**). Il apparaît entre 10 à 20 et jusqu'à 30 palmes par an et leur croissance est basale (**Marchal, 1984**). Qui demeurent en activité pendant plusieurs 4 à 7 années d'activité, selon la variété et le mode cultural (**Peyron, 2000**), l'aisselle de chaque palme se trouve un bourgeon axillaire qui peut se développer pour donner naissance à une inflorescence ou un gourmand (**Bouguedoura, 1979**). En général, le palmier dattier peut porter 50 à 150 palmes actives (**Djerbi, 1994**). Un palmier adulte, en bon état, peut avoir entre 100 à 125 palmes actives (**Mason, 1915**).

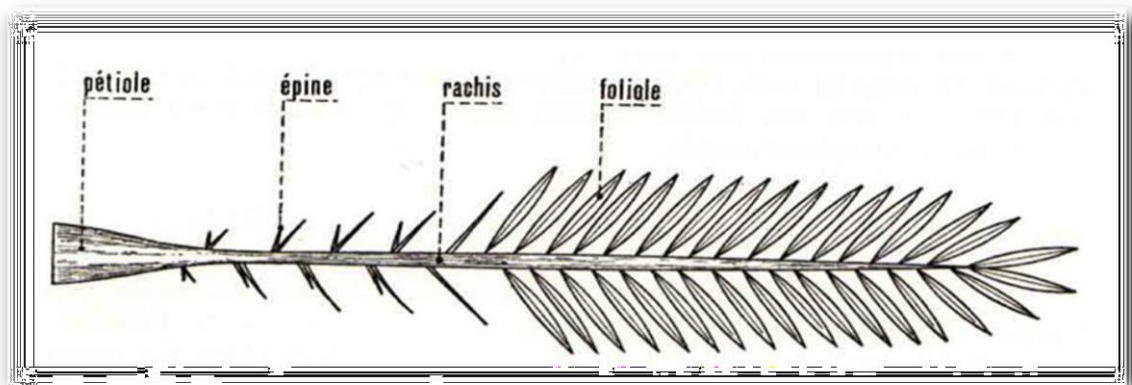


Figure 03 : Feuilles ou Palmes (**Munier, 1973**).

I- 3-2- L'Appareil de reproduction

D'après **Peyron, (2000)**, toutes les espèces du genre Phoenix, et donc le palmier dattier, sont des arbres dioïques. Les sexes étant séparés, il existe donc des pieds mâles ou Dokkar produisant du pollen et des pieds femelles produisant des fruits «les dattes».

I-3-2-1- Les inflorescences

Le Palmier dattier est une plante dioïque. Les organes de reproduction sont composés d'inflorescences mâles ou femelles portées par des palmiers différents. Les spathes ont une forme de grappes d'épis protégés par une bractée ligneuse close et fusiforme. Elles sont de couleur vert-jaunâtre et sont formées à partir de bourgeons développés à l'aisselle des palmes (**Sedra, 2003**).

Les spathes sont de forme allongée, celles des inflorescences mâles sont plus courtes et plus renflées, avec une légère dépression dans leur partie supérieure (**Munier, 1973**).

L'inflorescence femelle est plus longue et porte moins d'épillets que l'inflorescence mâle qui est donc plus trapue et porte beaucoup plus d'épillets et de fleurs par épillet. Il est de même pour leur spathe qui répond à la même caractéristique de différenciation (**Zango, 2016**).

Les fleurs du dattier sont unisexuées, pratiquement sessiles, à pédoncule très court. Elles sont portées par des pédicelles rassemblés en épi composé appelé spadice. Ce dernier est enveloppé dans une bractée appelée spathe, elle s'ouvre d'elle-même suivant la ligne médiane du dos (**Djerbi, 1994**).

La fleur femelle est globulaire, d'un diamètre de 3 à 4 mm; elle est constituée d'un calice court, de trois sépales soudés et d'une corolle, formée de trois pétales ovales et de six étamines avortées ou staminodes. Le gynécée comprend trois carpelles, indépendants à un seul ovule anatrope. Au moment de la pollinisation, un seul ovule est fécondé, ce qui aboutit au développement d'un seul carpelle qui, à son tour, évolue pour donner à maturité, le fruit appelé datte. Les autres ovules avortent et tombent après la pollinisation (Figure 04).

La fleur mâle a une forme légèrement allongée et est constituée d'un calice court, de trois sépales soudés et d'une corolle formée de trois pétales et de six étamines. Les fleurs mâles sont généralement, de couleur blanche crème, à odeur caractéristique de pâte de pain (**Sedra, 2003**).

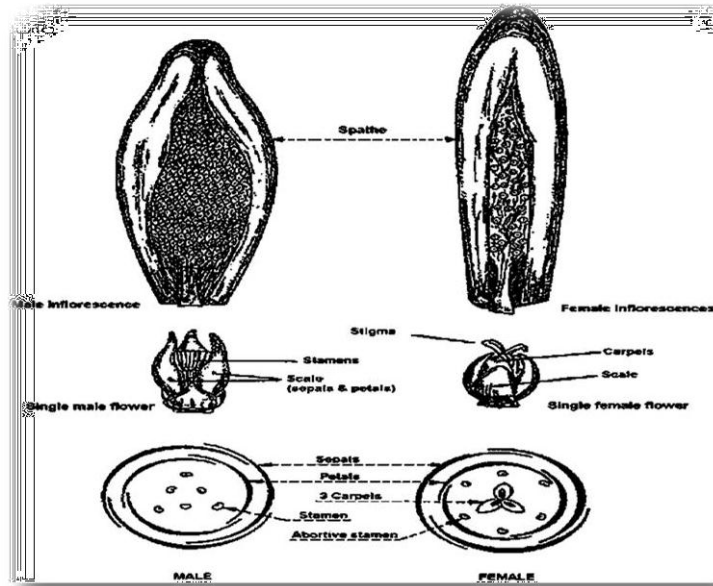


Figure 04 : Inflorescence et fleurs du palmier dattier (Munier, 1973).

I-3-2-3-Fruit

Le fruit est une baie contenant une graine appelée communément, 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). Il est généralement, cylindrique oblongue et très polymorphe (Pereau-Lore, 1958).

Contenant un seul grain appelé noyau, la partie comestible de la datte dite chair ou pulpe, est constituée d'un :

- Péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau;
- Mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue;
- Endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane Parcheminée entourant le noyau (Figure 05). (Espiard, 2002).

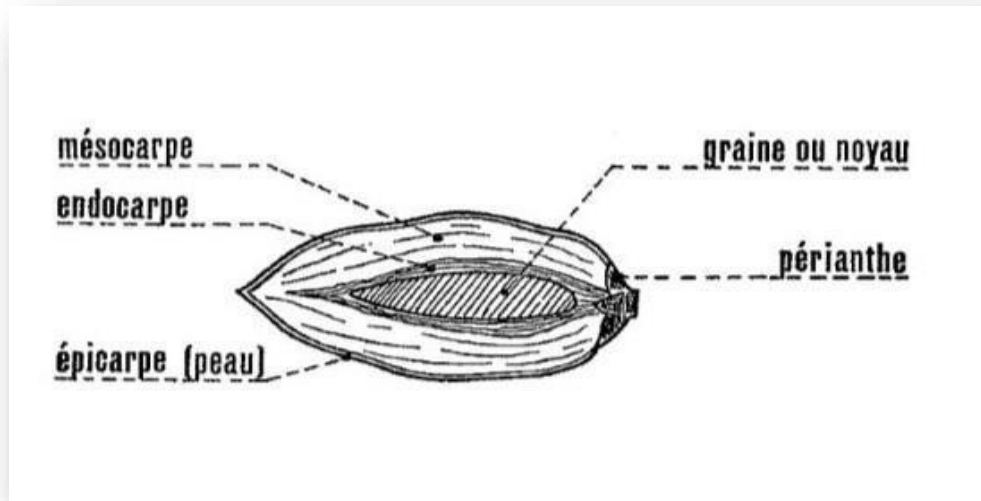


Figure 05 : Le fruit du palmier dattier (Munier, 1973).

Le poids, la dimension, la forme, la couleur et la consistance de la datte à maturation, issue de fécondation, varient selon les cultivars et les conditions de culture. La datte peut être molle, demi-molle, demi-sèche et sèche (Djerbi, 1994). En effet, cinq stades d'évolution du fruit sont connus et prennent des appellations locales différentes en fonction des pays et des régions, L'évolution des fruits peut durer 100 à 250 jours en fonction des variétés et des conditions du milieu (Sedra, 2003). Les stades de maturation d'un fruit de palmier dattier (datte) sont comme suit (Figure 06) :

➤ **Stade LOULOU ou HABABOUK** : démarre peu de temps après la fécondation et se poursuit jusqu'au il dure 4 à 5 semaines. La datte est de couleur variable, blanc verdâtre à jaunâtre (Munier, 1973). Il est caractérisé par la perte de deux carpelles non fécondés et un taux de croissance très lente ; le fruit à ce stade est immature et est complètement recouvert par le calice où seule l'extrémité pointue de l'ovaire est visible son poids moyen est de un gramme et la taille est environ celle d'un petit pois (Zango, 2016).

➤ **Stade KHALAL ou KIMRI** : il est le stade le plus long. La datte atteint sa longueur et son poids maximums et elle devient de couleur vert vif et de goût âpre (Munier, 1973).

➤ **Stade BSER ou KHALAL** : il dure 3 à 5 semaines. Le poids de la datte à ce stade présente une évolution lente et son goût est sucré (Hussein et al., 1979).

➤ **Stade MARTOUBA ou ROUTAB** : fruit devient rouge ou jaune selon les variétés ; à ce stade la graine a atteint sa forme finale et pourrait d'ores et déjà germer ; la quantité de sucre augmente tandis que la quantité d'eau et du tanin diminuent (El Houmaizi,

2002) ; C'est le stade de maturation, la datte devient molle, le saccharose s'invertit dans les dattes dites "à sucres réducteurs". Au cours de l'amollissement de la datte, tout ce qui reste des tanins précipite sous la peau, le fruit perd alors toute l'astringence qu'il avait au stade Khalal.) (Reynes, 1997).

➤ **Stade TMAR** : c'est le stade final de la maturation de la datte où elle perd une quantité importante d'eau (Dowson et Aten, 1963).

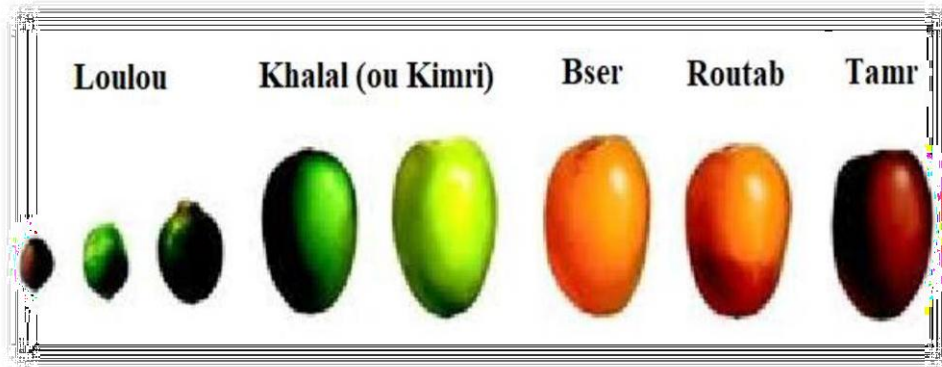


Figure 06 : Stades de maturité du fruit du palmier dattier (Peyron, 2000).

I-4-Cycle de développement du palmier dattier

Ce cycle biologique du palmier permet aux agriculteurs d'une part, d'intervenir aux moments opportuns, pour améliorer la production dattier par les pratiques et les soins culturaux recommandés dans ce document et d'autre part, de mieux gérer leurs vergers phoénicoles (Sedra, 2003).

Selon Belguedj (2002) le cycle de développement de datte passe généralement par quatre phases :

- Phase I jeune: croissance et développement (5-7 ans).
- Phase II juvénile: période d'entrée en production (30 ans).
- Phase adulte III: début décroissance de production (60 ans).
- Phase de sénescence IV: Chute de la production (80ans et plus).

Dans le tableau 01, nous présentons le cycle végétatif annuel du palmier dattier.

Tableau N°01: Cycle végétatif annuel du palmier dattier (source : Belguedj, 2002).

| Stades et période | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Apparition des spathes (floraison) | | | | | | | | | | | | |
| Croissance des spathes | | | | | | | | | | | | |
| Ouverture des spathes | | | | | | | | | | | | |
| Nouaison | | | | | | | | | | | | |
| Grossissement des fruits | | | | | | | | | | | | |
| Pré-maturation (bser) | | | | | | | | | | | | |
| Maturation (tamar) | | | | | | | | | | | | |
| Récolte | | | | | | | | | | | | |
| Repos végétative | | | | | | | | | | | | |

I-5-Mode de multiplication

I-5-1- Multiplication par voie sexuée

❖ Par semis

Le palmier dattier est une plante dioïque très hétérozygote, La multiplication par voie sexuée consiste à semer les graines. Cette méthode est la plus anciennement utilisée par les phoeniculteurs, l'individu issu d'une graine ne produira que dans de rares cas (4%) des fruits possédant des qualités organoleptiques équivalentes ou supérieures à celles de sa mère (Peyron, 2000). les graines semées donnent approximativement 50% de mâles et 50% de femelles, étant donné que seules es femelles produisent des dattes, cette méthode de propagation apparaît donc peu rentable. Ce type de reproduction est donc utilisé dans de rares cas pour créer de nouveaux phénotypes ou survient de manière accidentelle lorsque des noyaux jetés ou des fruits non ramassés se développent (Zango, 2016).

I-5-2- La reproduction asexuée

❖ Par rejets

C'est la voie de propagation de rejets, également appelé propagation asexuée ou végétative la plus utilisée pour la création de nouvelles palmeraies qui s'effectue par la plantation de rejets développés à la base du stipe, après leur sevrage du pied mère (El Houmaizi, 2002). Cette voie garantit la conformité des caractères du pied mère et par conséquent les qualités organoleptiques du fruit (Drummond, 1919) Un rejet étant un clone du pied dont il est issu, la qualité de ses datteséquivaut théoriquement à celle du pied mère, La propagation végétative

présente cependant certaines limites (20 à 30 maximum) au début de la vie du palmier (10 à 15 ans après plantation) (Zaid, 2002). Néanmoins, le palmier dattier ne produit qu'un nombre limité de rejets au cours de sa vie en moyenne 20 à 40 rejets selon les cultivars (Toutain et Rhiss, 1973 in El Houmaizi, 2002). La production est très limitée chez de nombreuses variétés et se concentre lors de la phase juvénile de la plante. De plus, des mutations somatiques peuvent survenir et donc engendrer des propriétés nouvelles, non recherchées par l'agriculteur. Enfin, cette méthode peut aussi présenter le risque d'introduction de certaines maladies en important des rejets déjà infesté (Zango, 2016).

I-5-3- La multiplication *in vitro*

La propagation végétative *in vitro* a ouvert la voie à une autre modalité de multiplication des meilleurs cultivars performants ; fonde sur les techniques de culture des tissus, constitue sans doute le moyen le plus prometteur pour la réhabilitation des palmeraies marocaines dévastées via une multiplication à grande échelle de l'espèce. Deux méthodes de micro propagation ont été adoptées, l'organogenèse et l'embryogenèse somatique (Aberlanc-Bertossi, 2010). L'organogénèse qui repose sur les capacités de bourgeonnement de plusieurs types d'explants (Bougedoura, 1991). Et l'embryogénèse somatique qui vise à différencier des cellules somatiques afin de permettre la formation d'embryons (Zango, 2016).

