



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA

FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de **Magister** en sciences agronomiques

Option

Agriculture et environnement en régions arides

THEME

**Application de la technique de modélisation de
l'architecture du palmier dattier (*Phoenix
dactylifera* L.) pour la caractérisation des
cultivars.**

Présenté par : M^{elle} FADLAOUI Soumaia

Jury:

Président	: Mr BELHAMRA Mohamed	(Prof.- Univ.MedKhider.Biskra)
Promoteur	: Mr BENZIOUCHE Salah Eddine	(M.C.A- Univ.MedKhider.Biskra)
Examineur	: Mr BENAZIZA Abdelaziz	(M.C.A- Univ.MedKhider.Biskra)
Examineur	: Mr LAIADI Ziane	(M.C.A- Univ.MedKhider.Biskra)
Invité	: Mme BEDJAOUI Hanane	(M.A.A -Univ.MedKhider.Biskra)

Année universitaire : 2016/2017

Dédicace

Louange à Allah le tout puissant

Je dédie sincèrement cette fleur que je l'accueillie du jardin de ma vie d'étude à mes tuteurs dans la vie, la source d'amour et le symbole de compassion : mon cher père et ma mignonne mère, que Dieu les protège ; je les remercie jusqu'au l'infini pour leurs soutiens, leurs encouragements, leurs patiences.....et tout les beaux mots ne me suffisent plus de les donner leurs droits.

Je dédie du profond du mon cœur :

A qui sont attendues ma réussite.

A mes gracieux chers frères, qui m'aident, m'encouragent dévouement: Mohamed, Ali, Youcef et à mes beaux-frères Alwardi et Belkhir

A celles qu'envoient la risette à m'âme, qui m'ont participé le gout de vie et elles ont m'aidée pour obtenir mes espoirs, aux fleurs de ma vie mes chères sœurs : Zarfa, Theldja, Hanane, Mima et à mes belles-sœurs Zhor et Sabiha.

A les princes et les princesses de mon cœur, les clés du bonheur, les oiseaux de paradis; Achraf, Aymen, Moatez, Hiba, Ibtihel, Aya, Maryame, Amani et Fatima.

A celles qui m'ont toujours soutenu avec un grand cœur mes idéales sœurs avant amies : Samira, Safa, Sara, Fatma, Hannou, Naima, khadeja, Imen et wahiba.

A mes collègues de ma promotion de Magister.

FADLAOUI Soumaia

Remerciements

Dans le cadre de la réalisation de ce modeste travail ;

Je remercie avant tout **Allah** tout puissant, de m'avoir accordé la santé, guidée vers le bon chemin et de m'avoir permis d'accomplir ce mémoire.

Je tiens à exprimer mes gratitude à Monsieur **Benziouche Salah Eddine ; Docteur HDR à l'université de Biskra**, le directeur de mon mémoire, qui a bien dirigé ce travail. Ses qualités scientifiques et humaines, sa disponibilité, et ses directives avisées m'ont permis de mener à terme cette recherche.

Je tiens à remercier le **Professeur Belhamra Mohamed** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, je remercie également le **Dr Benaziza Abdelaziz** et le **Dr Laiadi Ziane** qui ont bien voulu examiner et juger ce mémoire

Mes sincères remerciements à Madame **Bedjaoui Hanane Maitre-assistant (A)** à l'université de Biskra, d'avoir participé à l'encadrement de ce mémoire. Elle a été ma précieuse guide avec une patience jamais prise en défaut tout au long de la réalisation de ce travail, elle m'a consacré le temps nécessaire à l'aboutissement de mes travaux. Toute au long de ce travail elle n'a été pas seulement une enseignante pour moi mais une deuxième mère avec le sens propre de mot. Merci infiniment Madame.

Madame **Bennaceur Malika**, Professeur à l'université d'Oran, de m'avoir intégrée dans le projet PHCM qui m'a permis de bénéficier d'un mois de stage au CIRAD - Montpellier. Qu'elle trouve ici l'expression de ma très vive reconnaissance, de mon profond respect et de mon infinie gratitude pour tous les efforts déployés pour la réalisation de ce travail.

Je tiens également à remercier :

Monsieur **Lecoustre René**, chercheur au CIRAD au laboratoire botanique et bioinformatique de l'Architecture des Plantes AMAP de m'avoir intégrée au projet PHCM, m'avoir accueillie au laboratoire AMAP, m'avoir aidée à mener à bien mon stage à AMAP, et d'avoir mis à ma disposition tous les moyens nécessaires. Je le prie d'accepter l'expression de ma profonde gratitude et de mon profond respect.

Monsieur **Rey Hervé**, chercheur au CIRAD de Montpellier de m'avoir orientée et aidée pour mener à bien ce travail, Je le prie d'accepter l'expression de ma profonde gratitude et de mon profond respect.

Je voudrais exprimer ma vive reconnaissance à tous les membres du projet **PHCM** et du réseau **MOCAF** pour leurs aides et leurs précieux conseils, en particulier je ne voudrais pas oublier les doctorants : **M^{elle} Guamoudi Sana** et **Mr Elmasoudy Hassane** pour leurs appuis, leurs volontés d'aider, et leurs disponibilités.

Un grand merci également au **Dr.Mehaoua Mohamed** pour ces conseils et ses contributions dans la réalisation de ce travail, notamment dans l'analyse statistique.

Ça serait inconcevable de ne pas remercier le chef département (**Mr Guimeur Kamel**) et les enseignants du département des sciences agronomiques pour les efforts consacrés et la formation qui nous ont donnés durant notre étude.

Je souhaiterais aussi adresser ma gratitude aux : **Mr. Belgeudj Malek** (L'enceint directeur générale de l'ITDAS, sans l'aide inestimable de lui ce travail n'aurait pas eu lieu), **Mr Souici Djamel**. (Directeur Générale de l'ITDAS), **Mr. Ben Harzalah Mohamed tahar** (Directeur FDPS de l'ITDAS) et **Mr. Ben Djeddou Fouad** (Chef département de la production et l'amélioration des produits agricoles à l'ITDAS).

Enfin ; je voudrais exprimer toute ma gratitude envers mon entourage et à toutes les personnes qui ont pris part directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

FADLAOUI Soumaia

Liste des figures

Figures	Pages
Figure 01. Schéma d'un Palmier dattier.	09
Figure 02. Schéma d'une palme.	09
Figure 03. Inflorescences et fleurs du palmier dattier.	09
Figure 04. Répartition des palmiers dattiers de l'Algérie par wilaya en 2014.	17
Figure 05. Structure de patrimoine phoenicicole de l'Algérie par variété en 2014.	18
Figure 06. Production dattier en Algérie par variété en 2014.	19
Figure 07. Position du patrimoine phoenicicole (en million) de Biskra en 2015.	20
Figure 08. Répartition des palmiers dattiers de Biskra par communes en 2014.	20
Figure 09. Production dattier de Biskra par commune en 2014.	21
Figure 10. Structure variétale du palmier dattier à Biskra en 2015.	21
Figure 11. Position de la production des dattes de Biskra en 2015.	22
Figure 12. Production dattier des communes de Biskra par variété en 2014.	23
Figure 13. Carte d'Algérie, indiquant les différentes zones phoenicicole.	24
Figure 14. Schéma représentatif des causes de l'érosion génétique.	27
Figure 15. Quatre modèles architecturaux des palmiers.	32
Figure 16. Sections de palmes de palmier dattier montrant les différents groupes de penes.	33
Figure 17. Cœur du palmier.	34
Figure 18. Diagramme de phyllotaxie chez les palmiers.	35
Figure 19. Schéma descriptive de méristème apical <i>Pinus pinea</i> montrant l'angle de divergence classique de Fibonacci.	35
Figure 20. Parastiches apparentes sur le stipe d'un palmier dattier.	36
Figure 21. Situation géographique de Biskra.	40
Figure 22. Matériel nécessaire pour calculer l'angle phyllotaxique.	43
Figure 23. Mesure de l'angle phyllotaxique par la méthode AMAP.	44
Figure 24. Mesure de l'angle phyllotaxique par la méthode de calcul de Nombre de Cornafs.	44
Figure 25. Matériel nécessaire pour les mesures sur les palmes coupés.	45
Figure 26. Image montre la palme de rang 1.	46
Figure 27. Numérotation des palmes sur un pied de palmier.	47
Figure 28. Repérage des positions descriptives des plans foliaires.	48
Figure 29. Dimension du point C.	49
Figure 30. Différente partie d'une palme.	49
Figure 31. Longueur et repérage des positions 1/3 et 2/3.	50
Figure 32. Mesure de l'ouverture des penes (aux positions 1/3 et 2/3).	50
Figure 33. Mesure de demi-largeur (aux positions : insertion ,1/3 et 2/3).	51
Figure 34. Mesure de l'angle axial (logiciel MESURIM-PRO).	52

Figure 35.	Mesure de l'angle de rotation (logiciel MESURIM-PRO).	52
Figure 36.	Présentation générale des étapes de la simulation par le logiciel XPLO.	54
Figure 37.	Angle phyllotaxique des deux méthodes de mesure des cultivars étudiés.	57
Figure 38.	Angle phyllotaxique des trois hauteurs chez les cultivars étudiés.	58
Figure 39.	Etat de la plupart des stipes à la hauteur de 50cm.	59
Figure 40.	Angle phyllotaxique des trois positions (Gauche, Milieu, Droite) chez les cultivars étudiés	60
Figure 41.	Angle phyllotaxique des deux méthodes au niveau des sites	66
Figure 42.	Angle phyllotaxique des trois hauteurs au niveau des sites.	66
Figure 43.	Angle phyllotaxique aux trois positions au niveau des sites.	67
Figure 44.	Angle phyllotaxique des deux méthodes pour les âges étudiés.	69
Figure 45.	Angle phyllotaxique des trois hauteurs pour les âges étudiés.	69
Figure 46.	Angle phyllotaxique aux trois positions pour les âges étudiés	70
Figure 47.	Variation de la disposition des palmes selon la valeur de l'angle phyllotaxique en suivant le parastiche 8 et le parastiche 13	73
Figure 48.	Variation du nombre des pennes dans les côtés gauche et droite de la palme selon les cultivars.	78
Figure 49.	Variation des fréquences des groupements des pennes entre le côté gauche et droite de la palme chez les trois cultivars.	80
Figure 50.	Variation des longueurs des pennes chez les trois cultivars selon leur positions métriques au long de la palme.	82
Figure 51.	Variation des angles de rotation sur les côtés droite et gauche pour les trois cultivars.	84
Figure 52.	Variation des angles axiaux sur les côtés droite (D) et gauche (G) des palmes des trois cultivars.	86
Figure 53.	Maquettes informatiques deux dimensions (2D) des palmes des trois cultivars.	89
Figure 54.	Maquettes informatiques trois dimensions (3D) des palmes des trois cultivars.	90

Liste des tableaux

Tableaux	Pages
Tableau 01. Cycle végétatif annuel du palmier dattier.	10
Tableau 02. Calendrier cultural annuel du palmier dattier.	11
Tableau 03. Présentation des cultivars étudiés et leurs âges pour chaque site.	42
Tableau 04. Fiche de mesures feuilles (Description générale).	53
Tableau 05. Résultats de l'analyse de la variance de l'angle phyllotaxique des méthodes, hauteurs et des positions de mesures.	64
Tableau 06. Résultats de l'analyse de la variance de l'angle phyllotaxique des cultivars.	64
Tableau 07. Longueurs des différentes parties de la palme chez les trois cultivars.	91
Tableau 08. Nombre des pennes (épines et folioles) sur les deux côtés de la palme chez les 03 cultivars.	92

Liste des abréviations

AMAP	Botanique et Modélisation de l'architecture des plantes et des végétations.
CACI	Chambre algérienne de commerce et d'Industrie.
CCI	Chambre de commerce et d'Industrie de Biskra.
CDARS	Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions Sahariennes.
CIRAD	Centre International de la Recherche Agronomique pour le Développement.
EUROMED	Euroméditerranée.
FAO	Food and Agriculture Organisation.
GEA	Groupe d'Etude de l'Arbre.
INRAA	Institut National De La Recherche Agronomique d'Algérie.
IPGRI	International Plant GeneticResources Institute.
ITDAS	Institut Technique du Développement de l'Agronomie Saharienne.
MOCAF	Modélisation de la Croissance de l'Architecture et de la Floraison.
RAPD	RandomAmplifiedPolymorphic DNA.
UMR AMAP	Unité Mixte de Recherche botanique et bio-informatique de l'architecture des plantes.
URZA	Unité de Recherche sur les Zones Arides.
PHCM	Projet: Modélisation de l'architecture et fonctionnement hydrique du palmier. dattier dans les oasis du Maghreb.
ANIRF	Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière.