En plus de son intérêt dans l'amélioration génétique, cette nouvelle technologie est indispensable pour Multiplier en masse des plants des variétés désirées ; Multiplier les clones sélectionnés de hautes performances agronomiques qui ne sont représentés que par quelques spécimens, en vue de repeupler les palmeraies dévastées par le Bayoud dans un délai raisonnable, de restructurer les palmeraies traditionnelles et enfin de créer de nouvelles oasis , Produire des plants indemnes de maladies....(Sedra, 2003).

I-6- Répartition géographique et production du palmier dattier

❖ Dans le monde

Le palmier dattier est une plante bien adaptée aux climats sahariens chauds et secs. En raison de sa grande variabilité, il possède de larges facultés d'adaptation. Il faut noter aussi, que la culture est très intensifiée dans le bassin méditerranéen et surtout en Afrique du Nord et dans les pays arabes du golfe, la frange méridionale du Proche Orient depuis le Sud-est de l'Iran jusqu'à la côte atlantique de l'Afrique du Nord à l'Ouest mais aussi en Russie et en

Afrique du Sud, entre les altitudes 15° et 35° Nord. L'Espagne reste le seul pays d'Europe à produire des dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche, située à l'Ouest d'Alicante à 39° Nord (**Munier, 1973**). Il est trouvé aux USA, le palmier dattier fut introduit au XVIII^{ème} siècle ; sa culture n'a débuté que les années 1900 avec l'importation des variétés irakienne ; le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine, et en Australie (**Matallah, 2004**). La production mondiale de dattes est estimée à près de 8 millions de tonnes en 2011. Avec plus de 18% de la production, l'Égypte est le premier pays producteur et bien développée de dattes au monde (**Zango, 2016**).

❖ En Algérie

L'Algérie est un pays phoenicicole classé au sixième rang mondial et au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues de culture avec 160 000 ha et plus de 2 millions de jardins et sa production annuelle moyenne de dattes de 500 000 tonnes. Le palmier dattier en Algérie est établi en plusieurs oasis réparties sur le Sud du pays où le climat est chaud et sec. Sa culture s'étend depuis la frontière Marocaine à l'ouest jusqu'à la Frontière tuniso-libyenne à l'est et depuis l'Atlas Saharien au nord jusqu'à Reghaïa (sud-ouest), Tamanrasset (centre) et Djanet (sud-est). Près d'un millier de cultivars a été inventorié et les trois régions principales de culture se distinguent sur le plan de la diversité génétique. À cette catégorie, il faut ajouter un grand nombre de pieds francs ou « Khats » qui poussent au hasard dans les oasis et qui représentent une source appréciable pour de nouvelles sélections de cultivars appréciables pour leur datte et pour leur résistance au bayoud (**Aberlanc -Bertossi, 2010**).

La distribution des cultivars principaux montre une répartition est-ouest très marquée. Une cinquantaine de cultivars se retrouvent dans deux ou trois régions mais la majorité des cultivars reste endémique à leur région ou à leur zone d'origine.

À l'est, le cultivar Réglet Nour, dont les dattes sont destinées à l'exportation vers les pays du Nord, continue à prendre de l'ampleur et frôle aujourd'hui les 50 % de la population des palmiers dattiers plantés. Les cultivars produisant des dattes sèches (Dégela Beida, Tinnaser) sont exportés vers les pays d'Afrique subsaharienne. Parfois, les dattes comme celles du cultivar Hmira sont exportées vers la Russie ou la Chine. Parmi les cultivars émergents, Tafezwin est exportable vers les pays d'Amérique du Sud, Bentqbal, en mode congelé, est très renommé sur le marché local à Ghardaïa (est). Agaz, datte primeur produite au Tidikelt (ouest), se commercialise bien sur les marchés de Ouargla et de Ghardaïa (**Aberlanc-Bertossi, 2010**).

I-7- Exigences écologiques d'un palmier dattier

Le palmier dattier exige toutefois certaines conditions bien définies de température, d'humidité, eau, de lumière et de vent... Bien qu'originaire des pays chauds et humides, cette espèce offre de larges possibilités d'adaptation, en raison de sa grande variabilité (**Munier, 1973**). Le palmier dattier est une espèce thermophile. Son activité végétative se manifeste à partir de 7 à 10°C, Le zéro de végétation est généralement estimé 10°C. Selon les individus, les cultivars et les conditions climatiques. L'intensité maximale de végétation du palmier dattier est atteinte au voisinage de 30°C et décroît entre 38 à 40°C, Les températures basses retardent l'éclatement des spathes et les températures élevées hâtent leur sortie, ceci crée des échecs de fécondation. Les changements brusques du climat peuvent entraîner de graves perturbations sur le cycle de la floraison (**Peyron, 2000**).

Le palmier dattier est une espèce héliophile, il est cultivé dans les régions à forte luminosité, la lumière est nécessaire pour la photosynthèse et la maturité des dattes mais elle ralentit et arrête les croissances des organes végétatifs (**Munier, 1973**). Le palmier dattier est sensible à l'humidité de l'air. Une forte humidité favorise les attaques cryptogamiques provoquant la pourriture des inflorescences, et gêne la pollinisation en déclenchant la germination du pollen (**Benabdallah, 1990**). Le palmier dattier est localisé dans les zones arides et semi-arides chaudes, possédant des ressources importantes en eau, il est une grande tolérance à la salinité des eaux d'irrigation apportées par submersion, les vents fréquents n'affectent pas le développement des palmiers dattiers, mais ils ont des effets néfastes sur l'agro-système oasien. Ils sont d'ordre mécanique traumatisant et desséchant, en cas de vents chauds (**Djerbi, 1994**). Le palmier dattier est peu exigeant en sols, à condition qu'il soit perméable et non compact. Il peut se développer dans différents types de sols des régions arides et semi-arides chaudes. Les sols des palmeraies varient selon les régions (**Daddi Bouhoun, 2010**).

I-8- Les maladies du palmier dattier

I-8-1-Le Bayoud

Le Bayoud est une maladie vasculaire du palmier dattier provoquée par le champignon *Fusarium oxysporum* f. sp. *Albe Denis*, identifiée et dénommée au Maroc par Malencon. Les palmiers attaqués sont inexorablement voués à la mort (Achoura, 2013). Les symptômes externes sont connus: sur un arbre à l'origine sain, une palme de la couronne moyenne se dessèche et blanchit d'où le nom arabe de « Bayoud » dérivant d'Abiod = Blanc ; les folioles

se dessèchent de bas en haut et se replient vers le rachis. La palme prend l'aspect caractéristique d'une plume mouillée. Les palmes voisines sont atteintes à leurs tours et la totalité du bourgeon terminal finit par se dessécher, entraînant la mort de l'arbre, dans des délais qui peuvent varier de quelques semaines à plusieurs mois.

Il pénètre dans la plante et migre dans les vaisseaux libéro-ligneux. Il se maintient très longtemps dans les palmiers Bayoudés, même morts. Il n'y a pas de traitement curatif, **(Bounaga et Djerbi, 1990)**.

I-8-2-Le Khamedj ou pourriture de l'inflorescence

La pourriture des inflorescences appelée < Khamedj > est provoquée par un champignon : *Mauginiella scaettae* Clv. Elle n'apparaît, la plupart du temps, qu'au moment de l'éclatement de la spathe. Quand inflorescence est très parasitée, il s'écoule de l'enveloppe un liquide brunâtre. Le champignon attaque les inflorescences deux sexes mais semble faire plus de dégâts chez les mâles, peut-être parce que ces arbres sont moins bien soignés que les palmiers femelles **(Toutain, 1967)**. La lutte consiste d'abord à entretenir les palmeraies et les palmiers (après destruction par le feu des inflorescences atteintes) et au traitement des palmiers à l'aide de divers fongicides. Il semble que certaines variétés soient plus sensibles au Khamedj que d'autres **(Bounaga et Djerbi, 1990)**.

I-8-3-Les pourritures des fruits

Durant les années humides au cours de la maturation, différentes pourritures peuvent serencontrer : de nombreux champignons ont été incriminés *Alternaria*, *Sfernphyliurn*, *Helminthosporiurn*, *Penicillium* et *Aspergillus*. Les moyens de lutte sont difficiles et essentiellement préventifs : protections des régimes par ensachage, limitation des régimes et ciselage. **(Bounaga et Djerbi, 1990)**.

I-8-4-Le charbon de la datte

Le charbon de la datte est une affection occasionnée par des champignons *Aspergillus* du groupe niger en particulier *Aspergillus phoenicis* (Cnl.) Tsolt. Les dattes altérées présentent un aspect moins brillant que le fruit sain ; l'épiderme est rarement rompu mais lorsqu'il y a crevasse, celle-ci laisse apparaître une petite cavité tapissée d'un feutrage mycélien blanchâtre et remplie d'une masse noire pulvérulente formée par les têtes conidiennes et les conidies du parasite. Cette masse charbonneuse est habituellement localisée

autour du noyau dont la pulpe détachée est plus ou moins altérée. Les fruits sont alors dépréciés et impropres à la consommation humaine (Toutain, 1967).

I-8-5-Maladie à Diplodia

Elle est provoquée par un champignon : *Diplodia phoenicwn*, qui se développe sur les palmes, surtout celles des rejets. Ce champignon provoque la décomposition des étiole et des gaines d'où la formation de stries ternes brun-jaunâtre, larges à la base et s'amincissant vers le sommet des palmes. Il entraîne un dessèchement prématuré des feuilles du palmier dattier atteintes et peut provoquer la mort des rejets. Pour lutter contre cette maladie, il est préconisé de traiter les djebar infestés à l'aide d'un produit à base de sels de cuivre, après avoir supprimé et brûlé les feuilles malades (Toutain, 1967).

I-8-6-Le belaat ou pourriture du bourgeon à phytophthora

C'est une maladie peu fréquente, surtout signalée en Afrique du Nord. Elle est souvent liée à de mauvaises conditions de drainage. Elle est due à un Phycomycète, champignon à thalle siphonné de des Péronosporales. La maladie se caractérise par un blanchissement des palmes du cœur et par une pourriture humide à progression rapide. Les traitements cupriques et le manèbe ont donné des résultats intéressants (Bounaga et Djerbi, 1990).

I-8-7-La maladie des taches brunes

Cette maladie se caractérise par l'apparition de taches de couleur brun foncé, disposées irrégulièrement sur le rachis, les folioles et les épines. Elle est causée par un champignon *Mycosphaerella tassiana* et la famille de *Mycosphaerellaceae* dont forme imparfaite est *Cladosporium herbarum* (Sedra, 2003).

I-9-l'intérêt économique et socio-économique de palmier dattier

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. est « l'arbre » fruitier par excellence du désert où il constitue le pivot de l'agriculture oasienne caractérisée par une stratification et une association de plusieurs cultures sous-jacentes. Aussi, le dattier présente l'immense bénéfice de lutter contre la désertification par l'interception du rayonnement solaire intense et la mise en place d'un « barrage vert et productif », l'oasis. La présence de cet « arbre » fruitier dans ces zones lui confère un rôle écologique indéniable en y limitant la progression des espaces steppiques et l'ensablement des terres agricoles. Dans le milieu oasien, la culture du palmier

dattier revêt une importance socio-économique certaine permettant la subsistance de nombreuses familles dont les moyens d'existence reposent sur les produits générés directement et indirectement par cet arbre fruitier.

Les dattes sont des fruits hautement énergétiques riches en hydrate de carbone, en éléments minéraux et en vitamines en plus d'un grand pouvoir antioxydant attribué à leur richesse en composés phénoliques. Ceci permet de classer la datte parmi les fruits les plus chers au monde faisant ainsi de la phoeniciculture un des secteurs les plus rémunérateurs. À titre indicatif, une plantation qui s'étend sur un hectare peut comporter 100 pieds de palmier dont chacun peut produire jusqu'à 100 kg de dattes au cours d'une seule récolte. Dans ce cas, le bénéfice du phoeniciculteur peut être de 1 200 000 DH annuellement pour des variétés de dattes de première qualité (Mejhoul), et de 200 000 DH pour des variétés de qualité moindre telles que la variété Bousthami noir. Ce calcul, aussi simplifié soit-il, reflète toute l'importance économique du secteur dattier en tant que principale culture de rente dans les palmeraies.

En effet, le palmier dattier est cultivé essentiellement pour ses dattes qui représentent la base de l'alimentation des populations oasiennes et la composante vitale dans les oasis compte tenu de leur importance nutritionnelle et économique (**Aberlenc-Bertossi, 2010**).



Chapitre II: La cytogénétique végétale

La cytogénétique fait le lien entre la cytologie et la génétique. Les premiers travaux chez les végétaux ont débuté au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle mais c'est surtout à partir de 1920 que la cytogénétique s'est développée et son importance n'a cessé de croître par la suite. La cytogénétique est d'abord une science d'investigation. Elle a activement contribué à la compréhension des mécanismes héréditaires et la nouvelle classification du monde végétale (taxonomie et phylogénie). Elle participe à: La connaissance du nombre de chromosomes matériel végétal utilisé, l'établissement des cartes génétiques, L'exploitation de la variabilité intra spécifique, interspécifique ou induite et l'amélioration des plantes (**Jahier et al., 1992**).

La cytogénétique est l'une de nombreuses disciplines sur lesquelles s'appuie l'amélioration des plantes. Elle participe à la connaissance du matériel végétal utilisé (Nombre de chromosomes, polyploïdie) et l'exploitation de la variabilité intraspécifique (**Jahier et al., 1992**).

Les études caryologiques jouent un rôle prépondérant dans les recherches biosystématiques en vue de la compréhension des relations phylogénétiques (**Stebbins, 1971; Grant, 1986**). Mais, leur développement est lié à l'évolution des techniques de marquages des chromosomes. Les techniques classiques, qui permettent une vision morphologique de la cellule en métaphase, ont rendu possible le dénombrement des chromosomes et l'établissement de caryotypes (**Darlington et Lacour, 1940**).

Le dénombrement chromosomique joue un rôle important dans l'évaluation de la biodiversité et de sa conservation (**Martinez et Perker, 1995**).

Le matériel d'étude est constitué de semences germées, de plantes ou de tissus en culture *in vitro* placés dans des conditions permettant une croissance active. Le prélèvement des tissus a lieu au moment où le pourcentage de cellules en division (index mitotique) est élevé ; par exemple pour la préparation des protoplastes on utilise des colonies tissulaires en phase exponentielle de croissance. (**Jahier et al., 1992**).

II-1- Notion génétique

II-1-1- La chromatine

En dehors des divisions cellulaires l'Acide DésoxyriboNucléique (ADN) est sous la forme de chromatine interphasique. A l'aide de colorants, on peut révéler sur les chromosomes, des zones de coloration plus ou moins intenses reflétant le degré de condensation de la chromatine. On distingue: l'euchromatine (chromatine diffuse) et l'hétérochromatine (Chromatine condensée) (**Harry, 2001**) (Figure 07).

II-1-1-1 L'euchromatine (chromatine diffuse)

Elle est constituée de chromatine décondensée durant l'interphase ce qui permet la transcription des séquences codantes qu'elle contient.