Table des Matières

Dédicace.....	
Remerciements.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations.....	
Table des matières.....	
Glossaire.....	
Introduction général.....	02
Partie I : Recherche bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier.....	06
Introduction	06
1. Classification du palmier dattier.....	06
2. Description botanique ou morphologique.....	07
2.1. Organes végétatifs.....	07
2.1.1. Stipe.....	07
2.1.2. Palme.....	07
2.1.3. Système racinaire (la partie souterraine).....	07
2.2. Organes reproducteurs.....	08
3. Cycle de développement du palmier dattier (phénologie).....	10
4. Calendrier cultural du palmier dattier.....	10
5. Propagation du dattier.....	12
5.1. Multiplication par voie sexuée.....	12
5.2. Multiplication par plantation de rejets.....	12
5.3. Culture in vitro.....	13
6. Méthodes de caractérisation.....	13
6.1. Caractérisation morphologique.....	13
6.2. Caractérisations biochimique et moléculaire.....	14
Conclusion.....	15
Chapitre II : Situation du secteur phoenicicole en Algérie.....	16
Introduction.....	16
1. Importance du palmier dattier.....	16
1.1. A l'échelle internationale.....	16
1.2. A l'échelle nationale.....	17
1.3. A l'échelle locale de Wilaya.....	19
2. Répartition du potentiel phoenicicole en Algérie.....	23
3. Etat de la biodiversité génétique du potentiel phoenicicole.....	24

3.1.En Algérie.....	24
3.2.Dans les Ziban.....	25
4. Menaces sur les ressources génétiques du palmier dattier.....	26
Conclusion.....	28
Chapitre III : Architecture de palmier dattier.....	29
Introduction.....	29
1. Initiation de l'art de l'architecture.....	29
2. Etat de l'art : cas de palmiers dattier.....	30
3. Architecture du palmier dattier.....	31
4. Phyllotaxie et l'organisation foliaire chez le palmier dattier.....	34
5. Modélisation et la simulation de l'architecture du palmier dattier.....	37
Conclusion.....	37

Partie II: Matériel et méthodes

1. Région d'étude.....	40
1.1.Site d'Ain Ben Noui (ITDAS).....	40
1.2.Site de Felliache.....	41
1.3.Sited'El Hadjeb.....	41
1.4.Sited'Ain Naga.....	41
2. Matériel végétale.....	41
3. Méthodes et paramètres mesurés.....	42
3.1.Calcul de l'angle phyllotaxique.....	42
3.1.1. Calcul de l'angle phyllotaxique par « la méthode AMAP ».....	43
3.1.2. Calcul de l'angle phyllotaxique par « la méthode de Calcul de Nombre de Cornafs (CNC)».....	44
3.2.Paramètres mesurés sur palmes.....	45
3.2.1. Repérage de la palme 1 et les spires apparentes.....	46
3.2.2. Repérage des positions descriptives des plans foliaires.....	47
3.2.3. Mesures biométriques.....	48
a. Mesures sur la nervure.....	48
b. Mesures sur les pennes.....	50
▪ Longueurs et repérage des positions 1/3 et 2/3.....	50
▪ Ouvertures des pennes.....	50
▪ Demi -largeur pour chaque côté.....	51
3.2.4. Mesures géométriques.....	51
a. Angle d'insertion horizontale des pennes (angle axial).....	52
b. Angle de rotation.....	52

4. Traitement des données : Méthodes et Logiciels.....	53
4.1.Traitement statistique.....	53
4.2.Simulation (Palmier et palme).....	53

Partie III: Résultats et discussion

Chapitre I : Angle phyllotaxique.....	56
1. Résultats de mesure de l'angle phyllotaxique.....	56
1.1.Variation de l'angle phyllotaxique des cultivars.....	56
1.1.1. Variation de l'angle phyllotaxique des cultivars en fonction de la méthode de mesure adoptée.....	56
1.1.2. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois hauteurs de mesure sur le stipe (méthode AMAP).....	58
1.1.3. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois positions de mesure sur les cornafs (méthode AMAP).....	59
1.2.Variation de l'angle phyllotaxique des cultivars en fonction du site d'étude	61
1.2.1. Variation de l'angle phyllotaxique entre les deux méthodes de mesure adoptée.....	61
1.2.2. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois hauteurs de mesure sur le stipe (méthode AMAP).....	62
1.2.3. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois positions de mesure sur les cornafs (méthode AMAP).....	63
1.3.Variation de l'angle phyllotaxique des cultivars en fonction de l'âge.....	65
1.3.1. Variation de l'angle phyllotaxique entre les deux méthodes de mesure adoptées.....	65
1.3.2. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois hauteurs de mesure sur le stipe (méthode AMAP).....	68
1.3.3. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois positions de mesure sur les cornafs (méthode AMAP).....	71
1.4.Variation de la disposition des palmes selon la valeur de l'angle phyllotaxique.....	71
2. Discussion des résultats l'angle phyllotaxique.....	74
Chapitre II : Symétrie et simulation de la palme.....	77
1. Résultats de la symétrie de la palme.....	77
1.1.Nombre des pennes.....	77
1.2.Groupement des pennes.....	79
1.3.Longueur des pennes.....	79
1.4.Angles de rotations et axiaux des pennes.....	83
1.4.1. Angles de rotation.....	83
1.4.2. Angles axiaux.....	85
2. Discussions des résultats de la symétrie de la palme.....	87
3. Résultats de la simulation des palmes.....	88

3.1.Proportionnalité.....	91
3.2.Dénombrément.....	92
3.3.Longueur des pennes et angles de rotation.....	92
4. Discussion des résultats de la simulation des palmes.....	93
Conclusion générale.....	95
Références bibliographiques.....	100
Annexes	
Annexes 01.....	114
Annexes 02.....	118
Annexes 03.....	119

Glossaire

Angle phyllotaxique : L'angle de divergence entre deux feuilles consécutives (Albertin *et al.*, 2004).

Architecture d'une plante : C'est l'étude de l'ensemble des formes structurales que peut développer une plante à divers stades de sa vie. (GEA, 1993)

Croissance : C'est l'augmentation du nombre et de la taille des unités existantes (organes, cellules) et la formation d'unités nouvelles qui se modifient à leur tour progressivement (Mazliak, 1982). Donc c'est l'ensemble des modifications quantitatives qui interviennent au cours de développement, et qui se traduisent par une augmentation appréciable dans les propriétés qualitatives (Haller, 1978 in Roger, 1983)

Cultivars : Le terme de cultivar désigne une population ou variétés de plantes cultivées d'un processus de sélection qui sont des hybrides multipliés végétativement et formant des « variétés population » permettant par le biais d'une sélection empirique, réalisée au fil des années, par les phoeniculteurs l'obtention d'un produit dont les caractéristiques sont conformes à celle du pied mère (Bousdira, 2007).

Développement de la plante : Ensemble des processus ordonnés et coordonnés qui contribuent à l'élaboration progressive d'un organisme pluricellulaire à partir d'un zygote unicellulaire (Bernier, nd).

Diversité génétique : C'est –à-dire la fréquence et la diversité des gènes et/ou des génomes existants. C'est la diversité au sein des espèces ; il s'agit de la variabilité qui existe entre les populations de chaque espèce et à l'intérieur d'une même population, entre les individus qui la composent.

Djebars : Les rejets proprement dits (Peyron, 2000).

Erosion génétique : La disparition d'individus et de populations entières en conséquence, entre autres, de la destruction de leur habitat, appauvrit la capitale génétique d'une espèce. (Glowk, *et al* 2006).

Francs : Plantes issues des semis (Tengberg, 2009).

Khalt:Désigne un palmier issu de semis et multiplié, pour une ou des caractéristiques données, par la voie végétative (Harrak, 2010).

La phyllotaxie : Le mot « phyllotaxie » vient du grec « phylle » qui signifie feuille et « taxon » qui se traduit par disposition ou ordre. Littéralement, la « phyllotaxie » est l'étude de la disposition des feuilles autour des branches, c'est-à-dire l'ordre dans lequel sont implantés les feuilles ou les rameaux sur la tige d'une plante (Albertin et *al.* , 2004).

Maquette : Représentation en trois dimensions, le plus souvent à échelle réduite, mais fidèle dans ses proportions.

(<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/maquette/49307#2x6gM6oghMbIOEzu.99>
larousse Français).

Méristème : Tissu végétal formé de cellules indifférenciées, siège de divisions rapides et nombreuse produisant les cellules qui, en se différenciant, formeront les divers tissus de la plante. (Larousse agricole. 2002)

Model architectural : Correspondant à l'ensemble des structures et des différenciations élaborées successivement par l'individu, en expression de son potentiel génétique, et depuis le zygote jusqu'à l'apparition de la sexualité (Cremers, 1986).

Modélisation : C'est l'établissement des modèles (Le petit larousse illustré, 2006).

Orthoparastiche ou ortostiche : C'est une hélice foliaire où les feuilles sont sensiblement disposées en rangs longitudinaux (Talon. et *al.*, 1964)

Parastiche : Hélice foliaire, le long desquelles les feuilles suivent leur croissance (Albertin et *al.*, 2004).

Ramification : La ramification est le fait qu'une unité morphologique du corps donne naissance à une ou plusieurs unités nouvelles de même nature fondamentale qu'elle-même. En principe l'unité génératrice et les unités apparues restent associées en un ensemble dit système ramifié (Bugnon, 1980).

Sens phyllotaxique : C'est le sens de rotation apparent des spires ou des hélices foliaires(Henry, 1955).

Simulation : Représentation par un modèle physique ou mathématique d'un phénomène complexe, du comportement d'un appareil ou de l'évolution d'un système à des fins d'étude, de mesure ou d'essai (Le petit Larousse illustré, 2006).

Topologie de la plante: Agencement des pièces botaniques dans la plante (Rey, 1993).

Typologie de la plante: C'est-à-dire les types d'organes qui la composent, est défini dans un axe de référence. Il s'agit d'un axe numérique orienté et indexé selon un gradient de différenciation morphogénétique des organes constitutifs de la plante (De Reffye *et al.* 1990 ; Barcziet *al.* 2007 in Memadji-le-allah, 2011).

Variétés : Sont des phénotypes multipliés végétativement à partir d'un palmier hybride, métis non fixé, sélectionné par les agriculteurs (Peyron, 2000).



Introduction

Introduction générale

L'importance socioéconomique et environnementale de la phoeniciculture est loin d'être négligeable dans le monde entier. Elle est considérée comme le pivot central autour duquel s'articule la vie dans les régions sahariennes. En effet, les palmeraies menées en générale en culture mixtes, permettent la subsistance de nombreuses familles (**Dubost, 1990**). En outre, d'après **Achoura, (2013)**, le *Phoenix dactylifera* L. est synonyme de vie au désert, cultivé depuis des temps anciens dans le Sahara et les régions chaudes du globe, car il représente la plus grande adaptation au climat des régions arides et semi arides.

L'oasis a depuis toujours été caractérisée par une architecture particulière. Le palmier dattier est le plus souvent, l'axe principale de la structure oasis autour duquel gravite un ensemble d'autres espèces arboricoles, légumières, et fourragères formants un mélange anarchique des espèces de « variétés » et de classes d'âge (**Rhouma, 1993**).

Le caractère dioïque de l'espèce *Phoenix dactylifera* L. est à l'origine d'une richesse variétale exceptionnelle (**Belguedj, 2000**), chaque noyau semé peut en effet constituer une variété nouvelle, ce qui rend le dénombrement des variétés existants très difficile (**Aberlenc-Bertossiet al., 2008**)

L'Algérie dispose d'un important potentiel phoenicicole, avec son millier de cultivars inventoriés (**Hannachi, 2015**), et une grande diversité génétique (**Benziouche, 2012 et Dakhiaet al., 2013**) qui est sérieusement menacée de disparition. Les nouvelles plantations ont été réalisées essentiellement, depuis une trentaine d'années, à partir de la seule variété "Deglet Nour" dans le même temps, les palmerais des autres variétés ont vieilli et ont été rarement ou pas propagés (**Ferry, 1993**). La mise en place de stratégies de recherche visant à l'évaluation de la diversité génétique pour la sélection locale des palmiers dattiers est devenue impérative (**Djoudi, 2013**).

Afin de protéger et valoriser le patrimoine phoenicicole notamment contre l'érosion génétique flagrante, beaucoup de recherche et études ont été réalisées ou en cours de réalisation dans plusieurs disciplines sur cette ressource naturelle. L'étude de la diversité phénotypique du palmier dattier a fait l'objet de plusieurs études (**Reynes et al., 1994 ; Elhoumaizi et al., 2002b; Ould mohamed salem et al., 2008; Hammadi et al., 2009; Ould mohamed ahmed et al. 2011**).

A cet effet, La Tunisie, l'Algérie et le Maroc ont travaillé ensemble pour la mise en place d'un descripteur du palmier dattier dans le cadre d'un projet proposé et géré par l'**IPGRI en 2005**. Et bien que certains pays ont effectué des catalogues de cette diversité (**Rhouma, 2005 et Hannachi, 1998**) ; Néanmoins, à grande échelle, l'agro-biodiversité du dattier reste méconnue.

La description des cultivars, basée sur le fruit (forme, taille, poids, couleur...) est une approche intéressante puisqu'il s'agit de la partie d'intérêt de la plante, variable et facilement accessible pour l'étude (Sakr et al, 2010 in **Gros-Balthazard, 2012**). Cependant, ces critères sont qualitatifs, influencés par l'environnement et le stade de développement et ont un pouvoir discriminant faible (**Mason, 1915 et Gros-Balthazard, 2012**).

L'identification variétale constitue l'une des composantes essentielles pour une gestion rationnelle du patrimoine phoenicicole (**Zehdi et al, 2008**).

D'après **Lecoustre**, La mise en œuvre de modèles numériques sur des représentations architecturales d'arbres constitue une voie prometteuse pour simuler la variation existante au niveau des cultivars de palmier dattier.

Actuellement, une nouvelle technique de modélisation à base de l'outil informatique a été appliquée par certaines équipes de recherche dans plusieurs institutions internationales spécialisées à l'instar le CIRAD, où les résultats obtenus ont été fructueux sur certaine culture en l'occurrence le palmier d'huile. De ce fait, des chercheurs dans le Projet PHCM essayent d'appliquer au palmier dattier les techniques de modélisation de l'architecture des plantes développées par l'AMAP.

En revanche, l'UMR AMAP a développé un outil informatique performant en matière de modélisation qui permet de visualiser, en trois dimensions, un arbre aux diverses phases de sa croissance. Le principal objectif du projet PHCM consiste à modéliser des cultivars de palmier dattier. Parmi les perspectives qu'offre la modélisation, son intérêt pour la gestion des écosystèmes.

C'est dans ce cadre rentre notre recherche, on va essayer d'appliquer la technique de modélisation de l'architecture sur le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. pour la caractérisation des cultivars dans la wilaya de Biskra. Il s'agit de vérifier si la phyllotaxie et certaines dimensions de la nervure et du limbe des palmes, chez le dattier, peuvent être des outils de discrimination variétale au sein de l'espèce.

Pour réaliser ce travail ; nous avons suivi une méthodologie de recherche qui englobe plusieurs étapes qui nous a permis à la fin d'atteindre les objectifs tracés précédemment. Après l'explication du contexte du sujet et détermination de la problématique dans l'introduction générale.

Nous allons présenter dans la première partie une lecture bibliographique sur les concepts de base et les outils utilisés. En effet, cette partie est structurée en trois chapitres qui traitent des généralités sur : Le palmier dattier, La situation actuelle du secteur phoenicicole, et l'architecture du palmier dattier successivement

En deuxième lieu, la partie matériel et méthodes, qui aborde, le choix des régions d'études et le matériel végétal utilisé (en termes de cultivars et âge), ainsi que le matériel nécessaire utilisé durant notre expérimentation sur terrain ou au niveau des laboratoires on appliquant cette technique d'architecture : Des mesures architecturales ; soit au niveau du stipe ou au niveau des palmes coupées. Cette partie a été achevée par la présentation des méthodes d'analyse statistique et architecturale des données.

La troisième partie, a été consacrée à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions en se référant aux études antérieures faites dans ce domaine, mais aussi de ressortir les principales conclusions répondant à nos objectifs.

Notre travail a été achevé par une conclusion générale qui englobe les différents résultats obtenus et les perspectives de ce travail.



Partie I :

Recherche

Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier

Introduction

Le palmier dattier est une espèce monocotylédone, arborescente, dioïque et diploïde ($2n=36$). Il a été dénommé *Phoenix dactylifera* L. par Linné en 1734. *Phoenix dactylifera* L., provient du mot «*Phoenix*» qui signifie dattier chez les phéniciens, et «*dactylifera*» dérive du terme grec «*dactylos*» signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (**Munier, 1973**). Une autre source mentionne le nom de l'oiseau légendaire égyptien ; qui était capable de résister et même de renaître, après avoir connu le feu (**Peyron, 2000**). Selon **Glossaire l'intermédiaire des Terminologie doctrinale**, le palmier dattier est considéré par les arabes comme arbre noble, ils lui ont donné le nom «*Nakhla*» qui signifie le pur, le meilleur ou l'essentiel. (<http://www.almaany.com/ar/dict/ar-ar/نخلة/>).

Le palmier dattier offre de larges possibilités d'adaptation, c'est une espèce thermophile ayant une activité qui se manifeste à partir d'une température de +7 à +10 °C. La température de 10°C est le zéro de la végétation. L'intensité maximale de végétation est atteinte à des températures supérieures à 30°C, elle se stabilise ensuite et commence à décroître à partir de 38-40°C (**Peyron, 2000**).

1. Classification du palmier dattier

Le genre *Phoenix* comporte au moins douze espèces, parmi eux est *dactylifera* (**Nixon, 1950**). Sa position systématique actuelle, basée sur des données récentes de l'**International Code of Botanical Nomenclature** :

- Embranchement : Angiospermes
- Classe: Monocotylédones.
- Ordre: Arecales.
- Famille: Acéracées
- Sous- famille: Coryphoidées
- Tribu: Phoenicées.
- Genre: *Phoenix*
- Espèce: *Phoenix dactylifera* L.

Source: <http://www.tela-botanica.org/bdtx-nn-77545-nomenclature>.

2. Description botanique ou morphologique.

2.1. Organes végétatifs

2.1.1. Stipe

Stipe cylindrique appelé aussi stipe ou tige est non ramifié, lignifié et de couleur marron, brun, le tronc est généralement monopodique et recouvert à sa surface par la base des palmes coupées « cornafs » recouvertes à leurs tour par un fibrillum « Lif » (**Sedra, 2001**) (**Fig.01**).

2.1.2. Palme:

Les palmes (**Fig.02**) sont des feuilles composées, pennées issues du bourgeon terminal et d'une durée de vie allant jusqu'à 7ans. Leur structure change suivant la variété, l'âge et les conditions environnementales. Les palmes adultes peuvent mesurer jusqu'à 6m de long et présentent 3 segments différents: le pétiole, le segment à épines et le segment à folioles (**Zaid, 2002**).

A l'aisselle de chaque palme se trouve un bourgeon axillaire qui en se développant, peut donner naissance à une inflorescence dans la région coronaire, à un rejet dans la région basale ou rarement à un gourmand dans la région moyenne et sous coronaire (**Ben abdallah, 1990**).

2.1.3. Système racinaire (la partie souterraine)

L'organisation du système racinaire du palmier dattier au stade adulte n'a pas fait objet d'étude approfondie et cela est probablement dû à la difficulté d'accès au système racinaire (**Bouguedoura, 2012 in Mimoun, 2014**). C'est sans doute leur caractère « caché » et les techniques d'observation fastidieuses dépendantes de cet état qui ont découragé la plupart des chercheurs (**Jourdan, 1995**).

Munier, (1973) puis Oihabi,(1991) ont classé les racines du palmier dattier en quatre grands types, selon la zone du sol qu'elles occupent (I, II, III et IV) (**Sedra, 2003**). Ainsi, les racines respiratoires occupent la première zone qui peut atteindre 20 cm au-dessous de la surface du sol. La zone II est occupée par les racines de nutritives qui présentent la plus forte proportion de racines du système.

La troisième zone est occupée par les racines d'absorption qui servent à chercher l'eau. En cas de manque d'eau, les palmiers développent verticalement des racines du faisceau pivotant occupant la quatrième zone du sol. Ce pivot racinaire peut atteindre l'eau jusqu'à une profondeur de 17m (**Leyron, 2000 in Jrad, 2012**).

Chez le palmier dattier adulte, le système racinaire est constitué comme suit : d'abord les racines de premier ordre (Auxirhyses) qui se développent en premier lieux vers le bas ou obliquement. Elles émettent horizontalement des racines du deuxième ordre (Mésorhyses), qui se développent aussi bien en surface qu'en profondeur, donnant naissance à leur tour à des racines latérales de troisième ordre ou Brachyrhyses (**Sedra, 2003 et Zaid, 2002**).

2.2.Organes reproducteurs

L'inflorescence se développe dans la région coronaire du stipe, à partir de bourgeons axillaires situés à l'aisselle des palmes. Elle est munie à sa base d'une grande bractée, la spathe qui, dans un premier temps, enveloppe les axes inflorescentiels et les protège de la chaleur et du soleil. Les fleurs sont unisexuées, pratiquement sessiles, leurs pédoncules sont très courts.

Le palmier étant dioïque, les fleurs mâles et femelles sont portées par des individus distincts et sont donc différents morphologiquement (**Fig.03**). Les fleurs femelles contiennent 3 carpelles dont un seul (en général) se transformera en fruit. (**Gros-Balthazard, 2012**)

D'après **Gros-Balthazard, (2012)** Le fruit du dattier, la datte, provient du développement d'un carpelle après fécondation de l'ovule. En l'absence de pollinisation, il arrive que des fruits parthénocarpiques se développent mais ceux-ci arrivent rarement à maturité. La datte est une baie monosperme. Elle est constituée d'un épicarpe cireux (peau), d'un mésocarpe charnu et d'un endocarpe fin et parcheminé entourant la graine.