II-1-1-2 L'hétérochromatine (chromatine condensée)

Elle correspond à une zone fortement colorée qui reste condensée dans le noyau cellulaire durant l'interphase. On distingue deux types d'hétérochromatine: hétérochromatine constitutive et hétérochromatine facultative (Anthony *et al.*, 2002; Harry, 2001; Dorkeld, 1994).

a) L'hétérochromatine facultative:

Elle correspond à un état de condensation non permanent entraînant l'inactivation des séquences codantes impliquées. (Différences dans le comportement de deux chromosomes homologues).

b) L'hétérochromatine constitutive:

Elle représente, à l'inverse, un état de condensation permanent de certaines zones, affectant les deux chromosomes homologues. Elle est composée des séquences d'ADN moyennement ou hautement répétées riches en paires de bases GC et AT et se trouve dans des régions spécifiques notamment au niveau des centromères et des télomères (Harry, 2001).

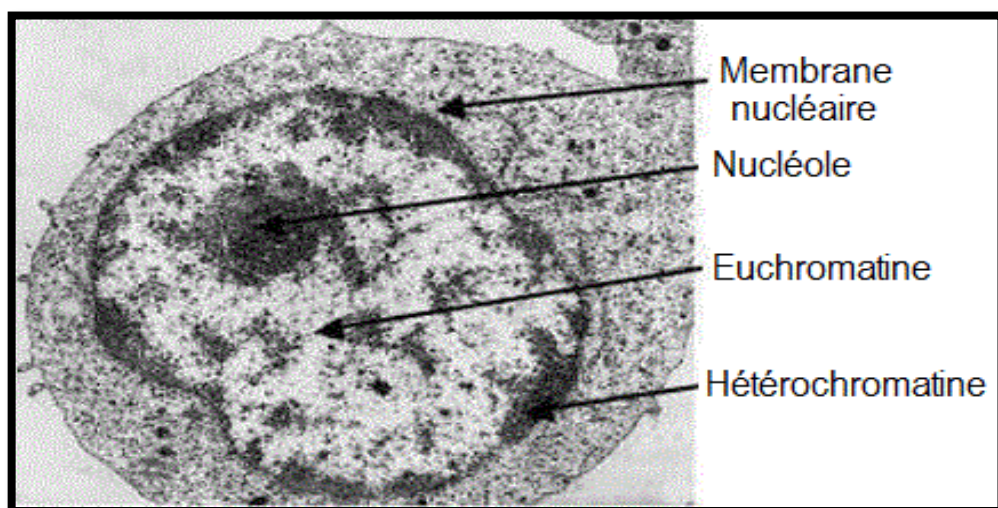


Figure 07: Schéma représente les états de la chromatine¹.

II-1-2- Le chromosome

C'est une structure en forme de bâtonnet faite de chromatine (matériel génétique) nucléaire, visible pendant la division cellulaire.

Le chromosome des cellules eucaryotes est le support morphologique de l'information génétique. Il est formé par une fibre nucléosomique non circulaire (elle possède donc des extrémités) dont le compactage varie au cours du cycle cellulaire (Maillet, 2006). (Figure 08).

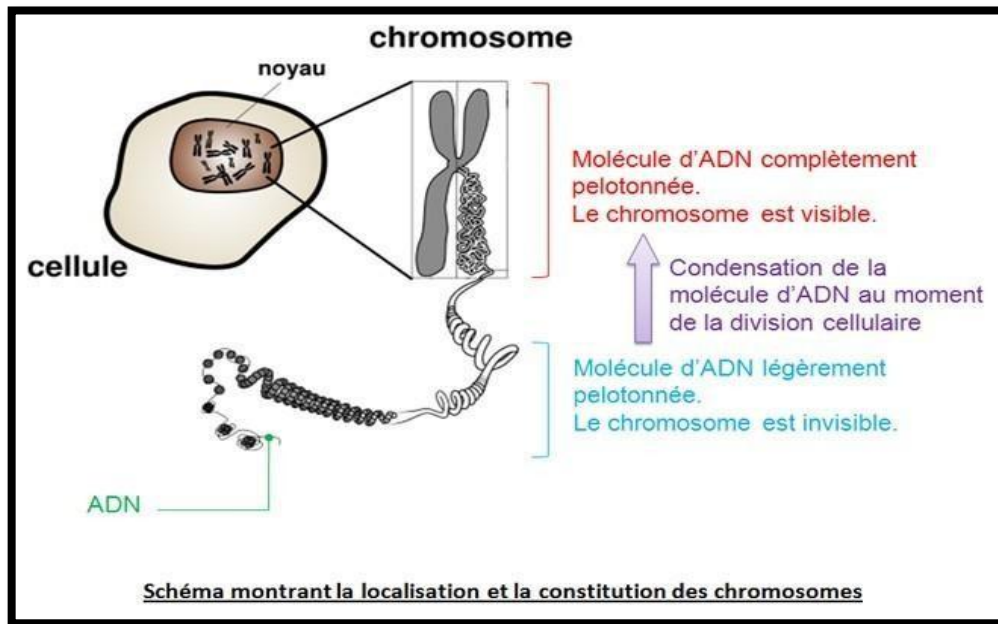


Figure 08 : Schéma représente les différentes étapes de la condensation de la molécule d'ADN²

Sur chaque chromosome sont alignés les gènes dans un ordre fixe. Chaque chromosome porte une zone de constriction primaire dénommée centromère ; c'est le point de liaison des deux chromatides sœurs

Les segments chromosomiques situés de part et d'autre du centromère constituent les deux bras du chromosome. La position du centromère permet de distinguer un bras court ou proximal (bras p) et un bras long ou distal (bras q) (Anthony et al., 2002). (Figure 09).

Les chromosomes sont des structures visibles à certains moments du cycle cellulaire. Pendant l'interphase, la plupart des régions chromosomiques sont plutôt très étirées ; ce qui permet aux gènes de s'exprimer (Swynghedau, 2008).

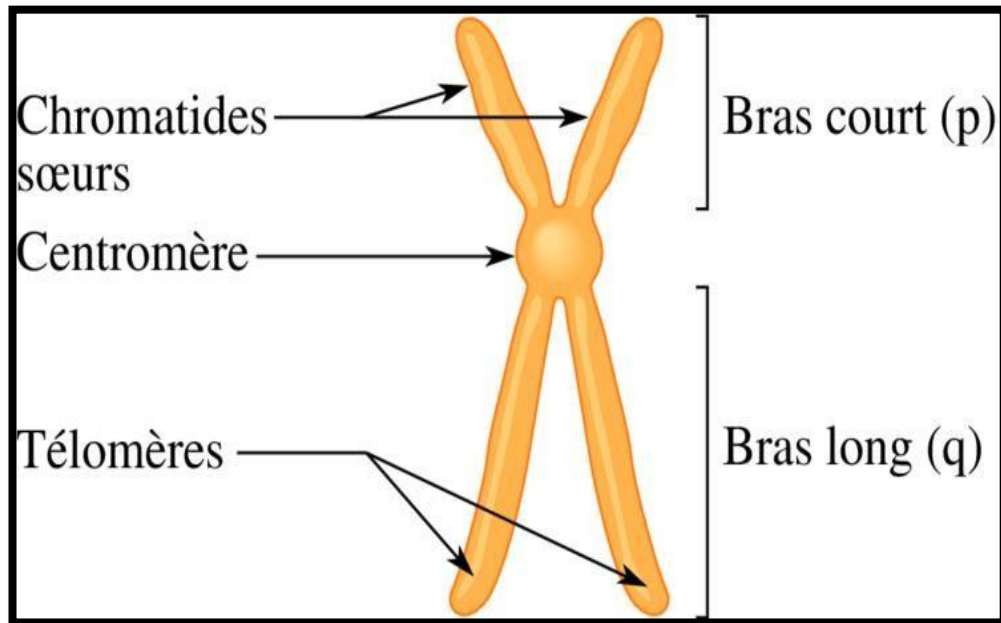


Figure 09: Schéma représente un chromosome métaphasique³.

II-1-2-1-Les types du chromosome

Les chromosomes se classifient en quatre types suivant leur forme qui est déterminée par la position du centromère (Figure10):

a) Chromosomes métacentriques : le centromère est en position centrale (position médiane) ce qui lui donne des bras de longueurs à peu près égales.

b) Chromosomes sub-métacentriques : le centromère est presque en position centrale; les chromatides de ce chromosome présentent des bras de longueur inégale (un petit bras « p » et un long bras « q »).

c) Chromosomes acrocentriques : le centromère est plus proche de l'une des deux extrémités (les télomères) le bras court est très bref.

d) Chromosome télocentrique : présente un centromère très proche de ses télomères.

En cas de perte du centromère (anomalie), le chromosome est dit **acentrique**. D'autres anomalies peuvent provoquer l'apparition d'un chromosome possédant deux centromères nommé **chromosome dicentrique**. Celui-ci est instable et peut se casser (lors de la méiose) (Lemondet et Clement, 1983).

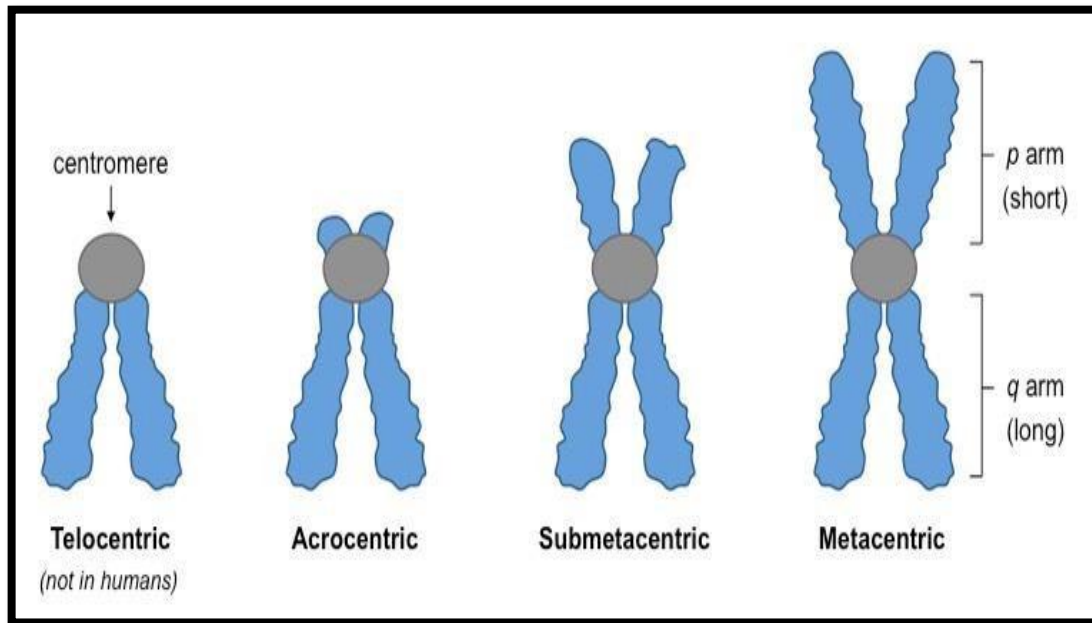


Figure10: Schéma représente les quatre types de chromosome selon la position de centromère⁴.

II-1-3- Le cycle cellulaire

Le cycle cellulaire est l'ensemble des étapes qui constituent et délimitent la vie d'une cellule (Vincent, 2007). Avant la division cellulaire, une cellule doit dupliquer son contenu, notamment son ADN, ces phénomènes se produisent au cours de l'interphase. L'alternance de la mitose et de l'interphase est qualifiée de cycle cellulaire (Jorde *et al.*, 2004) (Figure11).

Les différentes étapes du cycle cellulaire sont régulées par des interactions Complexes entre des signaux positifs et négatifs. Les régulateurs clés de la division cellulaire sont des kinases cycline-dépendants (Swynghdau, 2008).

II-1-3-1- Différentes phases du cycle cellulaire

II-1-3-1-1- L'interphase

L'interphase est la période comprise entre la fin d'une division et le début de la division suivante : elle correspond, en général, à la plus grande partie du cycle (Maillet, 2006). L'interphase se décompose en 3 phases : G1, S, G2.

a) Phase G1

G : vient d'un mot anglais "GAP" (intervalle) correspond à l'intervalle qui sépare la fin de mitose et de début de la synthèse de l'ADN. Au cours de cette étape, la cellule synthétise des molécules des d'ARN (Maillet, 2006).

Phase de croissance et de reconstitution des réserves pendant laquelle la cellule synthétise de l'ARN (transcription) et des protéines (traduction) (**Swynghdau, 2008**).

La phase G1 n'existe pas lors des premières divisions qui suivent la fécondation. Elle apparaît relativement tôt au cours du développement embryonnaire.

D'une manière générale, la phase G1 est la phase dont la durée est la plus variable : elle dépend de la nature de cellule (en général de 1 heure chez l'embryon à 6 mois, approximativement 1 an dans le foie chez les mammifères) .sa durée diminue sensiblement pour les cellules cancéreuses (**Maillet, 2006**).

La cellule en phase G1 contient la quantité d'ADN caractéristique de l'espèce, correspondant dans les cellules somatiques à $2n$ chromosomes (par exemple 23×2 , soit 46 dans l'espèce) ; cette quantité reste constante pendant toute la phase G1 (**Ghorbal, 2011**).

Les mécanismes, qui contrôlent la croissance et la différenciation chez les êtres multicellulaires, sont liés à la machinerie de la phase G1 (**Somouelian et al., 2009**).

La phase G1 joue un rôle essentiel dans la régulation du cycle cellulaire : La cellule contrôle son environnement et sa propre taille qui double avant la phase S. Le passage de la phase G1 à la phase S est décisif, car il engage, de façon irréversible, la cellule dans le processus qui conduit à la division (normale ou pathologique) (**Maillet, 2006**).

Avant lui, le facteur de croissance est nécessaire pour que la cellule progresse dans le cycle ; après lui les cellules prolifèrent indépendamment des incitations mitogéniques (**Swynghdau, 2008**).

La phase G1 est une phase de synthèse, au cours de laquelle la réplication de l'ADN ne produit pas. Les cellules viennent de se diviser : leur volume cytoplasmique est faible (**Maillet, 2006**).

La cellule synthétise donc des molécules d'ARN (ARNm, ARNr, ARNt) et assure la production des protéines nécessaires à l'accroissement de la cellule. Durant cette phase, chaque chromosome est formé d'une molécule d'ADN associée aux histones (**Albarts et al., 2004**).

Les réparations de l'ADN se déroulent au cours de cette phase : il convient de noter que l'ADN est également réparé au cours des phases G2 et au cours de la prophase (les corrections sur éprouvettes ont lieu pendant la phase S) (**Maillet, 2006**).

b) Phase S

Pendant les quatre heures que dure cette phase, l'ADN va être entièrement répliqué, grâce à l'ADN polymérase. On y voit la transcription de beaucoup d'ARNm codant pour les protéines d'histones qui seront utilisées pour compacter la molécule d'ADN (**Ghorbal, 2011**).

Au début de la phase le chromosome est fait d'une chromatide et en fin de phase le chromosome sera composé de deux chromatides (Somouelian *et al.*, 2009).