Les dattes sont portées par un régime composé d'un long pédoncule et d'un rachis ramifié en épillets florifères. Les dattes portées par les épillets conservent le périanthe desséché à leur base. Leur couleur varie selon les cultivars et le stade de maturité. Elles sont généralement oblongues mais peuvent être presque rondes, selon la variété.

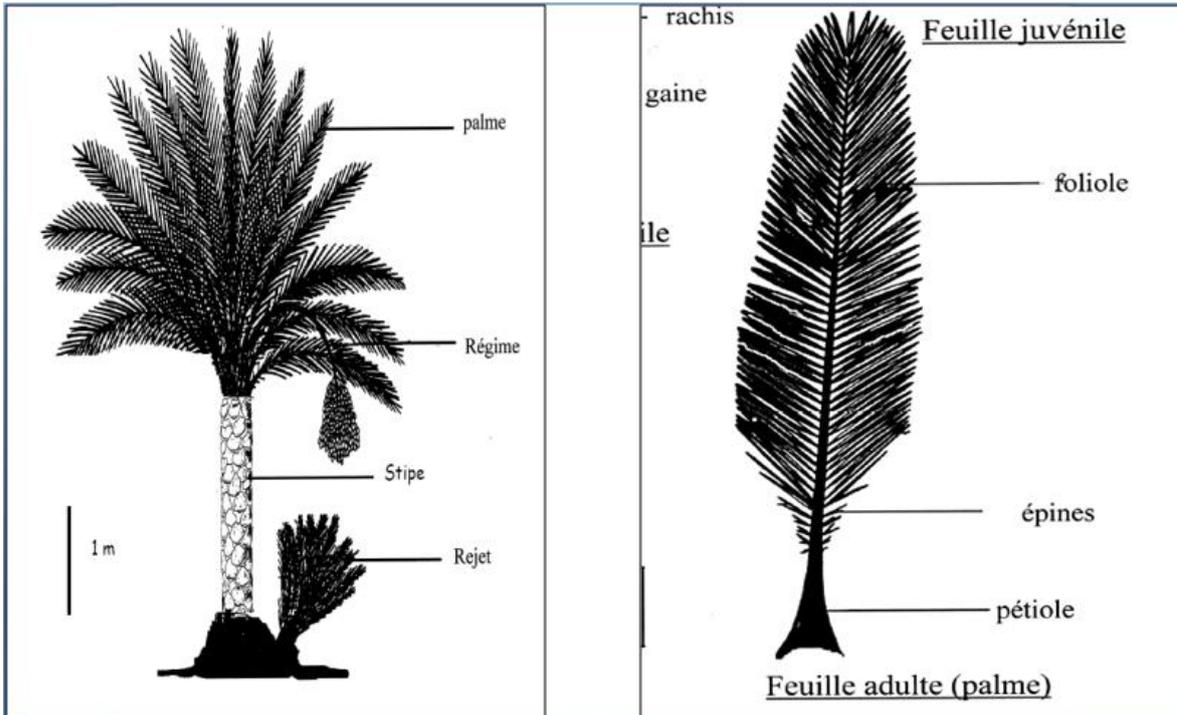


Figure 01: Schéma d'un Palmier dattier.

Figure 02: Schéma d'une palme.

Source: Elhoumaizi ,2002.

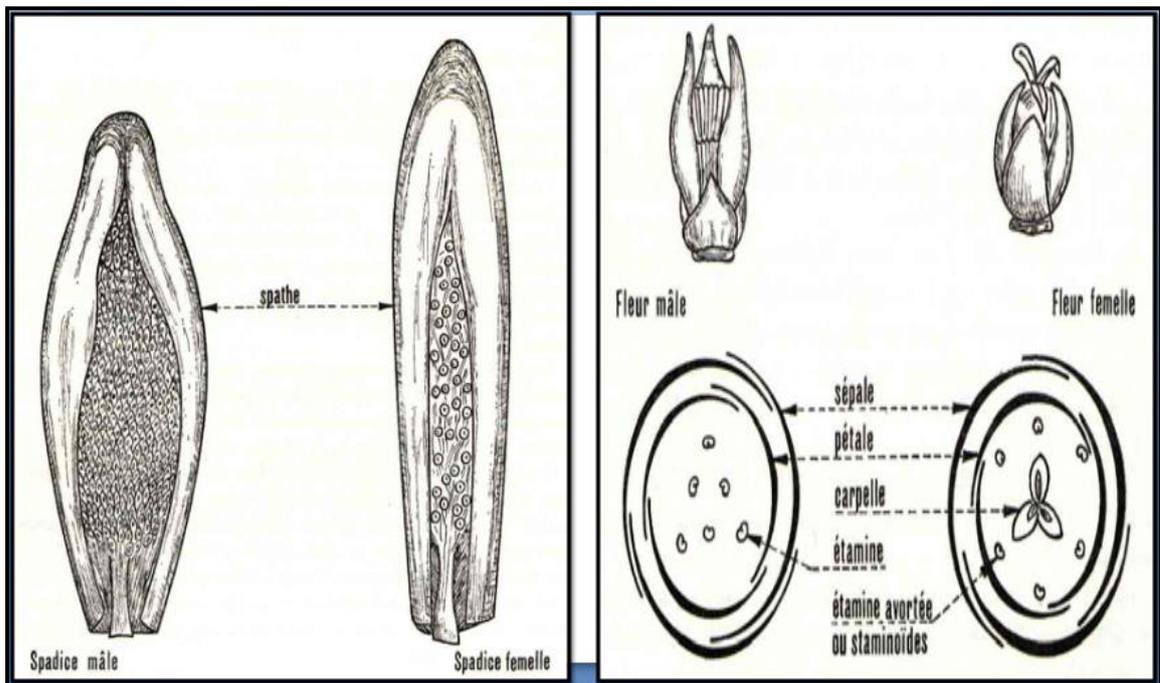


Fig. 03: Inflorescences et fleurs du palmier dattier.

Source: Munier, 1973.

3. Cycle de développement du palmier dattier (phénologie) :

Selon (Belguedj, 2002), Le cycle de production 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 01:Cycle végétatif annuel du palmier dattier.

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												

Source: Belguedj, 2002.

4. Calendrier culturel du palmier dattier.

Le tableau 02 résume les principales opérations de l'itinéraire technique appliquées à la culture du palmier dattier. Dans les palmerais algériennes, ces opérations sont variables dans leurs application d'une opération à une autre, d'une région phoenicicole à une autre, et d'une exploitation phoenicicole à une autre ; selon le niveau du savoir-faire, les moyens financiers et la disponibilité des moyens (Benzioucheet Chehat, 2010). D'ailleurs, c'est l'une des contraintes qui entravent le développement de Phoeniciculture algérienne (Benziouche et Cheriet, 2012)

Tableau 02: Calendrier cultural annuel du palmier dattier.

Opérations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Travaux du sol					■							■
Epannage de fumier	■											■
Epannage d'engrais		■			■	■						
Pollinisation		■	■	■								
Lutte contre le Boufaroua	1 ^{er} traitement : Mi-juin 2 ^{ème} traitement : 2 semaines de juillet											
Lutte contre le Myélois	1 ^{er} traitement : Fin de juillet 2 ^{ème} traitement : 2 semaines après le 1 ^{er} traitement 3 ^{ème} traitement : 3 semaines après le 2 ^{ème} traitement											
Descente de régimes						20	■					
Limitation-Ciselage						20	■					
Taille des palmes								■	■			
Ensachage								15	■			
Lutte contre le boufaroua	1 ^{er} traitement : mi-juin 2 ^{ème} traitement : deux (2) semaines de juillet (traitement mixte avec le myélois)											
Lutte contre le myélois (<i>Ectomyeloisceratoniae</i>)	1 ^{er} traitement : fin du moi de juillet(traitement mixte avec le boufaroua) 2 ^{ème} traitement : deux semaines après le 1 ^{er} traitement 3 ^{ème} traitement :trois(3) semaines après la 2 ^{ème} traitement											
Lutte contre le Khamedj(<i>Mauginiellasc aetae</i>)	1 ^{er} traitement : Décembre 2 ^{ème} traitement : apparition des premières spathes 3 ^{ème} traitement : 15 j après la 2 ^{ème} application											
Récolte	Début du stade Khlal au stade Tmar											
Irrigation	Une irrigation / 7 j en été (Mai - Septembre) Une irrigation / 20 j en hiver (Octobre - Avril)											

Source: (I.T.D.A.S, 2007)

5. Propagation du dattier

Dans les populations non cultivées, le dattier se multiplie à la fois par le biais de graines (reproduction sexuée) et par propagation de rejets (reproduction asexuée). En culture, il est principalement propagé par voie végétative. La Micropropagation du palmier dattier est maintenant devenu une réalité commerciale, rendue possible par les efforts dévoués plusieurs scientifiques (**Hodel et Pittenger, 2003 et Al-khalifah et Shanavaskhan, 2012**).

5.1. Multiplication par voie sexuée

Le palmier dattier est une plante dioïque très hétérozygote. Dans les peuplements naturels le pollen des plantes mâles est porté par le vent et par les insectes sur les organes sexuels des plantes femelles, fécondant les dattes (**Wertheimer, 1956**). La reproduction par la voie sexuée conduit à une population très hétérogène (**Fki et al., 2001 et Sedra, 2003**).

La multiplication par voie sexuée consiste à semer les graines Elle entraîne l'apparition de nouveaux phénotypes qui peuvent être intéressants mais comporte également plusieurs désavantages. Dans un premier temps, il faut attendre plusieurs années avant d'obtenir des fruits. Dans un second temps, le dattier étant hétérozygote, 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 des parents (**Peyron, 2000**).

Enfin, les graines semées donnent 50% de mâles et 50% de femelles. Etant donné que seules les femelles produisent des dattes, cette méthode de propagation apparaît peu rentable (**Fki et al., 2001, Al-khalifah et Shanavaskhan, 2012 et Gros-Balthazard, 2012**).

5.2. Multiplication par plantation de rejets

Pendant des siècles, la multiplication par rejet était la méthode uniquement commerciale de multiplication végétative en palmier dattier. Ces rejets sont produits à partir des bourgeons axillaires naissant de la base du tronc pendant la vie juvénile de la palme (**Hodel et Pittenger, 2003 et Al-khalifah et Shanavaskhan, 2012**).

La multiplication végétative contourne les contraintes engendrées par la multiplication par voie sexuée (**Gros-Balthazard, 2012**). Cette voie garantit la conformité des caractères du pied mère et par conséquent les qualités organoleptiques du fruit

(**Drummond, 1919**). Néanmoins, le palmier dattier ne produit qu'un nombre limité de rejets au cours de sa vie en moyenne 20 à 40 rejets selon le cultivar (**Toutain et Rhiss, 1973 in Elhoumaizi, 2002**).

5.3. Culture in vitro

La multiplication traditionnelle par rejet de ces obtentions ne permet pas de répondre aux énormes besoins en plants nécessaires pour combattre contre différentes maladies telle que « le Bayoud *Fusarium oxysporum* f. sp. », et le recours aux techniques de culture *in vitro* demeure la voie incontestable pour la multiplication en masse et la diffusion rapide de ces cultivars en palmeraie (**Anjarne et al., 2005**). Deux méthodes existent : l'organogénèse qui repose sur les capacités de bourgeonnement de plusieurs types d'explants et l'embryogénèse somatique qui vise à différencier des cellules somatiques afin de permettre la formation d'embryons (**Gros-Balthazard, 2012**).