Ces deux chromatides sont assemblées au centromère. Dans le cytoplasme de la cellule animale, le complexe centriolaire (le centrosome) se réplique durant la phase S. Chaque centriole père donne naissance à un centriole fils, chaque centriole père et fils s'assemblent et les centrioles fils s'entourent de microtubules rayonnants et deviennent des centrioles pères à leur tour. Cette répllication des centrioles est dite semi-conservative. Les deux centrosomes formés vont s'écarter pour former les deux pôles (Ghorbal, 2011).

c) Phase G2

Qui précède la mitose, la cellule poursuit une activité transcriptionnelle pour la synthèse des substrats nécessaires à la mitose (Vincent, 2007). Une fois la répllication de l'ADN terminée, phase G2 commence. Ici, la croissance de la cellule est terminée, mais elle continuera à remplir ses fonctions. Pendant cette phase, les centrosomes se répliquent, ils permettront le bon déroulement de la mitose. Cette phase se termine en passant le point de contrôle G2, où la mitose commence. La phase G2 est un répllication de l'ADN est achevée (Jorde *et al.*, 2004).

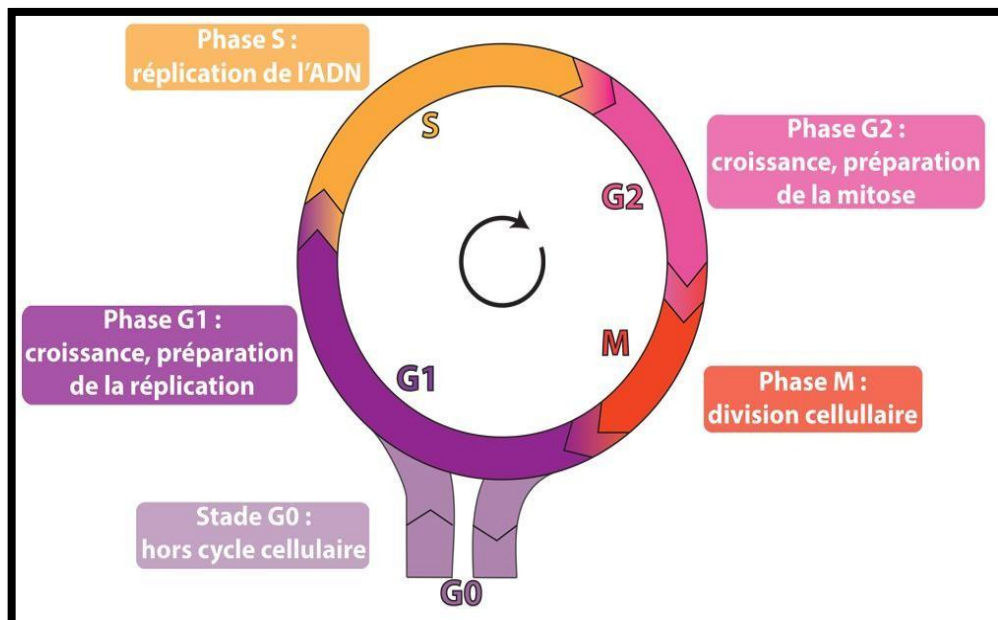


Figure 11: Schéma représente les différentes phases du cycle cellulaire⁵.

II-1-3-1-2- La phase M (mitose)

Le processus de division cellulaire comprend, une division nucléaire (caryocinèse) ; une division cytoplasmique (cytodierèse) (**Karp, 1998**) (Figure12).

II-1-3-1-2-1- Caryocinèse

Caryocinèse comprend cinq phases : la prophase, la prométaphase, la métaphase, l'anaphase et la télophase. Elle est produite grâce au fuseau mitotique constitué de Microtubules (**Alberts et al., 2004**).

II-1-3-1-2-1-1- Prophase

La prophase est la première phase de la mitose : elle est caractérisée par une condensation des chromosomes dans le noyau dont l'enveloppe existe en cours. Les chromosomes sont constitués par l'association de deux chromatides (**Swynghdau, 2008**).

Les microtubules s'organisant en fuseau tendu entre les deux centrosomes qui migrent vers chacun des pôles nucléaire. La prophase prépare la réplication des chromosomes (durées 15 à 30 min) (**Maillet, 2008**).

II-1-3-1-2-1-2- La prométaphase

Est observée la rupture de l'enveloppe nucléaire, ainsi que la pénétration des microtubules kinétochoriens et polaires dans la « zone nucléaire » (il est plus simple de ne pas considérer cette phase) (**Swynghdau, 2008**).

II-1-3-1-2-1-3- La métaphase

Regroupement des centromères dans le plan équatorial du fuseau de division (l'ensemble des chromosomes clivés, ainsi rangés, forme une figure appelée plaque équatoriale) (**Maillet, 2008**)

II-1-3-1-2-1-4 - L'anaphases

Correspond au partage des chromosomes en deux lots identique, elle est caractérisée par :

- L'allongement des microtubules polaires.
- Le raccourcissement des microtubules kinétochoriens.
- La migration des chromosomes vers les pôles mitotiques (**Ghorbal, 2011**).

II-1-3-1-2-1-5 - La télophase

Est une période caractérisée par :

- L'arrêt migration des chromosomes vers les pôles.
- La disparition du fuseau.
- Lors de télophase : les chromosomes sont condensent et les deux noyaux –fils (chacun avec $2n$) du noyau initial vont se former. La cytokine finale va donner deux cellules filles (Swynghedau, 2008).

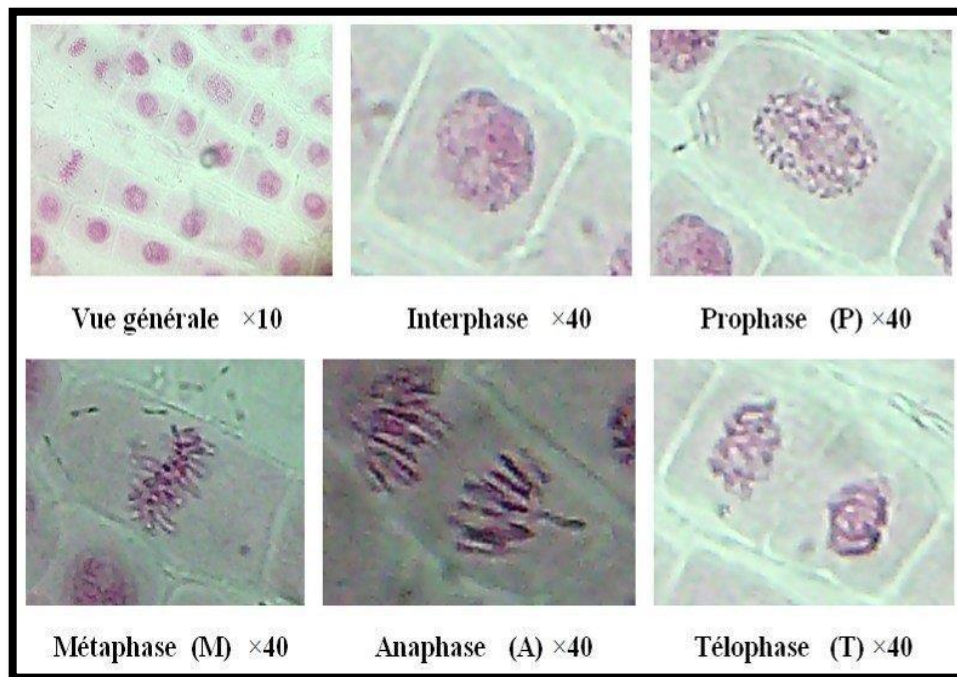


Figure 12: Photo réelle représente les différentes étapes de la division cellulaire⁶.

II- 1-3-1-2-2 - La cytotodièrese

La cytotodièrese commence après la télophase ou un peu avant sa fin. Chez la cellule végétons, la cytotodièrese est très différent de par la présence d'une paroi rigide (divisée en une Chapitre II : rappel sur le cycle cellulaire 13 paroi primaire, cellulosique et paroi primitive, l'ensemble forment une paroi pectocellulosique) (Mabuchi, 1986). Elle se réalise par la construction d'une nouvelle paroi, phragmoplaste appelle plus simplement corps intermédiaire entre les deux cellules filles (des vésicules golgiennes s'accumulent au centre de cellule (Somouelian et al., 2009).

II-2- Observation des chromosomes, techniques de base

Les techniques d'observation des chromosomes n'ont pas cessé d'évoluer depuis les premiers examens du noyau par **Flemming en 1888**. Ceci signifie que l'intérêt, que le monde scientifique a porté aux chromosomes ne s'est jamais démenti. Les chromosomes ont à la fois une certaine constance et un certain polymorphisme, aussi bien pour ce qui concerne leur nombre que leur forme, leur phénotype.

Le matériel d'étude est constitué de semences germées, de plantes ou de tissus en culture "In vitro", placés dans des conditions permettant une croissance active. Le prélèvement des tissus se fait au moment, ou le pourcentage de cellules en division (index mitotique) est élevé. (**Jahier et al., 1992**), signale sept phases principales pour la réalisation des préparations:

II-2-1- Le prétraitement

Il se fait par trempage des tissus en division dans un agent mitoclasique quia pour effets principaux de :

- bloquer les divisions mitotiques au stade métaphasique,
- contracter les chromosomes.

Les agents utilisés sont la colchicine, l' α -bromonaphtalène et l'eau froide (0a 2°C). Chaque molécule de colchicine, alcaloïde extrait du colchique, se lie étroitement à une molécule de tubuline et empêche sa polymérisation. Cette association provoque la disparition du fuseau mitotique et empêche tout mouvement des chromosomes en quelques minutes.

II-2-2- La fixation

La fixation a pour but d'assurer une immobilisation des constituants cellulaires dans un état aussi voisin que possible de l'état vivant. Elle doit être adaptée, à la préservation des constituants chimiques (ADN) et de la structure nucléaire ou chromosomique. Selon **Jahier**, les fixateurs utilisables sont pour l'établissement d'un caryogramme.

Qui sont nombreux. Sont utilisés dans les techniques décrites sont: l'acide acétique et les fluides I et II proposés par **Carnoy (1986)**.

Carnoy I: éthanol- acide acétique (3:1), Carnoy II: éthanol- chloroforme- acide acétique (6:3:1). La durée de la fixation doit être supérieure à 30 minutes; elle peut être prolongée pendant quelques jours.

II-2-3- Le stockage

Il est possible de différer les autres phases. Le matériel peut être conservé pendant plusieurs mois dans l'éthanol, le plus souvent éthanol 70%. Certains fixateurs comme le Carnoy I peuvent également servir de solution de stockage.

II-2-4- L'hydrolyse

Cette étape est généralement nécessaire pour obtenir ultérieurement un bon étalement des cellules et des chromosomes entre lame et lamelle. L'agent le plus fréquemment employé pour le ramollissement des tissus est l'acide chlorhydrique. L'hydrolyse dissout les sels pectiques de la lamelle moyenne et permet l'éclaircissement du cytoplasme. En outre, l'acide chlorhydrique libère les groupements aldéhydiques sur les molécules de sucre de l'ADN par destruction des liaisons entre les bases puriques et le désoxyribose.

II-2-5- La coloration

Le colorant le plus utilisé est le réactif de Schiff, préparé à partir de la fushine basique. Il se fixe sur les groupements aldehydiques libres lors de l'hydrolyse, pour donner une coloration rouge aux chromosomes. Cette technique de coloration est appelée technique "Feulgen" décrite pour la première fois par **Feulgen en 1926**.

II-2-6- Le montage

Ces techniques présentées concernent les mitoses dans les méristèmes racinaires. Dans ce cas, la zone meristématique hydrolysée est colorée et isolée, déposée sur une lame dans une goutte d'eau acétique ou de carmin acétique, et écrasée entre lame et lamelle pour assurer la dissociation des cellules. Il faut éviter un écrasement trop violent car il y a risque d'éclatement des cellules. Puis, afin d'assurer un bon étalement des chromosomes, un léger chauffage de la lame est conseillé avant d'exercer une pression homogène sur la lamelle.

II-2-7- L'observation

Les chromosomes végétaux ont une longueur moyenne d'environ 6µm. Les cellules en division sont repérées rapidement au microscope photonique à l'aide d'un objectif de faible grossissement $G=10$ généralement. L'observation des chromosomes est faite à un grossissement supérieur entre 1000 et 1500 (oculaire x objectif). La conservation des

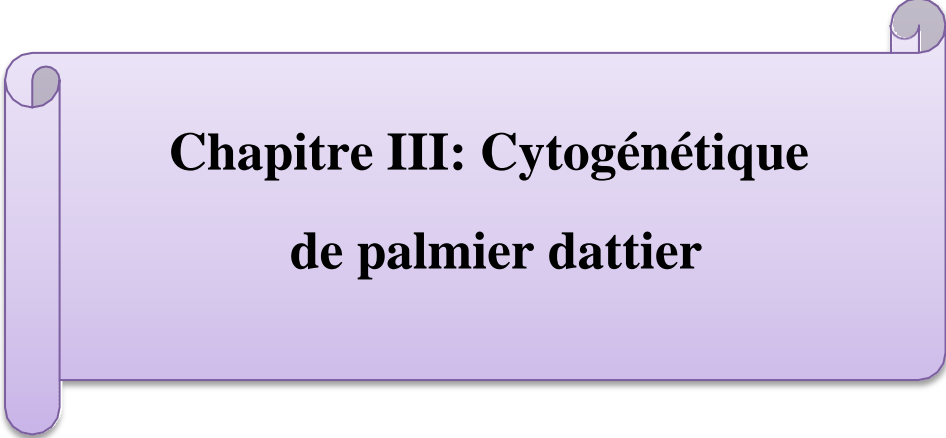
préparations pendant plusieurs années peut être souhaitée pour de nombreuses raisons (lames de démonstration, possibilité d'étudier ultérieurement le matériel pour un autre objectif...).

II-2-8- Etablissement de caryogrammes

Jahier, note qu'il est possible d'obtenir par cellule un caryotype, représentation sous forme de dessin ou de photographie de chaque paire chromosomique. L'ensemble de ces caryotypes permet d'établir une carte d'identité chromosomique ou caryogramme. L'auteur ajoute que le caryogramme peut être recherché :

- pour des raisons d'ordre taxonomique, correspondant alors à l'acquisition d'un nouveau critère de classification,

- pour l'étude des remaniements chromosomiques. L'établissement d'un caryogramme repose sur l'analyse d'un minimum de 15 à 20 plaques métaphasiques complètes présentant des chromosomes bien étales et très nets.



**Chapitre III: Cytogénétique
de palmier dattier**

Dans le troisième chapitre on a fait une comparaison entre trois études de cytogénétique :

III-1- Les variétés utilisées

Le matériel végétal utilisé est constituées de fruits et des graines du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. variétés :

- Deglet-Nour, prélevées de Ghardaïa (**Kouroughli et Djoudi, 2017**).
- Takerbouchte et Afki Ali, prélevées de la région d'In salah (**Ataoui et Seddik, 2019**).
- Ahartante de la région d'In Salah et Tan Tanout et Ahartane de la région de Gourara (**Belagoune et Lemgudrez, 2019**).

III-2- Germination

Kouroughli et Djoudi (2017) ont testé trois techniques pour la germination :

- a) **Acide sulfurique pur**: Les graines sont trempées dans de l'acide sulfurique pur pendant : 30 mn, 1h, 1h30 mn et 2h de temps. Les graines sont récupérées et lavées plusieurs fois à l'eau courante jusqu'à l'obtention d'une eau claire. Elles sont, par la suite, ensemencées dans des boites de pétri, puis, mises dans une chambre de culture à 25°C jusqu'à l'obtention de germinations.
- b) **Eau chaude**: Les graines sont trempées dans de l'eau chaude pendant : 30mn, 1h, dans un boite pétri puis transférées dans une chambre de culture à 25°C jusqu'à l'obtention de germinations.
- c) **Scarification mécanique**: La partie dorsale des graines est scarifiée à l'aide de papier de verre, ensuite, on plonge les graines dans un bécher contenant de l'eau de robinet et quelques gouttes d'eau javel pendant 24 heures. Elles sont ensuite mises dans des boites de pétri puis transférées dans une chambre de culture à 25°C jusqu'à l'obtention de germinations.

(Belagoune et Lemgudrez, 2019) et **(Ataoui et Seddik, 2019)** ont utilisé la même technique sur les variétés Ahartante, Tan Tanout et Taker Bouchet, Afki Ali.

D'abord, les graines sont nettoyées on débarrassant la chère de fruits, ces semences sont incubées dans l'eau de robinet pour éliminer les déchets de téguments de fruit. Elles subdivisent chaque variété en deux séries, la premier est dans l'étuve contrôlé à 27°C et la deuxième contrôlé à 30°C c'est-à-dire qu'on dépose les graines Ahartante dans une température 27°C et les séries qui restent dans une température 30°C. Elles refont les mêmes étapes pour le reste de variété, et du début la germination varie selon les variétés. Puis on fait

des mesures de longueur de méristème racinaire obtenu après germination par une loupe numérique.

III-3- Etude cytogénétique

Pour l'étude cytogénétique, Elles ont utilisé les racines obtenues lors de la germination des graines des variétés étudiées. (**Kouroughli et Djoudi, 2017**) ont travaillé selon le protocole de **Jahier et al. (1992)** sur la variété Deglet-Nour. Les autres chercheurs ont préféré de travailler en utilisant presque les mêmes étapes en déférent variété : (**Belagoune et Lemgudrez, 2019**) et (**Ataoui et Seddik, 2019**) sur des variétés Ahartante, Tan Tanout et TakerBouchet, Afki Ali successivement.

La différence entre les étapes habituellement utilisées réside dans les couleurs et les produits utiliser :

III-3-1-Prétraitements

Elles commencent le prélèvement, après avoir atteindre une longueur adéquate des apex racinaire, ces dernier sont prolongés dans une solution de 8-hydroxyquinoléine où :

- Des apex racinaire des variétés Ahartante, Tan Tanout et TakerBouchet, Afki Ali, elles l'ont mis dans une solution de 8-hydroxyquinoléine pendant 48h 4C° (**Belagoune et Lemgudrez, 2019**) et (**Ataoui et Seddik, 2019**) successivement.

- Des apex racinaire de la variété Deglet-Nour, Elles ont mis dans une solution de 8-hydroxyquinoléine pendant 24h (**Kouroughli et Djoudi, 2017**).

III-3-2-Fixations

Elles rincent ces apex par l'eau distillé pour éliminer l'excès de produit, selon (**Belagoune et Lemgudrez, 2019**) et (**Ataoui et Seddik, 2019**) ont été trempe les apex racinaire dans un mélange de Carnoy I (alcool absolu, acide acétique) pendant au moins 48h. (**Kouroughli et Djoudi, 2017**) ont fixé à l'alcool-acétique (3/1) durant 16h à 4°C. Après fixation, les racines sont rincées à l'eau distillée, puis stockées dans de l'alcool 70° à froid, ainsi, elles peuvent être conservées pendant une longue période.

III-3-3- Hydrolyse

Elles rincent les apex racinaire par l'eau distillée trois fois pendant 5 min pour éliminer l'empreinte du fixateur, ensuit, Elles provoquent l'hydrolyse des apex qui sont imbibés dans

l'HCl à une température de 60 C° pendant (8-20min), la même chose dans les trois expériences.

III-3-4- Coloration

Une fois hydrolysées, les racines sont rincées à l'eau distillée afin d'éliminer l'excès d'acide chlorhydrique, (**Kouroughli t Djoudi, 2017**) ont utilisé la coloration dans une solution de Fuschine pendant 30 à 60 minutes à l'obscurité, à température ambiante.

(**Belagoune et Lemgudrez, 2019**) et (**Ataoui et Seddik, 2019**) ont utilisé les colorations suivant :

a-Coloration au vert de méthyle

Cette opération au vert de méthyle permet de mettre en évidence à la fois l'ADN et l'ARN. Ce colorant basique qui se fixe sur l'acide nucléique.

Dans le noyau, la chromatine est colorée par le vert de méthyle alors que les nucléoles sont fortement colorés par la pyronine.

b -Coloration au Giemsa

Le giemsa est un colorant spécifique des chromosomes, constitué d'un mélange de deux colorations (azur de méthylène et éosine) rose violet. Le giemsa permet notamment de mettre en évidence les territoires chromosomiques.

Le giemsa colore en bleu les structures cytoplasmique et en rouge purique. Les structures nucléaires et autre organites contenant de l'ADN.

c- Coloration par orceine acétique

Les apex racinaire sont rincées par l'eau distille pendant 5 min après fixation, cette coloration ne nécessite pas hydrolyse donc les apex racinaire sont placés dans un mélange (éthanol 70° - carmin acétique) (3v-1v) pendant 24h jusqu'à 48h à température ambiante. Les apax racinaire sont rincés par l'eau distillée pendant 5 min après fixation.

d- Coloration au réactif du Schiff

Cette coloration est effectuée après hydrolyse par HCl 1N ou acide acétique 45%. Ils nécessitent le réactif de schiff préparé à partir de la fushine basique (**feulgen et Rosenberck, 1924 et Darlington et la cour, 1970**) qui colore d'une façon spécifique l'ADN en rouge violacée.

Donc les apex racinaire sont placés dans la réaction de schiff entre 30 min et 1h à l'obscurité à température ambiante (les groupements aldéhyde libéré par hydrolyse, mis en présence réaction de schiff, donnent une couleur rouge aux chromosomes).

III-3-5- Montage et observation

Cette étape a été utilisée par **(Kouroughli et Djoudi, 2017)**, **(Belagoune et Lemgudrez, 2019)** et **(Ataoui et Seddik, 2019)** dans les trois expérimentations.

Après rinçage à l'eau distillée pour éliminer l'excès de colorant, les extrémités racinaires colorées sont coupées et montées entre lame et lamelle. Les observations sont faites au microscope photonique au fort grossissement. Les meilleures préparations qui présentent des chromosomes bien individualisés.

III-4- Résultats et comparaison

III-4-1- Germination des grains

Kouroyghli et Djoudi, (2017) ont noté que Les résultats obtenus montrent que la technique de la scarification mécanique accélère et améliore le taux de germination par rapport aux autres techniques. La figure suivant illustré le résultat obtenue :

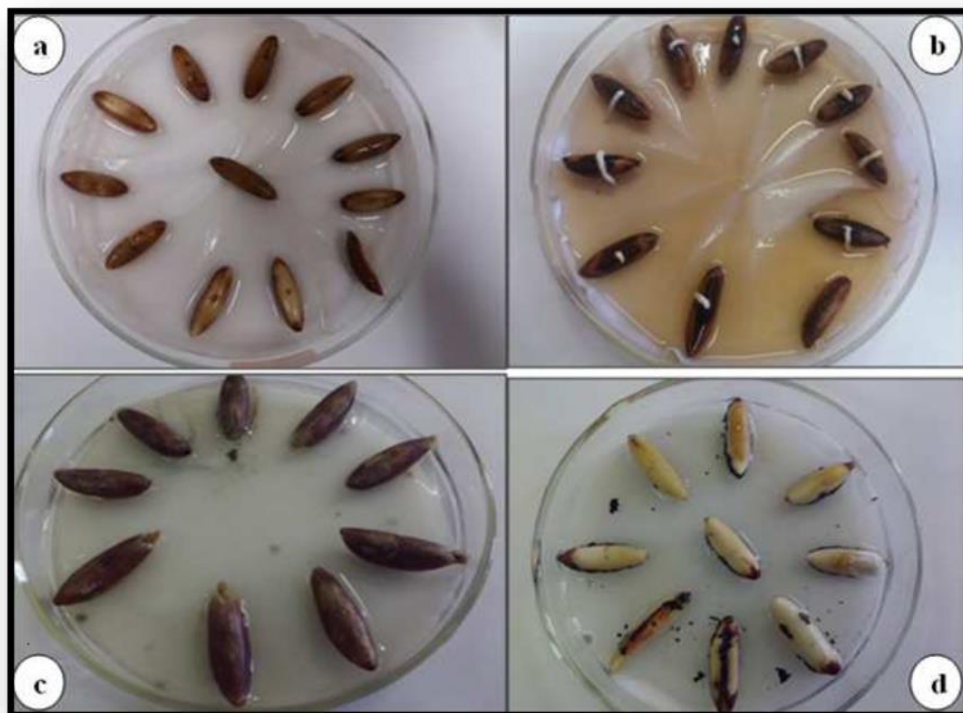


Figure 13 : Germination des graines de Palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. var. Degle-Nour. (Kouroyghli et Djoudi, 2017).

Ataoui et Seddik, (2019) et Belagoune et Lemguedrez, (2019) ont utilisé la même méthode de germination, pour la température (30°C et 27°C) pour chaque étude et le même nombre des graines prélevé (100 graines) pour chaque variété.

Ataoui et Seddik, (2019) ont calculé la moyenne de vitesse de germination des graines de datte pour chaque variété étudiée durant 33 jours:

Tableau N°02: moyenne de vitesse de germination de deux variétés (AF et TK). (Ataoui et Seddik, 2019).

| Variété | Afki Ali (AF) | | Takerbouchte (TK) | |
|---------------------------------------------|---------------|------|-------------------|------|
| | 27°C | 30°C | 27°C | 30°C |
| Températures | 27°C | 30°C | 27°C | 30°C |
| Moyenne de vitesse de germination (mm/jour) | 0.47 | 0.60 | 0.40 | 0.42 |

Le tableau ci-dessus résume les résultats de la moyenne de vitesse de germination des graines de datte pour chaque variété étudiés, ils ont remarqués que la variété Afki Ali à 30°C

est la plus rapide ou on a estimé une égale à 0.60mm/j, ce rythme de croissance est plus élevé par rapport les graines mise à 27°C.

Le **Tableau N°03** résume la vitesse de croissance d'ensemble des apex de la variété Ahartane et Tantanout à 30°C 27°C durant les 30 jours.

Tableau N°03: Moyenne vitesse de croissance de deux variétés dans des condition contrôlée (**Belagoune et Lemguedrez, 2019**).

| Variétés | TN | AH |
|------------------|-------|--------|
| Moy vitesse 27°C | 0.276 | 0.423 |
| Moy vitesse 30°C | 0.244 | 0.2881 |

Selon **Belagoune et Lemguedrez, 2019** le tableau ci-dessus montre les différentes valeurs concernant les vitesses de croissance des apex des deux cultivars Ahartane et Tantanout 27°C elles ont constatées que la vitesse de croissance des apex racinaires de la variété Ahartane égale à 0.42 mm/j, alors que l'autre cultivars qui est Tantanout est estimé à 0.28 mm/j, cette priorité de vitesse d'Ahartane été également observé à 30°C où la vitesse de croissance d'Ahartane était proche de 0.29 mm/j alors que Tantanout ne dépasse pas la vitesse de 0.25 mm/j.

Donc elles ont conclué que la température appropriée pour atteindre la plus grandes vitesse de croissance est 27°C.

Elles ont comparé leurs résultats avec ceux de (**Hammi et Tohami, 2019**) et (**Seddik et Ataoui, 2019**) en tableau N°4 et N°2 respectivement des variétés (TD, TN et TG) et (AF et TK).

Tableau N°04 : Moyenne de vitesse de croissance de trois variétés dans des conditions contrôlées (**Ataoui et Seddik, 2019**).

| Variétés | TG | | TN | | TD | |
|------------------------|------|-----|------|------|------|------|
| T°C | 27 | 30 | 27 | 30 | 27 | 30 |
| Vitesse moyenne (mm/j) | 1.58 | 2.5 | 1.47 | 1.65 | 1.45 | 1.82 |

A partir des résultats de tableaux N°04 et N°03 elles ont trouvé que 30°C est la température la plus convenable pour toutes les variétés étudiées, avec un avantage de vitesse de croissance.

III-4-2-Contamination fongique

A travers de leur étude, les graines étudiées (Afki Ali, Takerbouchte, Ahartane et Tantanout) ont été infectées par plusieurs champignons au niveau de la membrane extérieure des graines ou même au niveau de l'embryon. Ils ont pu aussi observer que la variété la plus contaminée est Afki Ali que Takerbouchte et Tantanout plus contaminées que Ahartane par des agents fongiques.

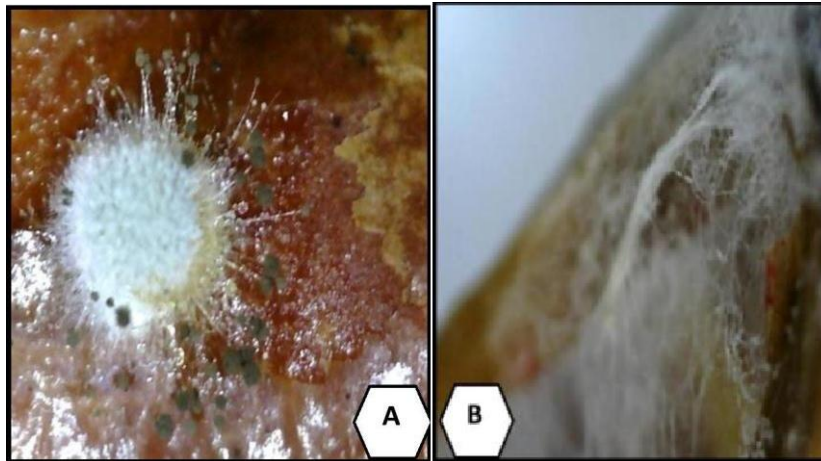


Figure 14 : Prise de photos de champignons chez deux variétés (A-*Aspergillus sp.* B- *Aspergillus sp.*) (Ataoui et Seddik, 2019).

III-4-3- Etude de la mitose et du dénombrement chromosomique

Kouroyghli et Djoudi, (2019) ont permis d'observer les différentes phases : Prophase ; Métaphase ; Anaphase; Télaphase (Figure 15) dans leur étude.