6. Méthodes de caractérisation

L'identification des cultivars sélectionnés au fil du temps est faite par les agriculteurs eux-mêmes en utilisant leurs connaissances ancestrales. Mais ces connaissances sont en cours de disparition, notamment avec le vieillissement des phoeniculteurs et la faible relève des jeunes 80% ont dépassé l'âge de 70 ans (**Benziouche, 2012**). Donc il est plus que nécessaire de justifier et documenter ces connaissances et ce savoir-faire locale par les chercheurs pour les protéger (**Bougoudoura et al., 2015**).

De ce fait plusieurs méthodes sont mises en place afin de caractériser cet important patrimoine, on peut citer :

6.1. Caractérisation morphologique

Depuis le début du vingtième siècle, le palmier dattier a fait l'objet de plusieurs études morphologiques qui visent, soit l'identification des cultivars, soit l'établissement des listes des principaux cultivars dans leurs zones traditionnelles de culture. Mais ces études restent généralement descriptives et souvent incomplètes.

Les premières clés de détermination des cultivars ont été réalisées par **Mason (1915)** et **Nixon (1950)** pour 194 cultivars du dattier, plantés aux Etats Unis d'Amérique.

Depuis 1970 à nos jours, la plupart des études morphologiques sont focalisées sur les caractères quantitatifs ou chimiques de la datte (IPGRI, 2005), Rhouma (1993), Hannachi et

al.(1998) et Belguedj(1996 et 2002) ont établi des fiches de description de certains cultivars tunisiens et algériens. Au Maroc, depuis les travaux de Perea-Leroy (1958), plusieurs observations ont été faites sur la description des cultivars du palmier dattier (Toutainet *al.*, 1971 ; Toutain, 1977).Sedra (2001) a étudié, au Maroc, des descripteurs du palmier dattier. **(IPGRI, 2005).**

La reconnaissance des cultivars du palmier se fait en se basant surtout sur les caractères des fruits (forme, dimensions, poids, couleur, consistance, composition biochimiques des dattes)mais ceux-ci ne sont produits qu'après une phase végétative de plusieurs années(**Bouguedoura et al., 2010 et Babahani, 2011**).

Les marqueurs morphologiques restent limités et insuffisamment informatifs sur le plan de la diversité génétique. Le recours dans les travaux de caractérisation aux techniques de biochimie et de biologie moléculaire s'avère incontournable **(Tirichine, 2010).**

6.2. Caractérisations biochimique et moléculaire.

La reconnaissance de marqueurs biochimiques pourrait permettre d'identifier précisément les palmiers à n'importe quel âge et à n'importe quelle saison, car le polymorphisme polyphénolique est un reflet moléculaire original de la diversité génétique **(Ouafi et Riveil, 2010).**

Les marqueurs biochimiques, (isoenzymes et polyphénols) ont été utilisés pour l'analyse de la diversité génétique. C'est ainsi que, sur sept systèmes enzymatiques (ADH, DIA, GOT, PAC, Endo, LAP, PGM) retenus et testés sur 181 individus appartenant à 31 cultivars, les résultats montrent une grande diversité génétique et l'existence d'une variabilité intra-cultivar. La clé d'identification a permis d'identifier 20 cultivars. Cependant, sur un plus grand nombre de cultivars, la technique de marquage génétique utilisant les isoenzymes, n'est pas discriminatoire pour différencier tous les génotypes **(Bennaceur et al.,1991 in Bouguedoura et al., 2010).**

Les cartes des descripteurs ont été souvent, complétées par l'analyse chimique des dates qui permettront une meilleure connaissance de la génétique potentielle **(Belguedj, 2000).**

On **2001, Sedra** a énuméré 342 descripteurs de palmier dattier dont 105 sont des caractères descriptifs (arbre, inflorescence, fruit) ; 132 caractères agronomiques (maturité,

pollinisation, résistance, etc.), 62 caractères chimiques (constitution chimique, etc.) ; 6 marqueurs biochimiques (enzymes, etc.) et 37 marqueurs moléculaires de RAPD.

Conclusion

Les oasis constituent un écosystème particulier et unique en son genre au monde. La diversité génétique du palmier dattier a émergé d'un long processus d'évolution naturelle et du travail patient des agriculteurs. Depuis des millénaires, le dattier n'a cessé de se disperser dans des milieux très variés, bien au-delà de son centre d'origine recherche (**Ben salah, 2013**). Car ils ne sont pas cultivés seulement pour leurs fruits précieux (dattes), mais également pour produire le carburant, la fibre et comme abri pour d'autres cultures (**El hadrami et El hadrami, 2009**).

Le dattier a ainsi du évoluer et s'adapter progressivement a des environnements oasiens très variés. Ceci a conduit à la formation et à l'expression d'une importante diversité génétique au sein des oasis à travers le monde. Les ressources génétiques sont une composante essentielle de la biodiversité et représentent un enjeu majeur pour la recherche et le développement. L'étude des ressources génétiques du palmier dattier, l'identification des cultivars, leur évaluation et leur conservation demeure une priorité de recherche (**Ben salah, 2013**).

Chapitre II : Situation du secteur phoenicicole en Algérie

Introduction

La phoeniciculture est considérée comme le pivot central autour duquel s'articule la vie dans les régions sahariennes. Elle revêt une grande importance socioéconomique et environnementale dans de nombreux pays (**Dubost, 1990**). En Algérie, cette culture occupe une place de premier rang dans l'agriculture saharienne (emploi, sédentarisation de populations, produites) (**Benziouche, 2008**). L'Algérie occupe une place importante parmi les pays producteurs et exportateurs de dattes dans le monde (**Benziouche et Cheriet, 2012**).

1. Importance de palmier dattier

Le palmier dattier est une plante d'intérêt écologique, économique et social majeur pour de nombreux pays des zones arides.

1.1. A l'échelle internationale

Selon les statistiques de la FAO, le nombre total de palmiers dans le monde n'a cessé pas de croître d'une décennie à l'autre ; il passe de 106 millions de palmiers en 1994 à 180 millions en 2005 soit un accroissement de près de 69.44%. L'Asie vient en tête des trois continents phoenicicole (l'Asie, l'Afrique et l'Amérique) avec 125.5 millions de palmiers (soit 70% du patrimoine phoenicicole mondiale), dont une grande partie se trouve surtout en Iran et en Iraq avec 25 millions et 21 millions de palmiers respectivement en 2005 (**Benziouche, 2012**).

En Afrique qui vient en deuxième position, on compte environ 52.6 millions de palmiers en 2005 soit 29.22% du patrimoine mondial. Ce patrimoine est concentré surtout dans les pays du Nord de l'Afrique, notamment l'Algérie qui occupe la première place avec 14 millions palmiers en 2005 (**Benziouche, 2012**) actuellement plus de 18 millions (**Benziouche, 2016**) suivie par l'Egypte et le Maroc. Le reste, soit 1.34% du patrimoine mondial est dispersé dans le reste du monde.

1.2. A l'échelle nationale

Selon les données de ministère de l'agriculture et du développement rural ; la phoeniciculture en Algérie s'étale sur une superficie de plus de 160 mille hectares avec un patrimoine phoenicicole qui dépasse les 18 millions pieds. Bien que ce patrimoine soit reparti sur 17 wilayas du pays, Néanmoins il est concentré principalement dans les wilayas Sud- Est et Sud-Centre du pays (**Benziouche, 2012**). La première place est occupée par Biskra avec plus 23 % du patrimoine national, Suivie par la wilaya d'Adrar de près de 21% et la wilaya d'El Oued avec plus de 20% (**Fig.04**).

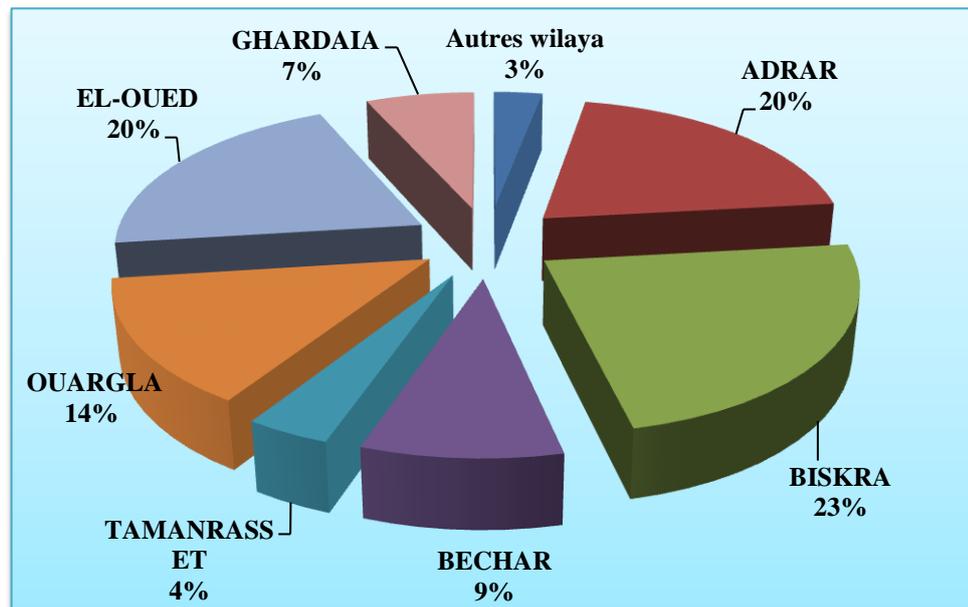


Figure 04 : Répartition des palmiers dattiers de l'Algérie par wilaya en 2014.

Source : Réalisé par nous même à partir du tableau 01 de l'annexe 01.

En revanche, la part du lion du patrimoine phoenicicole algérien est monopolisée par les cultivars Deglet Nour et dattes sèches avec près de 38.7% pour les deux, la variété Ghars et ses analogues représente le reste de patrimoine phoenicicole avec 23% en 2014 (**Fig.05**).

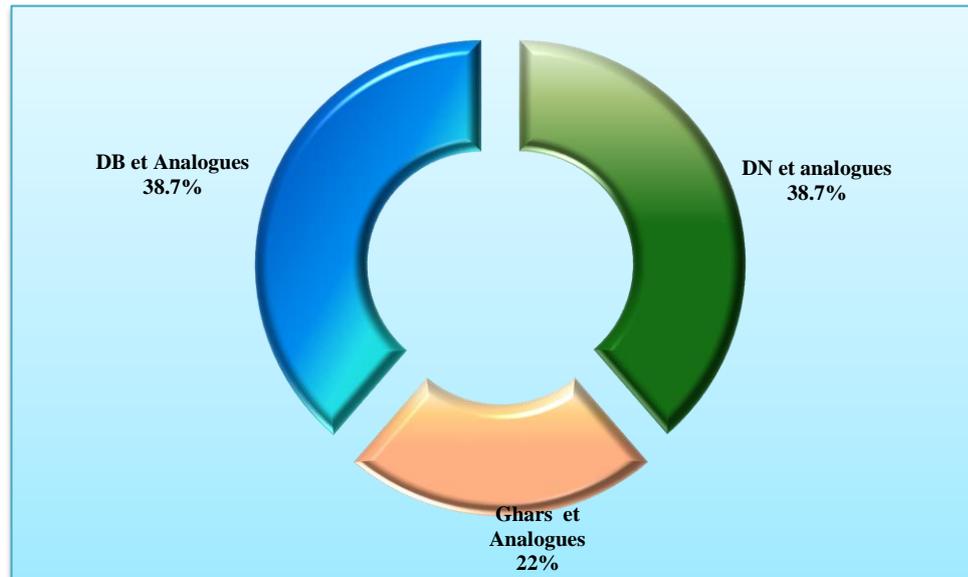


Figure 05: Structure de patrimoine phoenicicole de l'Algérie par variété en 2014.

Source : Réalisé par nous même à partir du tableau 01 de l'annexe 01.

La production annuelle moyenne de dattes, toutes variétés confondues, est en augmentation constante sur le long terme. Elle est passée de 361 000 Tonnes en 1996 à près de 848 000 Tonnes en 2013. Elle a plus que doublé en 17 années (**kadri, 2015**). Ce qui la classe au 6^{ème} rang mondial. Soit environ 10% de la production qui est dominée par l'Egypte, l'Arabie Saoudite, l'Iran, les Emirats Arabe Unies et le Pakistan. (**CACI-CCI Zibans, 2015**).

La production des dattes en Algérie est concentrée dans la région Sud-Est ; avec 76%. La wilaya de Biskra occupe la première place par 41%, dont 370 mille de T vient de la variété Deglet Nour; soit 63.65%. La wilaya d'El Oued vient en seconde lieu avec 25%, suivie par Ouargla par 13%; Alors que le reste est répartie sur les autres zones phoenicicoles (**Benziouche, (2016)**).

Au terme de variété, la variété Deglet Nour et ses analogues dominent tous les autres variétés où elles représentent la moitié de la production dattier algérienne en 2014 avec 52% (**Fig.06**).

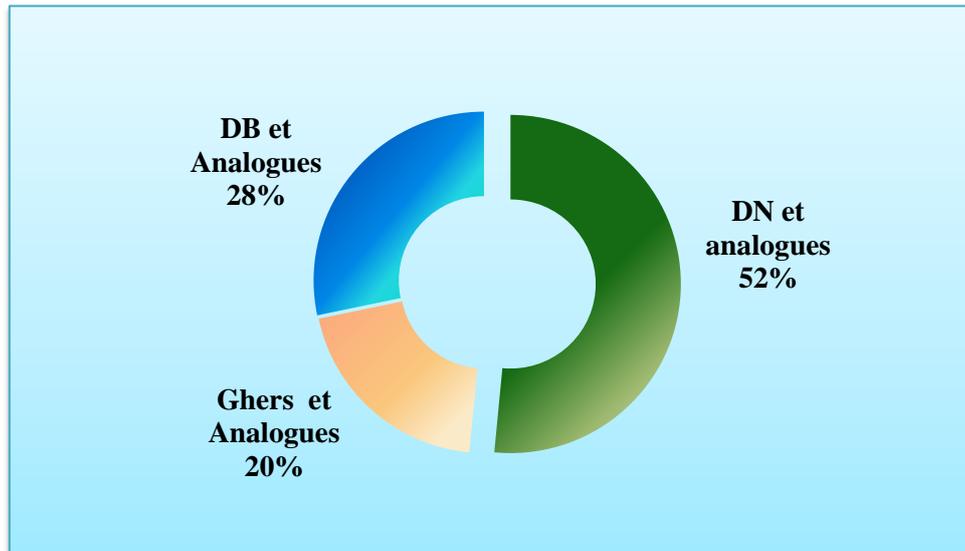


Figure 06: Production dattier en Algérie par variété en 2014.

Source : Réalisé par nous même à partir du tableau 02 de l'annexe 01.

1.3. A l'échelle locale de Wilaya

La région des Ziban fait partie des régions phoenicicoles les plus importantes en Algérie, non seulement à l'échelle de patrimoine et de production ; mais aussi à l'échelle de qualité ; suite à la fameuse variété Deglet Nour. Egalement, du point de vue biodiversité au sein des palmerais, elle compte près de **(300)** cultivars différents (**Belguedjet *al*, 2008**).

Les statistiques agricoles disponibles jusqu'au 2015 montrent que le patrimoine phoenicicole de Biskra est constitué de 4.28 millions palmiers, dont 90,88% sont en rapport (**Fig.07**). Le patrimoine phoenicicole total connaît une forte croissance, passant de près de 2 millions pieds en 1990 à 4.28millions palmiers en 2015, soit une augmentation de 228% (**Benziouche, 2016**).

Plus de 93% des variations de ce patrimoine s'expliquent par les plantations nouvelles grâce au programme de l'accèsion à la propriété foncière (APFA) et grâce au PNDA (Programme national de développement agricole) (**Benziouche et Cheriet, 2012 et Bougoudoura *et al*, 2015**)

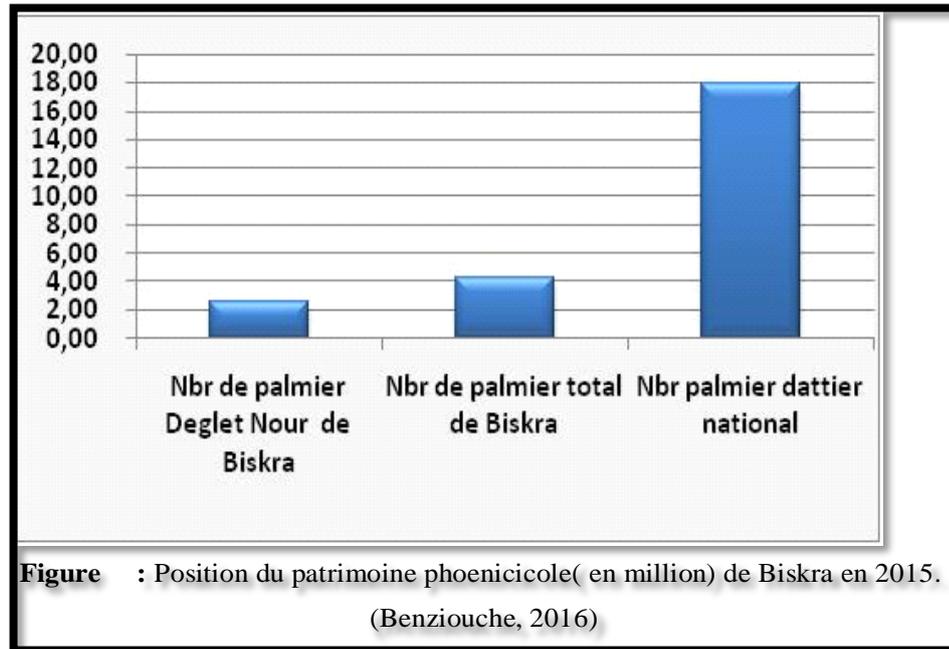


Figure 07: Position du patrimoine phoenicicole (en million) de Biskra en 2015.

Source : Benziouche, 2016b.

Cependant, l'analyse montre une dispersion de ce potentiel phoenicicole sur les différentes communes de la wilaya. En effet, Sidi Okba et Tolga présentent le nombre le plus important de palmier avec 15% et 12% respectivement du totale de patrimoine phoenicicole de la wilaya suivie par Lioua avec 10%, Oumache et M'Lili avec 9% pour les deux. La contribution des autres communes est bien illustrée dans la figure 08.

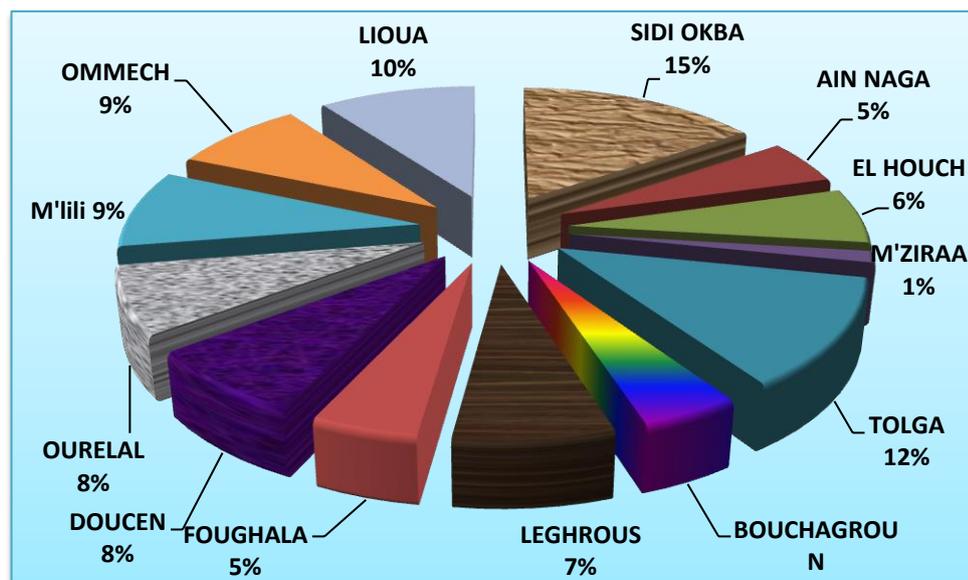


Figure 08: Répartition des palmiers dattiers de Biskra par communes en 2014.

Source : Réalisé par nous même à partir du tableau 03 de l'annexe 01.

La commune de Tolga s'accapare la production la plus importante. Elle représente 18% de la production totale soit 425820 Qx, suivi par SidiOkba avec 13% et Foughala avec 10%. La part des autres communes est illustrée dans la figure 09.

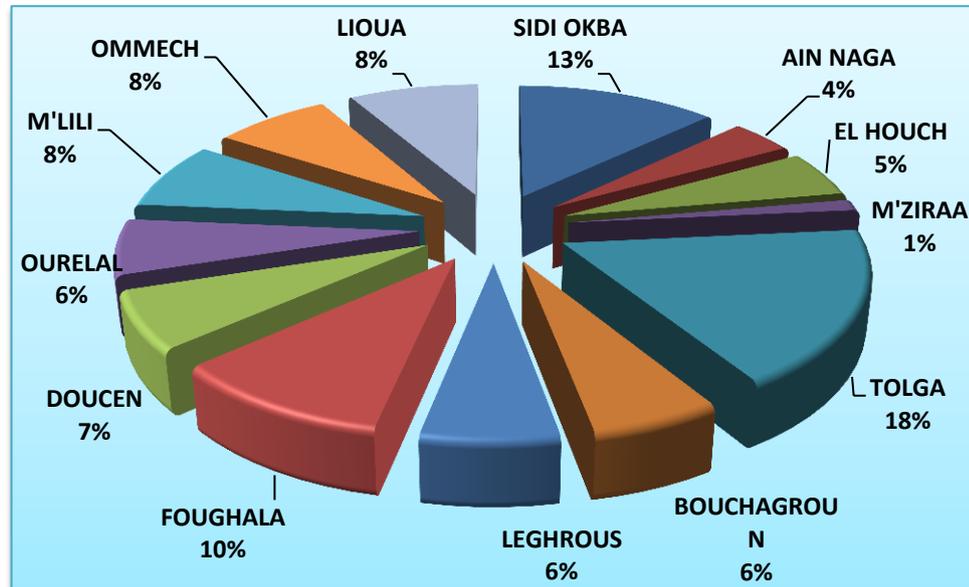


Figure09 : Production dattier de Biskra par commune en 2014.

Source : Réalisé par nous même à partir du tableau 04 de l'annexe 01.