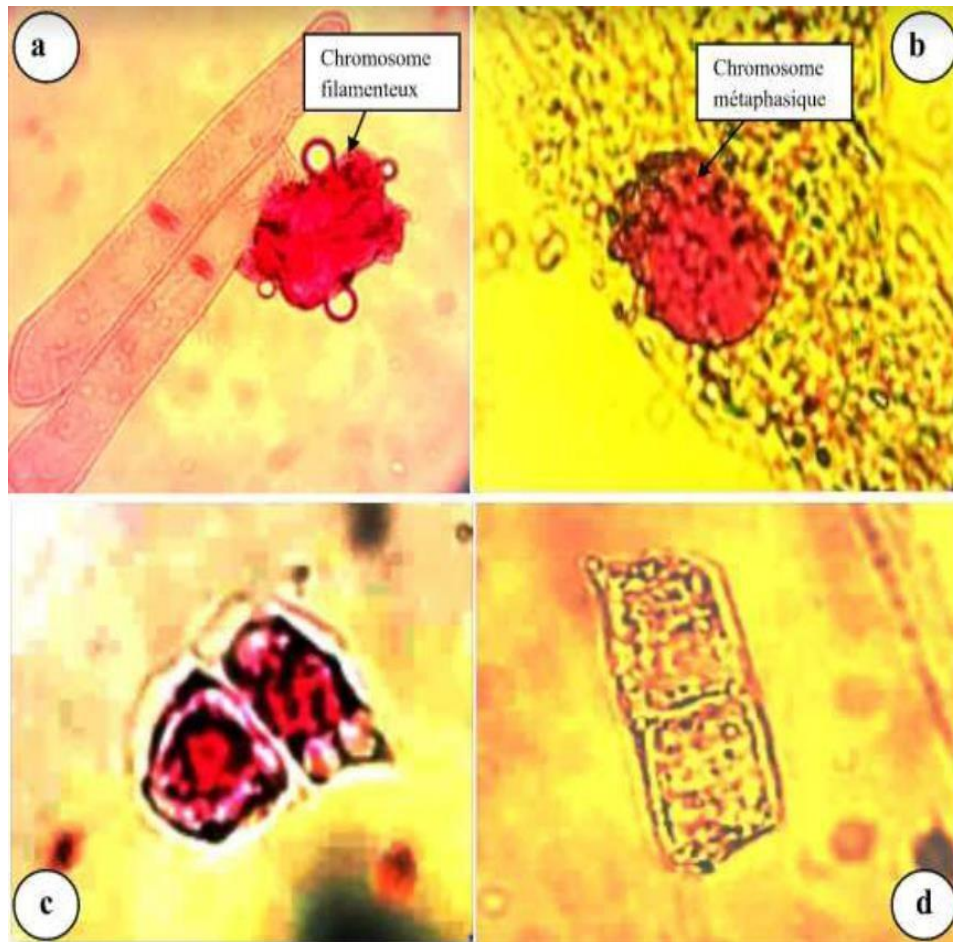


Figure 15: Micrographies des différentes phases de la mitose chez le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. var. Deglet-Nour obtenues par la technique de squasche (**Kouroyghli et Djoudi, 2019**).

a) Prophase, b) Métaphase, c) Anaphase, d) Télaphase

Le dénombrement chromosomique effectué sur l'ensemble des plaques métaphasique (Métaphase) a révélé l'existence d'un seul nombre chromosomique de $2n=2x=36$. Aussi elles ont fait une étude histo-cytologique:

Elles ont montré que Le dénombrement chromosomique et l'étude caryologique du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera* L.) var. Deglet-Nour par la technique de cytogénétique classique s'est révélé difficile. En effet, elles ont procédé par une autre technique qui est l'étude histo-cytologique, afin d'approfondir les résultats observés.

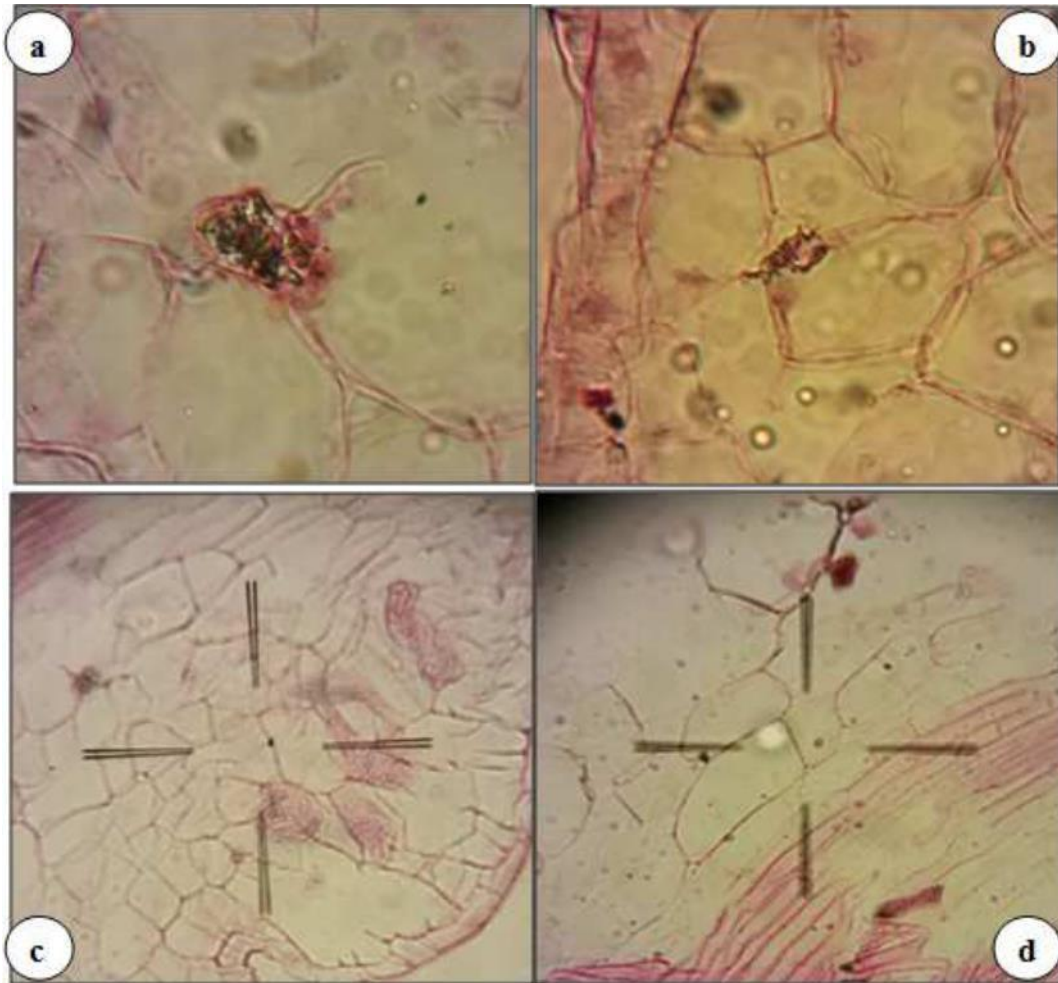


Figure 16: Micrographies des différentes phases de la mitose chez le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. var. Deglet-Nour obtenues par la technique histo-cytogénétique (Kouroyghli et Djoudi, 2019).

a) Prophase b) Métaphase c) Anaphase d) Téléphase

(Kouroyghli et Djoudi, 2017) ont suivé une manière et les autres chercheurs (Ataoui et Seddik, 2019) et (Belagoune et Lemguedrez, 2019) ont suivé la même manière d'étude la mitose et dénombre des chromosomes.

Les résultats obtenus après la coloration sont présenté dans la figure suivant :



Figure 17: Observation microscopique d'un apex racinaire de la variété Takerbouchte colorée au vert de méthyle à Gr x10 (Ataoui et Seddik, 2019).

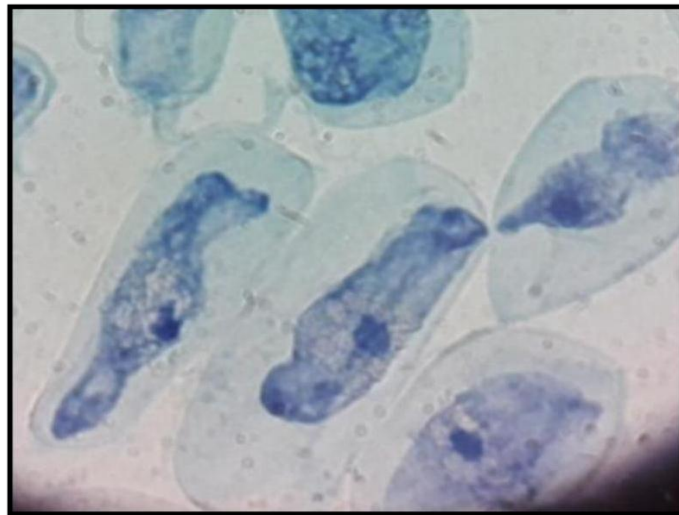


Figure 18 : Observation microscopique d'un apex racinaire de la variété Afki Ali coloré au Giemsa à Gr x 100 (Ataoui et Seddik, 2019).



Figure 19: Observation microscopique d'un apex racinaire de la variété takerbouchte colore par orceine acetique a gr x 100 (Ataoui et Seddik, 2019).

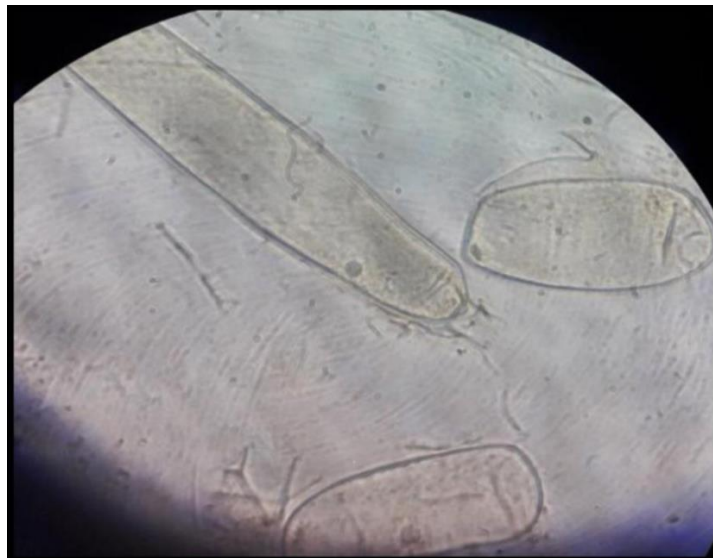


Figure 20: Observation microscopique d'un apex racinaire de la variété Takerbouchte coloré au réactif de schiff à Gr x 100 (Ataoui et Seddik, 2019).

Aucun photo n'a été prise pour les variétés Ahartane et Tantanout .

Stades de la division mitotique :

Elles ont pris quelques photos microscopiques des différentes phases de division cellulaire

III-4-3-1-Interphase

Belagoune et Lemguedrez, (2019) ont montré que Cette interphase est la période du cycle de la cellule au cours de laquelle le noyau n'est pas en cours de division, intervenant typiquement entre divisions mitotiques ou méiotiques.

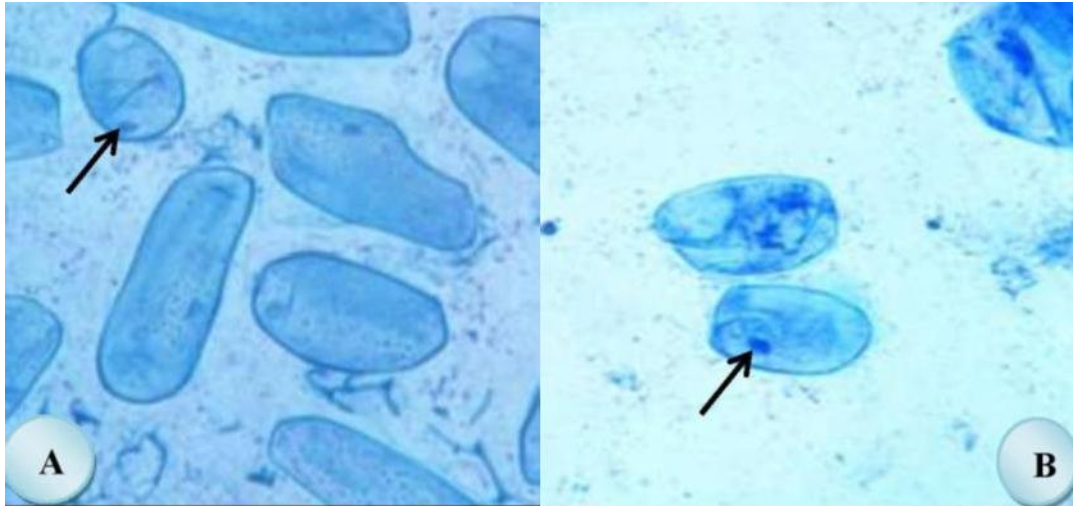


Figure 21: Stade inter-phasique des deux variétés étudiées. A : observation microscopique du stade inter phasique coloré par Giemsa Ahartane Timimoune (400fois). B : observation microscopique du stade inter phasique coloré par Giemsa Tantanout (1000 fois).

(Belagoune et Lemguedrez, 2019).

Aucun photo n'a été prise et aucun résultats pour les variétés Takerbouchte et Afki Ali dans ce phase.

III-4-3-2-Prophase

(Ataoui et Seddik, 2019) et **(Belagoune et Lemguedrez, 2019)** ont remarqué dans ce stade que le matériel génétique (ADN), qui en temps normal est présent dans le noyau sous la forme de chromatine se condense en structures très ordonnées et individualisées appelées chromosomes.

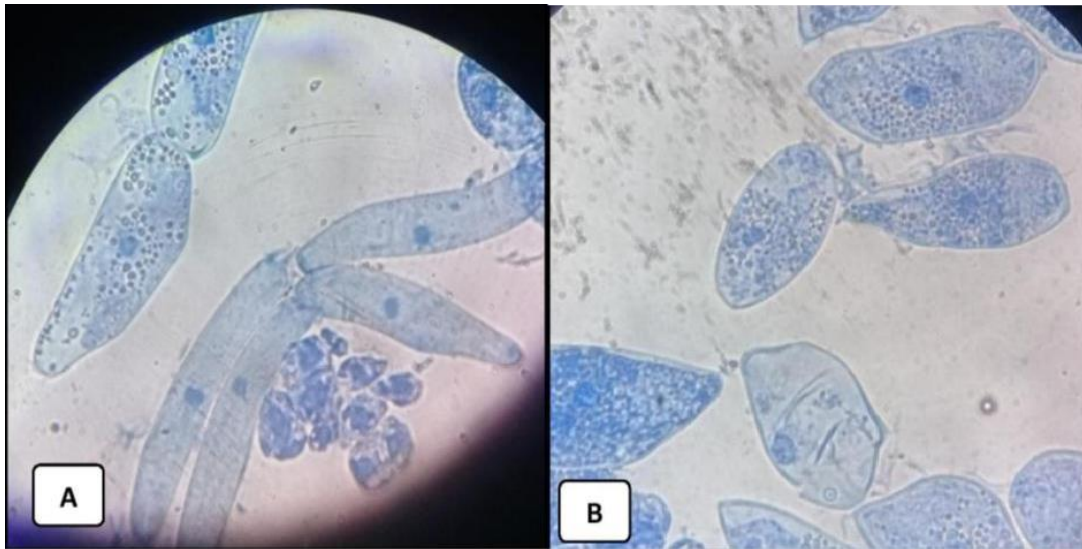


Figure 22 : Stade prophasique pour les deux variétés.

Figure A : Observation microscopique du stade prophasique de la variété Afki Ali à Gr x 100.

Figure B : Observation microscopique du stade prophasique de la variété Takerbouchte à Gr x100. (Ataoui et Seddik, 2019).

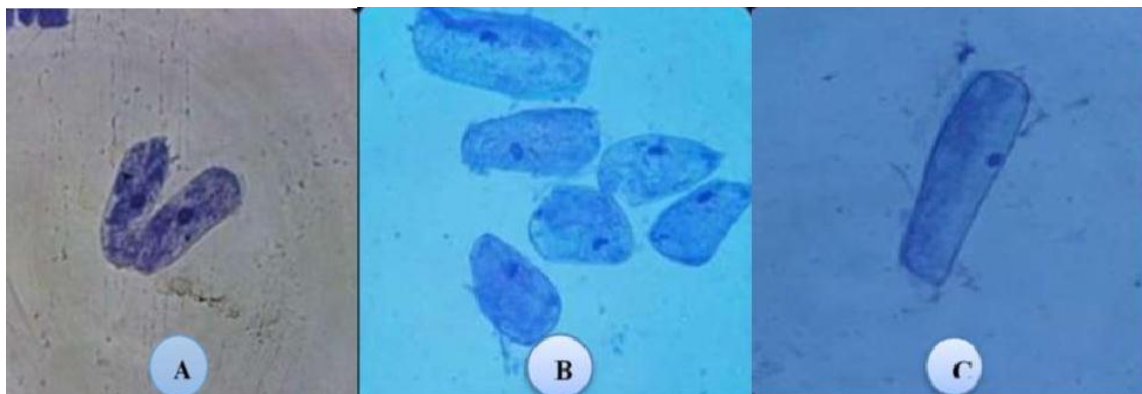


Figure 23: La stase prophasique pour les trois variétés étudiées. A : Observation microscopique du stade prophasique coloré par le Giemsa d'AH Timimoune (fois400). B: Observation microscopique du stade prophasique coloré par le Giemsa d'AH d'In Salah (fois400).C : Observation microscopique du stade prophasique coloré par le Giemsa de TA (fois400) (Belagoune et Lemguedrez, 2019).