Sur le plan qualitatif et variétal, 61% des palmiers de la wilaya est accaparée par la variété Deglet Nour en 2015. Suivie pas les dattes sèches et analogue avec 26% et par Ghars et analogue par 13% (Benziouche, 2016b)(Fig.10)

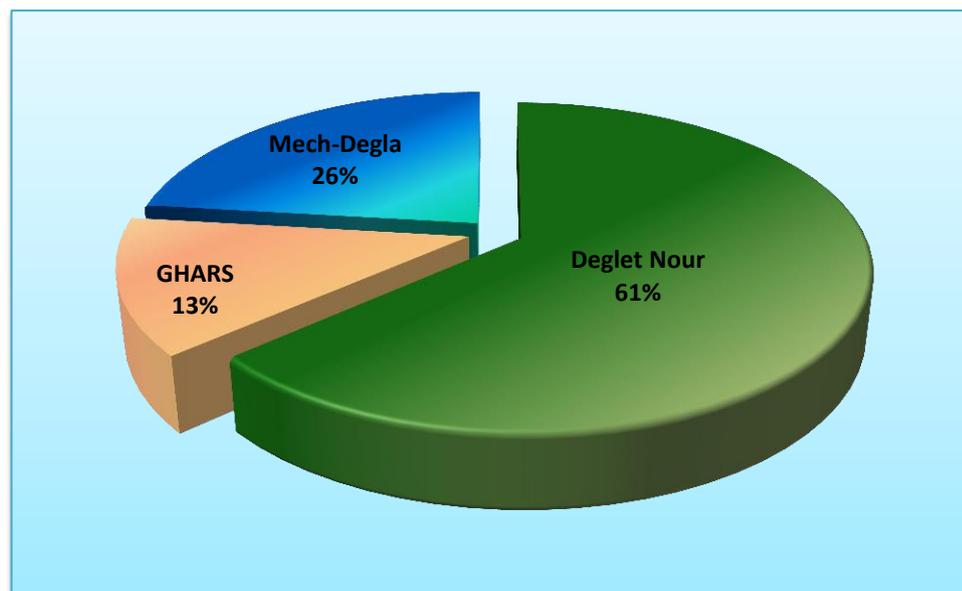


Figure 10: Structure variétale du palmier dattier à Biskra en 2015.

Source : Benziouche, 2016b.

Egalement la variété Deglet Nour couvre la grande partie de la production dattier de la wilaya et pour la majorité des communes sauf pour Ourelal, M'lili et Ommech où la variété Mech-Degla et ses analogues dominant les variétés Deglet Nour et Ghars

Étroitement, corrélée avec la situation et le nombre de palmiers en rapport ainsi, la conduite culturale et les aléas climatiques (**Benziouche, et Chehat, 2010 et benziouche, et Cheriet, 2012**), la production des dattes de Biskra est variable selon les campagnes. Cette production a connu une grand évolution passant de 60000 T en 1990 à 370 milles T en 2015; soit une hausse de 310%, la part du lion de cette production est de type Deglet Nour (63.51%) (**Benziouhe, 2016b**) (**Fig.11**).

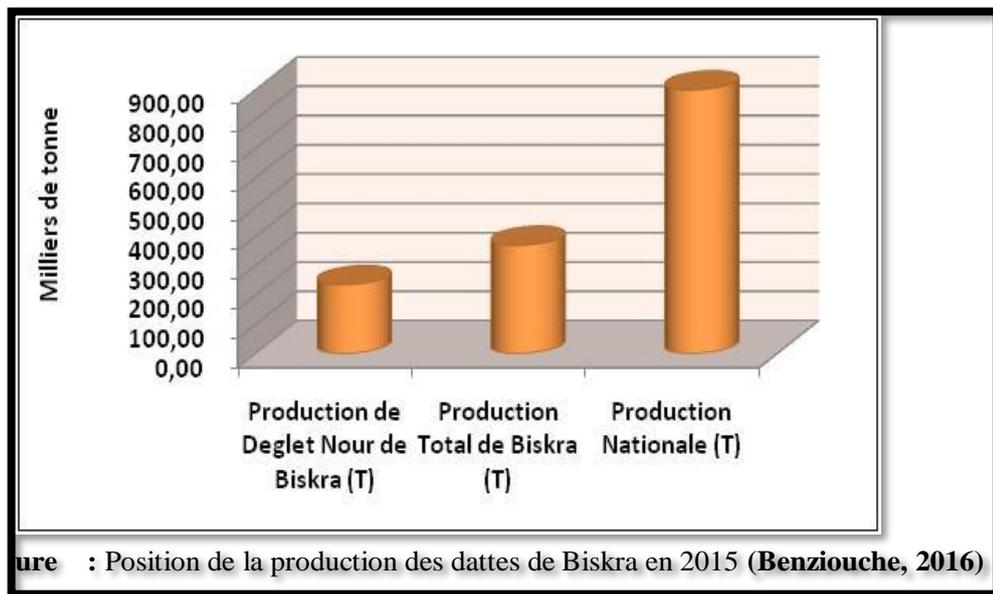


Figure 11: Position de la production des dattes de Biskra en 2015.

Source : Benziouche, 2016b.

La variété Deglet Nour couvre la grande partie de la production dattier pour la majorité des communes de la wilaya sauf pour Ourelal et M'lili où la variété Mech-Degla et ses analogues dominant les deux autres variétés (Deglet Nour et ses analogues et Ghars et ses analogues). La figure 12 décrit en détail la production dattier des trois variétés et ses analogues pour chaque commune.

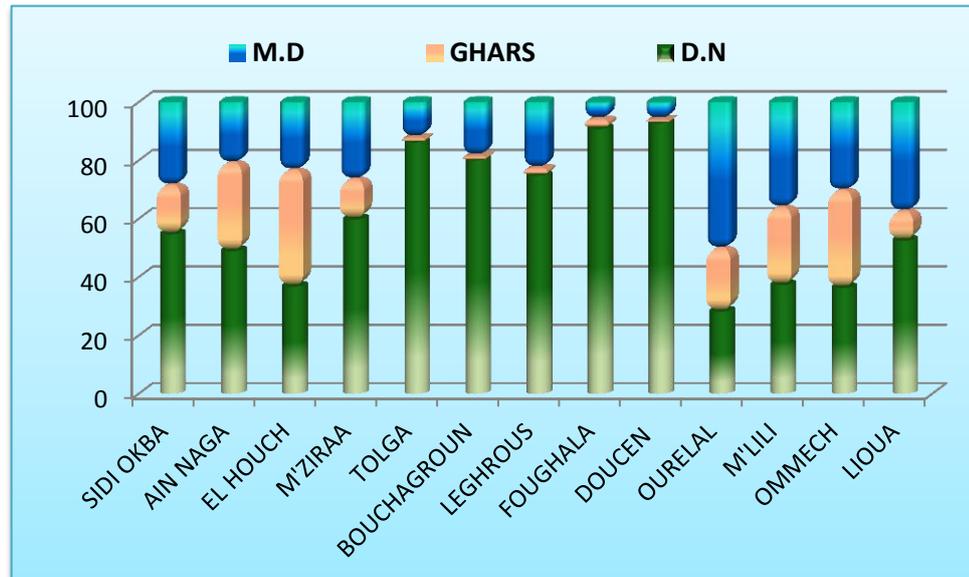


Figure 12: Production dattier des communes de Biskra par variété en 2014.

Source : Réalisé par nous même à partir du tableau 04 de l'annexe 01.

2. Répartition du potentiel phoenicicole en Algérie

D'après **Bougoudoura, et al., (2015)**, 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). Compte tenu de la géographie de l'Algérie, il est possible de décrire plusieurs régions de culture de palmiers dattiers (**Fig.13**) :

- Dans les contreforts des montagnes de l'Atlas (Ksour OuledNaïl, Zibans et Aures), il est une chaîne d'oasis qui marque l'entrée du Sahara.
- Dans l'est, Zibans (Biskra), Oued Ghir, Oued Souf (El Oued) et le bassin d'Ouargla surtout avec le cultivar Deglet Nour à haute valeur commercial.
- Dans l'Ouest, la Saoura (Béni Abbés), le Touat (Adrar), le Gourara (Timimoun), et le Tidikelt (Reggane) où les palmeraies incluent des cultivars de relativement faible qualité commerciale. C'est dans cette région où seulement certaines variétés résistent aubayoud, comme la Taqerbucht.
- El Golea, le M'Zab (Ghardaïa) et Laghouat. au centre.

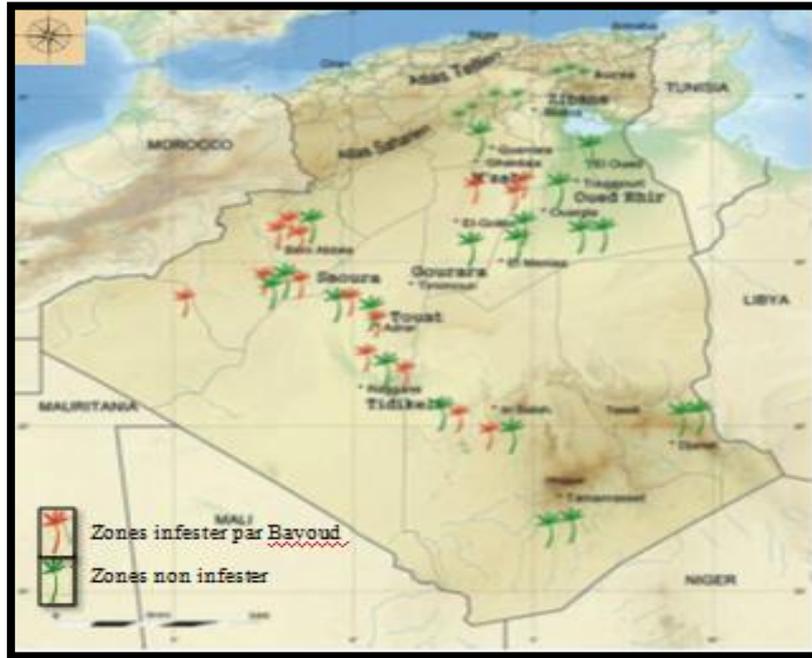


Figure13 : Carte d'Algérie, indiquant les différentes zones phoenicicole.

Source: Bouguedoura in Bouguedoura et al, 2015.

3. Etat de la biodiversité génétique du potentiel phoenicicole

3.1.En Algérie

Le patrimoine phoenicicole local, connu par sa richesse en diversité génétique; (plus de 952 cultivars selon **Benziouche, 2014**), est représenté par différentes catégories de ressources phylogénétiques. Beaucoup des travaux ont été initiés réalisés par certains chercheurs, Hannachi et *al.* 1998, Belguedj en 1995 et 2002 et l'étude de l'URZA en 1981 dans le cadre de programme ressources génétique de dattier ...Etc ; pour recenser et protéger ces richesses (**IPGRI, 2005**).

Le patrimoine phoenicicole local est composé d'une part importante de cultivars femelles, à un degré moindre de francs, individus issus de multiplication sexuée et de cultivars mâles appelés «Dokkars». L'ensemble forme l'essentiel du stock génétique phoenicicole Algérien. Depuis toujours, ce stock évolue sur le plan quantitatif et qualitatif. Certains cultivars ont disparu, d'autres sont apparus, des cultivars se font de plus en plus rares, alors que d'autres jouissant d'une importance économique sont régulièrement multipliés (**Tirichine, 1997**).

La fréquence des cultivars en Algérie diffère considérablement selon les régions. Certains sont bien représentés, d'autres le sont moins ; la rareté d'un cultivar s'étend de la représentation par quelques sujet, vieux ou non, à la quasi-disparition (**Buelguedj, 1996**). Ce patrimoine est caractérisé par un taux d'endémisme très élevé : 70 % dans les palmeraies du Sud-Ouest et plus de 60 % en moyenne dans celles du Sud-Est (**Brac de la perriere et Benkhalifa, 1989**).

Il apparaît donc que la composition variétale du palmier dattier change d'une région à une autre, suivant les conditions climatiques, les caractéristiques recherchées, etc (**Tirichine, 1997**).