III-4-3-3-Pré-Métaphase

Le fuseau, formé de microtubules est en place. Les chromosomes se rassemblent au centre pour constituer progressivement la plaque métaphasique.

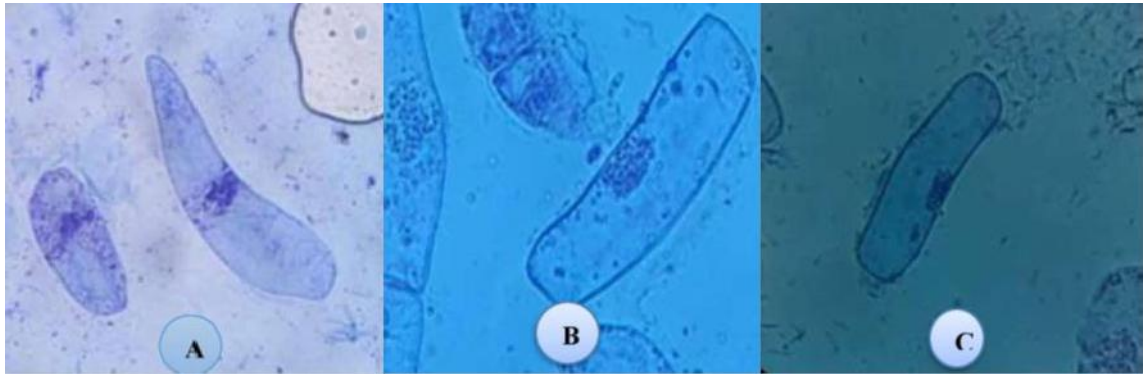


Figure 24 : Stade Pré-métaphasique pour les trois variétés étudiées. A : Observation microscopique du stade pré-métaphasique coloré par vert de méthyle d'AH Timimoune (fois 400). B : Observation microscopique du stade pré-métaphasique coloré par le Giemsa d'Ahartane d'In Salah (fois 400). C : Observation microscopique du stade pré-métaphasique coloré par le Giemsa de TA (fois 100) (**Belagoune et Lemguedrez, 2019**).

Aucun photo n'a été prise pour les autres variétés Afki Ali et Takerbouchte.

III-4-3-4-Métaphase

Elles ont observé dans ce stade que le rassemblement des chromosomes condensés à l'équateur de la cellule pour former la plaque équatoriale. Les microtubules s'étendent depuis les pôles du fuseau et se rencontrent dans le plan central.

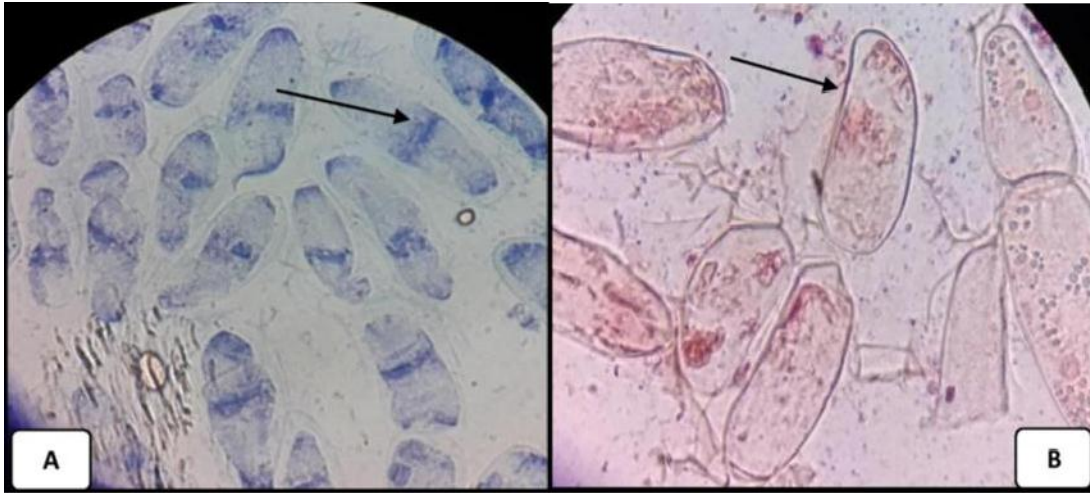


Figure 25 : Stade métaphase de deux variétés étudiées

Figure A : Observation microscopique du stade métaphase de la variété Afki Ali Gr x100.

Figure B : Observation microscopique du stade métaphase de la variété Takerbouchte à Gr x100. (Ataoui et Seddik, 2019)



Figure 26 : Le stade métaphasique pour les trois variétés. A : Observation microscopique du stade métaphasique coloré par le Giemsa d'AH Timimoune (fois400). B : Observation microscopique du stade métaphasique coloré par le Giemsa d'AH d'In-Salah (fois400).C : Observation microscopique du stade métaphasique coloré par le Giemsa de TA (fois 400). (Belagoune et Lemguedrez, 2019).

III-4-3-5-Anaphase

Les figures A et B présentent la phase de l'anaphase de deux variétés.

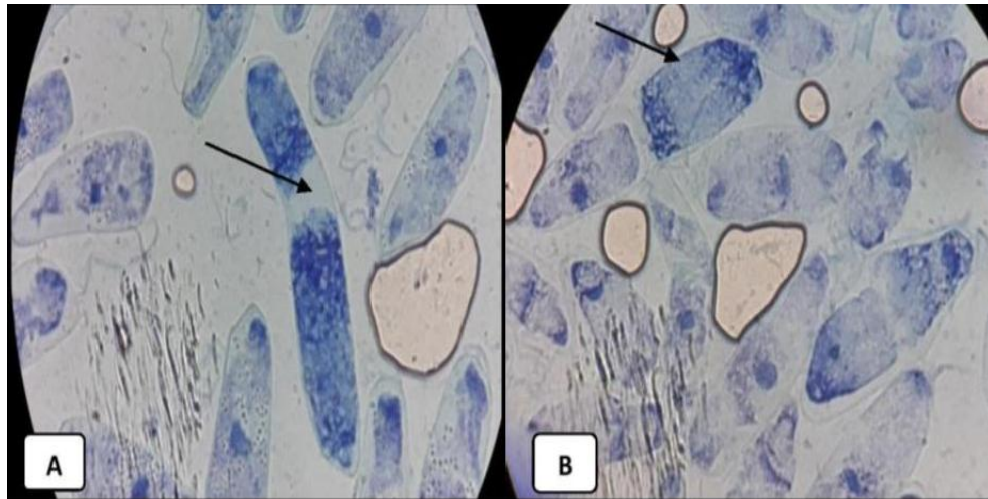


Figure 27 : Stade anaphase pour les deux variétés étudiées.

Figure A: Observation microscopique du stade de la variété Afki Ali Gr x 100.

Figure B : Observation microscopique du stade anaphase se la variété Takerbouchte à Gr x100 (Ataoui et Seddik, 2019).

Elles ont observé ce stade par la coloration au giemsa malgré la vitesse très rapide de cette phase où ils ont observé dans ce stade que les chromatides se séparent et migrent vers les pôles opposés de la cellule. Les fils chromosomiques sur lesquels étaient accrochés les centromères des cellules se détachent et les chromatides se déplacent chacune vers un pôle de la cellule.

Mais **Belagoune et Lemguedrez, 2019** n'ont pas prisé des photos d'anaphase parce que cette phase passe rapidement.

III-4-3-6-Télophase

Les figures A et B suivantes présentes l'étape télophase chez les deux variétés .Ce stade était observé par la coloration au giemsa et le vert de méthyle qui sont les meilleurs colorants de ce stade.

Elles ont observé dans ce stade que les chromosomes redeviennent des filaments, le fuseau se désorganise, l'enveloppe nucléaire se reforme autour de chaque groupe de chromosomes.

La division s'achève par la séparation du cytoplasme entre les cellules filles.

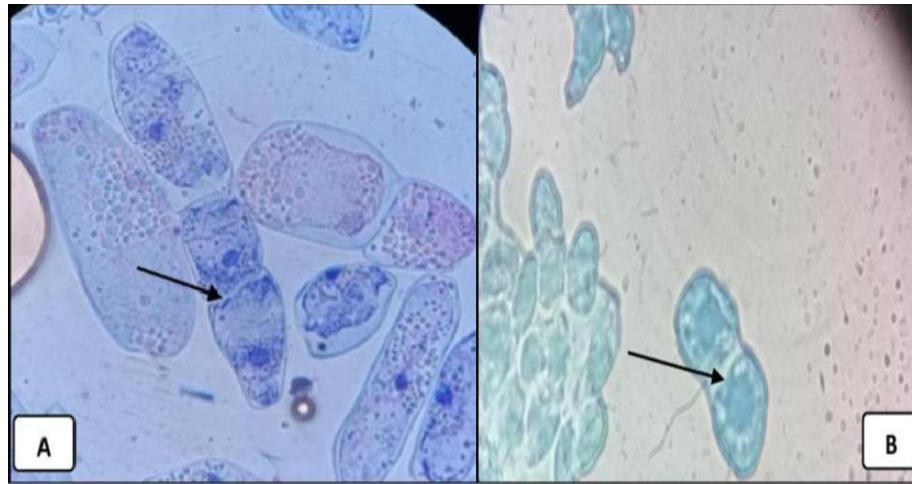


Figure 28 : Stade de la télophase pour les deux variétés.

Figure A : Observation microscopique du stade télophase de la variété Afki Ali à Gr x 100.

Figure B : Observation microscopique du stade télophase de la variété Takerbouchte à Gr x100 (Ataoui et Seddik, 2019).

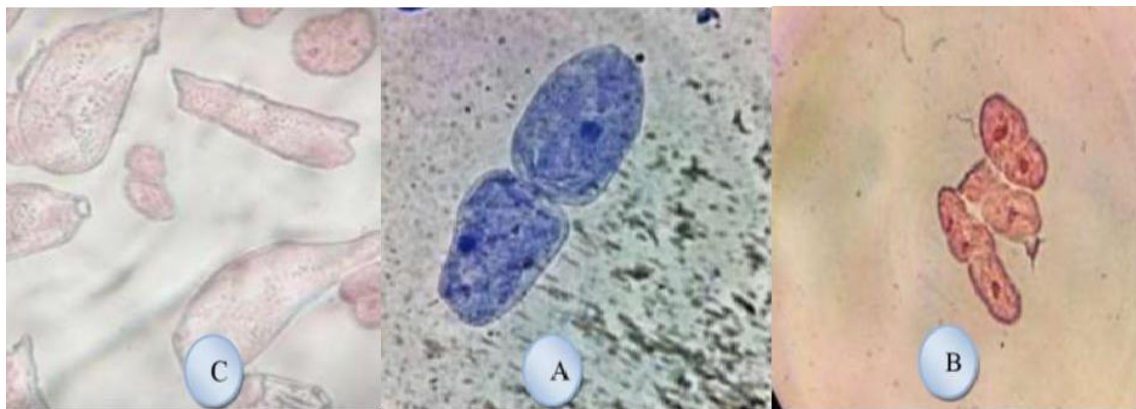


Figure 29 : Le Stade télophasique pour les trois variétés étudiées. A : Observation du stade télophasique coloré par le Giemsa d'AH Timimoune (fois 400). B : Observation au stade télophasique coloré par l'orcéine acétique d'AH d'In-Salah (fois 400).C : Observation du stade télophasique coloré par réactif de Schiff de TA (fois 400) (Belagoune et Lemguedrez, 2019).

III-4-3-7-Dénombrement chromosomique

-L'observation des plaques métaphasique et des cellules méiotiques a montré que les nombres chromosomiques sont très proche au niveau des plaques métaphasiques des deux

variétés Afki Ali et Takerbouchte (voir figure 30), et l'observation d'autre étude de Ahartane et Tantanout ont été identique au niveau plaques métaphasique.



Figure 30: Observation microscopique des chromosomes en stade métaphasique (dénombrement chromosomiques) à Gr x 100. (Ataoui et Seddik, 2019).

Tableau N°05: Détermination du nombre chromosomique par cellule des variétés études. (Ataoui et Seddik, 2019).

| Nombre de cellules | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Nombre de chromosomes | 39 | 36 | 37 | 39 | 36 | 39 | 36 | 39 | 38 | 37 |

Ataoui et Seddik, (2019) ont calculé le moyen du nombre de chromosomes compté en dix cellules comme la suit :

$$X = 376 / 10 = 37,6 = 38$$

Selon Ataoui et Seddik, 2019 les résultats obtenus sont similaires pour la variété études car le nombre de chromosomes par dix cellules varie de 36 à 39.

Yen et al (1979) ont montré de la variation dans le nombre chromosomique de $2n = 36$ à $2n = 51$ alors que le niveau tétraploïde $2 = 4x = 32$ a été observé par falistocco et al ., (1996).

Elles ont noté que les résultats de leurs observations concordent avec ceux par les auteurs et confirment qu’Afki Ali et Takerbouchte possèdent un nombre chromosomique $2n=38$

Mais le dénombre de chromosome d’autre étude d’Ahartane et Tantanout et sont résultats été comme la suit :

Belagoune et Lemguedrez, 2019 choisies 8 cellules seulement dans le stade métaphasique :

Tableau N°06: Dénombrement chromosomique de la variété Ahartane d’In-Salah. (Belagoune et Lemguedrez, 2019).

| N° de cellule | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Nombre de chromosomes | 36 | 34 | 30 | 29 | 38 | 36 | 39 | 30 |

La moyenne de nombre de chromosome de huit cellules est :

$$X=272/8=34$$

Elles ont remarqué $2n=34$ pour la variété d’Ahartane d’In-Salah. Selon **beal, (1973)** le nombre de chromosome de $n=18$, $2n=36$ (diploïde), est observé sur six espèces de *phonix* et dix cultivars de *Phoenix dactylifera* L.



Conclusion

L'importance du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. du a l'importance économique, alimentaire et nutritif de leur fruit dans le monde surtout dans le monde arabe et régions désertique ce qui met le palmier dattier dans le centre d'attention des chercheurs pour l'étude de cette espèce au niveau physiologique et cytogénétique.

Dans ce mémoire on a analysé et comparé trois protocoles de cytogénétique de quelques variétés de palmier dattier (Degle-Nour, Afki Ali, Takerbouchte, Ahartane et Tantanoute) pour avoir le dénombrement chromosomique commençant par la germination.

- La première étape avant commencée l'étude cytogénétique, c'est la germination des graines de quelque variété choisie avec des conditions contrôlé (la présence d'une température convenable, la présence d'eau, l'obscurité...) avec certaine technique de germination.
- Les températures utilisées pour ces trois études sont : 30°C et 27°C pour les variétés Takerbouchte, Afki Ali, Ahartane et Tantanoute, 25°C pour Deglet-Nour, La technique de scarification mécanique est la meilleure pour l'accélération et l'amélioration de taux de germination de la variété de Deglet-Nour.
- Avec une température idéale de 30°C pour la variété Afki Ali qui a accéléré la vitesse de croissance avec un moyen de vitesse (0.60 mm/j) mais aucun influence sur la vitesse de la variété Takerbouchte (0.42 mm/j), la température convenable pour le taux de germination pour les deux variétés respectivement est 27°C (80% pour Afki Ali et 76% pour Takerbouchte), la température idéale d'accélération la vitesse de croissance du variétés Tantanoute et Ahartane est 27°C avec un moyen de vitesse respectivement (0.25mm/j et 0.42 mm/j), la température convenable de taux de germination de ces deux variétés est 30°C respectivement (74% et 76%).
- Durant l'étude de germination les variétés étudiés ont infectés par une contamination fongique qui menacé la progresse de croissance de ces variétés, cette contamination fongique a cause de présence des conditions favorable comme : l'eau, la Température, PH...
- Les résultats de l'étude cytogénétique de ces trois variétés était différent avec $2n=38$ pour Afki Ali et Takerbouchte, $2n=34$ pour Ahartane et Tantanoute, $2n= 36$ pour Deglet-Nour.

Les recherches dans ce domaine (l'étude cytogénétique de palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. sont insuffisante et n'est pas vaste, ils ont limité malgré la présence du recherche, donc il

fout accéléré ces recherche et appliqué d'autre technique au niveau cytogénétique comme les autres études des autre espèces végétale, car l'étude au niveau cytogénétique est très important d'un but de bien connue cette espèce et le conservé et amélioré ces efforts doit être unifier.



Références bibliographiques

1. **Aberlenc-Bertossi, F. 2010.** Biotechnologies du palmier dattier. Ed IRD, Paris.
2. **Achoura, A. 2013.** Contribution à la connaissance des effets des paramètres écologiques oasiens sur les fluctuations des effectifs chez les populations de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ.1868, (Homoptera, Diaspididae) dans la région de Biskra. Thèse de doctorat, Dpt. Sc. Agro. Université Mohamed Kheider Biskra.
3. **Alberts B., Bray D., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K. ET Wolter. 2004.** L'essentiel de biologie cellulaire : Introduction à la cellule. Médecine –Science Flammarion, ed p.597.
4. **Amorsi, G. 1975.** Le Palmier dattier en Algérie. Options méditerranéennes, No25 Tlemcen, 126p.
5. **Anthony Griffiths J. F., David Suzuki T., Chrystelle S. 2002.** Introduction à l'analyse génétique. De Boeck université. Paris. P 8.
6. **Arib, H. 1998.** Isolement et caractérisation des fusarium oxysporum f spalbedinis de la région de beni abbes. Mémoire pour l'obtention du D.I.E, Institut d'Agronomie Centre Universitaire De Mascara, Pp 07-08.
7. **Ataoui, H. et Seddik, M. 2019.** Etudes cytogénétique de deux variétés de palmier dattier (Afki Ali, Takerbouchte) de la région d'In Salah (Tamanrasset). Thèse de MASTER, Ddt. Sc. Agro. Université Ahmed Draïa Adrar.
8. **Belagoune F.Z et Lemgudrez, M. 2019.** Etudes cytogénétique de deux variétés de palmier dattier (Ahartane, Tantanout). Thèse de MASTER, Dpt. Sc. Agro. Université Ahmed Draïa Adrar.
9. **Belguedj, M. 2002.** Les ressources génétiques du palmier dattier : Caractéristiques des cultivars dans les palmeraies du Sud-est Algérien. 3D. Dossier n°1, INRAA ; Alger.
10. **Bemard M. et Bemard S. 1992.** Développement et applications des techniques de coloration différentielle des chromosomes chez les végétaux : caryotypes et structures chromosomiques, identification des espèces et relations phylétiques. *Société Française de Génétique* n° 3, vol. 8.
11. **Benabdallah, A. 1990.** La phoeniculture option méditerranéens. Les Systèmes agricoles oasiens. Série A.N°11. 115p
12. **Boucetta, S. 1995.** Contribution a l'étude de quelques caractéristiques morphologiques et biochimiques de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) Dans la vallée d'oued el-Biod «Tiffel». Mém Ing, Dép d'Agronomie, Univ Batna. 57p.
13. **Bouguedoura, N. 1979.** Contribution à la connaissance du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera* L.). Etude des productions axillaires. Thèse Doct. 3ème cycle, U.S.T.H.B., Alger, 64 p

14. **Bounaga N. et Djerbi M. 1990.** Pathologie du palmier dattier. Les systèmes agricoles oasiens, Options méditerranéennes, série A/ N°11 : 127-132
15. **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 Doct., Ddt. Sc. université badji Mokhtar Annaba, 24p.
16. **Daher-meraneh, A. 2010.** Détermination du sexe chez le palmier dattier : Approches histocytologiques et moléculaires Thèse Doct., Université Montpellier II, Biologie, Diversité et Adaptation des plantes, Montpellier II,
17. **Dakhia, N. et Djoudi A. M. 2014.** Quelques variétés de dattes algériennes ; atout économique, social ou nutritionnel. CRSTRA.
18. **Darlington C. D. et Lacour L. F. 1940.** Nucleic acid starvation of chromosomes in trillium. Journ. Genet 40 : 185 – 213.
19. **Djerbi, M. 1994.** Précis de phéniciculture. F.A.O., Rome, 192 p.
20. **Dowson V. H. W., ATEN A. 1963.** Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes. Cah. F.A.O., 72, Rome, 392 p
21. **Dransfield J. ET Uhl N. W. 1998.** palmae. in: kubitzki k, ed. the families and genera of vascular plants, iv: flowering plants, monocotyledons. Berlin: Springer, 306–389.
22. **El Houmaizi, MA. 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.
23. **Espiard, E. 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed Tech et doc Lavoisier. 360 p.
24. **Falistocco E., Maurelli L. 1990.** Chromosome study in *Hedysarum coronarium* L. Annali di Botanica (Rome), 48: 81-86.
25. **Ghorbal, M. 2011.** Biologie cellulaire histologie et embryologie, Edition, Ellipses, Paris, P188.
26. **Hanachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac De Perriere R. A. 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie Algérienne, 225 p.
27. **Harry, M. 2001.** Génétique moléculaire et évolutive. Maloine. Paris. P15
28. **Hussein F., EL Kahtani M., Wali Y. 1979.** La Culture du palmier et la production de dattes dans le monde arabe et islamique. Impr. Ain Chamss, Ain Chamss, 576 P. (En Arabe).

29. **Jahier J., Chever A. M., Eber F., Delourne R. et Tanguy A. M. 1992.** Techniques de la cytogénétique végétale. Ed. INRA, Paris. 183.
30. **Jaradat A. A. et Zaid A. 2004.** Quality traits of date palm fruits, in a centre of origin and center of diversity. Food Agr. Environ. 2: 208-217.
31. **Jorde, L, Cary. J, Bomshad. M, Wite. R. 2004.** Génétique médicale, Edition, Elsevier, Française, P395.
32. **Karp, G. 1998.** Biologie cellulaire et moléculaire : Concepts et expériences. De Boeck université, ed .Bruxelles .p. 665.
33. **Kouroughli N. et Djoudi Ch. 2017.** Etudes cytogénétique et biochimique du Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) Var. Deglet-Nour. Thèse de MASTER. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
34. **Lemonde A. et Clément D. 1983.** Biologie cellulaire et moléculaire. Presses Université Laval. Paris. Pp 396-398.
35. **Mabuchi, I. 1986.** Biochemical Aspects of Cytokinesis. Int. Rev. Cytol .101 : 175-213.
36. **Maillet, M. 2006.** Biologie cellulaire, 10 ème édition, Elsevier Massons, P618.
37. **Marchal, J. 1984.** Palmier dattier. L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Ed. Lavoisier. Paris. Pp 458 – 472.
38. **Mark, R. 2006.** Introduction to Fruit Corps.
39. **Martinez A. et Perkers J. S. 1995.** Biodiversity and conservation: rote for the chromosomes. In Brandham P. E., Bennet M. D. (eds), Kew chromosome conference IV. Royal Botanic Gardens Kew, pp. 1-7.
40. **Mason S. C. 1924.** The date industry in Egypt, past and present. Ann. Rep. Date Growers' Inst., 1: 35-36.
41. **Matallah MA. 2004.** Contribution à l'étude de la conservation des dattes de la variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Institut National Agronomique de Tunisie.
42. **Munier, P. 1974.** Le Problème de l'origine du palmier-dattier et L'atlantide. Fruits - vol. 29, n°3- 235.
43. **Munier, p. 1973.** Le Palmier dattier .G.P. Maisonneuve et la Rose, Paris, 221p
44. **Oihabi, A. 1991.** Etude de l'influence des mycorhizes à vésicules et arbuscules sur le Bayoud et la nutrition du Palmier dattier. Thèse de Doctorat d'Etat Es-sciences. Université Cadi Ayyad-Marrakech
45. **Ouinten, M. 1996.** Diversité et structures génétiques des populations algériennes de fusarium oxysporum f. Sp. Albedinis, agent de la fusariose vasculaire (bayoud) du palmier dattier.

- Thèse Doct., Université Montpellier II, sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, 170 P.
46. **Pereau-Leroy, P. 1958.** Le palmier dattier au Maroc. Service de la recherche Agronomique. Ministère Del 'Agriculture au Maroc. IFAC, Paris.
 47. **Peyron, G. 2000.** Cultiver le palmier dattier.C.I.R.A.D Montpellier, France, 10 – 85p
 48. **Reidacker, A. 1990.** Physiologie des arbres et arbustes en zone aride, John Libbey, Eurotext, 323-327 P.
 49. **Reynes, M. 1997.** influence d'une technique de désinfestation par micro-ondes sur les critères de qualité physique chimiques et biochimiques de la datte. these doct, univ-lorraine, biotechnologies et industries aliment aires, France, systèmes agricoles oasiens. série a.n°11. 115p.
 50. **Samouelian F., Gaudin V., Boccara M. 2009.** Génétique moléculaire des plantes, 6ème édition, Quae, Paris, P198.
 51. **Stebbins G. L. 1971.** Chromosomal evolution in higher plants. Edwads, Arnold ilt, London, 216 p.
 52. **Strachan T. et Read. A. 2012.** Génétique moléculaire humaine, 4 ème édition, Lavoisier, Paris, P716.
 53. **Swynghedau, W. 2008.** Biologie et génétique moléculaires, 3ème édition, Dunod, Paris, P157.
 54. **Toutain, G. 1967.** Le palmier dattier, culture et production. Al-Awamia. N° 25, Pp 83 – 151.
 55. **Vincent, R. 2007.** Génétique moléculaire, Edition, De Boeck université, des Minimes 39, pris.
 56. **Zaid, A. 2002.** Date palm cultivation. FAO plant production and protection paper.
 57. **Zango, O. 2016.** Agro biodiversité et élaboration d'un modèle architectural du palmier dattier au Sahel : cas du Sud Niger. Thèse de Doctorat, l'Université de Montpellier et l'Université Abdou Moumouni, Ecologie Fonctionnelle et Sciences Agronomiques Montpellier, 203P.

Les sites

¹<http://www.takween.com/qcm-nucleosome-histones-chromatine.html>.

²<https://lewebpedagogique.com/arnaud/tag/chromosomes>.

³https://www.assistancescolaire.com/eleve/TST2S/biologie/reviser-le-cours/le-chromosome-au-cours-du-cycle-cellulaire-tst2s_bio_08.

⁴https://rnbio.upmc.fr/bio-cell_cycle-cellulaire_introduction.

⁵https://www.researchgate.net/figure/Cellules-meristematiques-dAllium-cepa-representant-les-differentes-phases-de-la-mitose_fig2_327541755.

⁶https://www.researchgate.net/figure/Cellules-meristematiques-dAllium-cepa-representant-les-differentes-phases-de-la-mitose_fig2_327541755.

Résumé :

L'objectif de cette étude théorique (la cytogénétique de palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. c'est d'étudier les étapes de la cytogénétique de la germination jusqu'à le dénombrement des chromosomes. Nous avons choisi trois protocoles de cytogénétique, les variétés sont : Deglet-Nour, de Takerbouchte et Afki Ali, d'Ahartane et Tantanout. Après l'étude de la germination de ces variétés avec des conditions contrôlées. Nous avons constaté que les trois protocoles ont le même principe d'étude : le prétraitement, la fixation, l'hydrolyse et l'observation avec une petite différence dans les étapes. Les résultats étaient bien claires au stade métaphasique de la division cellulaire. Le nombre de chromosome : $2n=36$ pour la variété de Deglet-Nour, $2n=38$ pour les variétés d'Afki Ali et Takerbouchte, $2n=34$ pour les variétés Ahartane et Tantanout, les techniques d'étude cytogénétique assurent une identification génétique de cette espèce *Phoenix dactylifera* L.

Mots clés : Cytogénétiques, palmier dattier, Germination, Nombre de chromosome, Deglet-Nour, Takerbouchte, Afki Ali, Ahartane, Tantanout.

Abstract:

The objective of this theoretical study (the cytogenetic of date palm *Phoenix dactylifera* L. is to study the stages of cytogenetic from germination to chromosome enumeration. We have chosen three cytogenetic protocols, the varieties are: Deglet-Nour, Takerbouchte and Afki Ali, Ahartane and Tantanout. After studying the germination of these varieties under controlled conditions. We found that all three protocols have the same principle of study: pretreatment, fixation, hydrolysis and observation with a small difference in the steps. The results were quite clear at the metaphasic stage of cell division. The number of chromosomes: $2n = 36$ for the Deglet-Nour variety, $2n = 38$ for the Afki Ali varieties, $2n = 34$ for the Ahartane and Tantanout varieties, cytogenetic study techniques ensure genetic identification of this species *Phoenix dactylifera* L.

Keywords: Cytogenetics, date palm, Germination, Chromosome number, Deglet-Nour, Takerbouchte, Afki Ali, Ahartane, Tantanout.

الملخص:

الهدف من هذه الدراسة النظرية (علم الوراثة الخلوية لنخيل التمر (فينيكس داكتيليفرا)) هو دراسة الوراثة الخلوية من الانتاش الى تعداد الكروموسومات، لقد اخترنا ثلاثة بروتوكولات للوراثة خلوية، الأصناف هي: دقلة نور، تاكربوشت و عفي علي، أحرطان و تنتانوت. بعد دراسة هذه الأصناف تحت ظروف متحكم بها وجدنا أن جميع البروتوكولات الثلاثة لها نفس مبدأ الدراسة: المعالجة المسبقة، التثبيت، الاماهة و الملاحظة مع وجود اختلاف بسيط في المراحل، كانت النتائج واضحة جدا في الطور الاستوائي للانقسام الخلوي، عدد الكروموسومات هو: $2n=36$ ل صنف دقلة نور، $2n=38$ للصنفين عفي علي و تاكربوشت، $2n=34$ للصنفين احرطان و تنتانوت، تقنيات دراسة الوراثة الخلوية تضمن التحديد الجيني لهذا النوع.

Phoenix Dactylifera L.

الكلمات المفتاحية: علم الوراثة الخلوية، نخيل التمر، الإنبات، عدد الكروموسومات، دقلة نور، تاكربوشت، عفي علي، أحرطان، تنتانوت.