Selon **Tirichine, (1997)**, la composante variétale de l'ensemble des oasis se caractérise par :

- Une prédominance totale de la DegletNour dans les zones du sud-est (Ziban, Oued Righ, Souf) et à un degré moindre le M'zab. Il faut noter en outre la présence dans ces palmeraies des cultivars Ghars, Mech-Degla et Deglabeïda ;
- Une dominance exclusive des 'variétés' dites « communes » à faible valeur marchande dans les oasis du Sud-Ouest Un seul cultivar, Takerboucht, parmi ceux composant ces plantations est résistant au Bayoud ; malheureusement son potentiel est jugé trop faible et son adaptation est trop limitée pour repeupler des zones dévastées ;
- Des 'variétés' « communes » se retrouvent à travers les oasis des zones subsahariennes : Tebessa, Khenchela, Batna, Laghouat, El- Bayad et Naama.

3.2. Dans les Ziban

Du point de vue diversité variétale, selon Belhadiet *al.*, (2008) cité par (**Absi, 2013**) ; les inventaires réalisés aux oasis des Ziban localité par localité, montrent que la région de Sidi Okba abrite le plus grand nombre de cultivars (84) suivie de-elles de M'zirâa d'El haouch, de Djemourah d'Ouralal de Tolga et d'El Outaya (entre 40 et 60 cultivars) Par contre la localité d'El Feidh région à vocation pastorale enregistre un nombre le plus réduit de cultivars (11), les autres localités abritent un nombre de cultivars peu important. Notant aussi chez les palmiers dattiers mâles l'existence d'une diversité variétale (le Dokkar Deglet Nour, Mech-Degla, Ghars, etc.)

4. Menaces sur les ressources génétiques du palmier dattier

L'Algérie dispose d'un important potentiel phoenicicole, avec son millier de cultivars inventoriés entre les années 2002 et 2008 (Hannachi, 2015). Plusieurs variétés et khalts du palmier dattier en Algérie sont actuellement menacées d'extinction. Des facteurs "naturels" et d'autres humains sont avancés pour expliquer cette érosion génétique.

- L'impact de la maladie du Bayoud, qui a détruit un grand nombre de palmiers dattiers à l'ouest) (Benoit, 2003 ; Fki et al., 2008 ; Sedra, 2005 ; Sedra, 2011 et Djoudi, 2013)
- L'extension de la culture monovariétale exclusivement orientée vers les plantations de DegletNour (Belguedj, 2000 ; Bouguedoura et al., 2015 et Touzi, 2015). Ce type de plantation est très vulnérable en raison de l'homogénéité génétique du matériel végétal (Ben abdallah, 1990 et Bouguedoura et al., 2015).
- Vieillesse des palmeraies est une contrainte non négligeable, puisque 30% des palmiers de l'Algérie ont dépassé l'âge de production (Messar, 1996 et Baaziz et Bendiab, 2008).
- La salinisation du sol et de l'eau (Benoit, 2003, Baaziz et Bendiab, 2008 et Bouguedoura et al., 2015).
- La rareté de la main-d'œuvre pour s'occuper de dattiers (Bouguedoura et al., 2015).
- Le vieillissement des phoeniculteurs et la faible relève de leurs enfants pour s'occuper des palmerais (Benziouche, 2000 et Benziouche 2012)
- L'inexistence d'infrastructures de conservation et la méconnaissance de ses bonnes pratiques (Belguedjet al., 1996) ;
- L'entrée de la datte (Deglet Nour) dans l'économie de marché et les forces exercées par ce dernier au niveau national et international (Belguedi, 2000 ; Benoit, 2003 et Aouidane et al., 2013).
- Les maladies cryptogamiques et parasitaires (dégénérescence des palmiers dattiers, altérations dans la qualité du fruit et baisse importante du rendement) (Baaziz et Bendiab, 2008 et Bouguedoura et al., 2015).

- L'augmentation du niveau de vie des populations sahariennes, et suivant le changement des habitudes alimentaires fait que la datté soit moins consommée (**Baaziz et Bendiab, 2008**).
- L'absence d'une politique de préservation des ressources génétiques du palmier dattier (**Belguedj, 2003**). Suite à l'extension de la culture monovariétale exclusivement orientée vers les plantations de Deglet Nour et d'autres variétés commerciales: Ghars, Degla Beida.... (**Touzi, 2015**).

Benziouche en **2016** a résumé les principales causes de cette érosion génétique dans les sept titres présentés dans la figure 14.

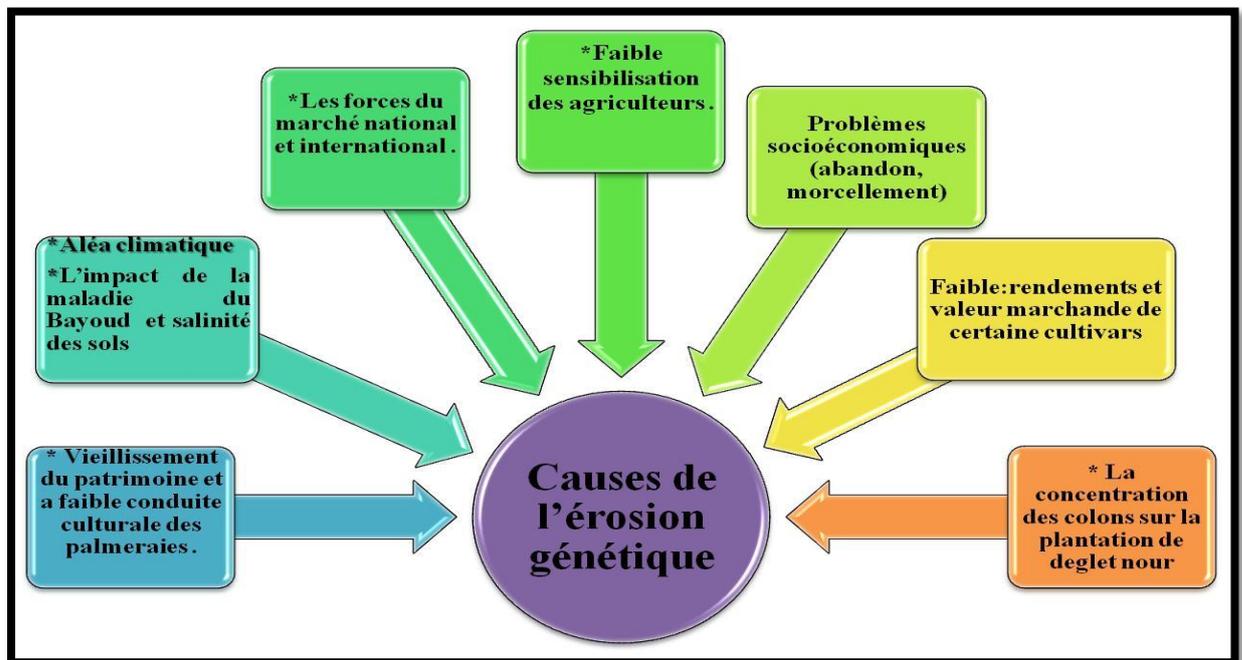


Figure 14 : Schéma présentatif des causes de l'érosion génétique.

Source : Benziouche, 2016a.

Conclusion

La conservation des ressources génétiques de palmier dattier, par conséquent, est devenue un thème critique pour le développement de la production de palmier dattier et la sécurité de nourriture dans le désert et les secteurs semi-désertiques, (**Abdoulkaderet *al.*, 2015**).

Selon les spécialistes et les agents de la profession, il devra veiller à assurer une reproduction de cette diversité. En premier lieu vient la multiplication de l'existant. En deuxième lieu, encourager les semis de noyau tout en mettant l'accent sur la sélection de nouveaux génotypes intéressants, en favorisant l'échange des cultivars locaux entre les différents palmiers de la région et encourager le transfert des savoirs faire en matière de gestion des ressources génétiques d'autre part, il est plus que nécessaire de protéger et préserver toutes les variétés de dattes en cataloguant scientifiquement la datte algérienne pour mieux la défendre et la promouvoir au niveau du marché international. Aussi les opportunités d'investir dans les produits dérivés de la datte doivent intéresser les opérateurs économiques même si certains sont déjà très actifs depuis quelques années, mais les techniques modernes doivent inévitablement contribuer à faire développer ce domaine (**Belguedjet *al.*, 2007**).

En revanche, d'après **Touzi, (2015)**; En plus de l'existence d'un marché embryonnaire, pour quelques variétés de dattes dont on tire vinaigre, jus, sirop, miel, confiture, farine, pâtes et les sous-produits du palmier dattier que l'on peut intégrer dans les moulées animales. Aujourd'hui, grâce à des procédés biotechnologiques, il est possible de mettre sur le marché national, un nombre incalculable de nouveaux produits stratégiques à forte valeur ajoutée, très demandées et qui sont actuellement importées de l'étranger : carburants, huiles, médicaments, produits cosmétiques, arômes et additifs alimentaires.

Chapitre III : Architecture de palmier dattier

Introduction

L'architecture des végétaux est une science nouvelle, qui à partir de l'observation et de la description, se caractérise par la perception de la plante dans sa globalité. Cette approche qualitative globale permet de comprendre les stratégies de croissance des arbres (GEA, 1993).

Chaque arbre a son programme spécifique de croissance contrôlée par les gènes. La manière finale peut être modifiée par des facteurs écologiques, mais ils restent toujours sous les règles génétiques du développement. Donc la forme tridimensionnelle (3D) d'un arbre elle peut être complexe, mais elle n'est jamais aléatoire (Halle, 2010).

« L'architecture; elle décrit la série d'architectures prises par l'organisme depuis le stade plantule jusqu'à sa mort et, de leur comparaison en déduit la loi de croissance qui a guidé cette succession dans l'espèce considérée. » (Edelin, 1984 in Rey, 1993).

1. Initiation de l'art de l'architecture

L'analyse architecturale, initiée par Halle et Oldeman en 1970 sur les systèmes aériens des arbres tropicaux s'est poursuivie par celle des herbes et des lianes, est basée sur l'étude du fonctionnement des méristèmes des axes composant le système (Raimbault et al., 1993). Cette analyse, qui a débouché sur le concept de modèle architectural, ne prend pas en compte les dimensions des plantes ni leur occupation spatiale (Cremers et Edelin, 1995). Or, ces critères sont indispensables si l'on veut caractériser fidèlement la dynamique de mise en place des plantes et surtout déboucher sur des applications agronomiques (Jourdan, 1995).

Donc, L'analyse architecturale vise à décrire la forme des végétaux pris dans leur globalité (Rey, 1993 et Moore, 2002).

D'après Rey en 1993 et Halle en 2010 ; Les observations nécessaires à cette analyse portent sur:

- le mode de croissance,
- le mode de ramification,
- la différenciation morphologique des axes,
- la position de la sexualité

Les plantes poussent selon plusieurs modèles, qui sont engendrés par l'activité ordonnée des méristèmes. En se basant sur ces caractéristiques morphologiques primaires, l'ensemble de ces plantes est classée dans une vingtaine de modèles (**Halle et Oldeman, 1970 et Tomlinson, 1983**).

2. Etat de l'art : cas de palmiers dattier

Depuis 1989, la modélisation a été abordée avec succès tout d'abord sur *Elaeis guineensis* et *Cocos nucifera* en Afrique de l'Ouest et en Asie, sur *Phoenix dactylifera* en Maroc puis au Tunisie (**Lecoustre, 2014a**).

L'architecture d'une plante repose sur la nature et l'agencement relatif de chacune de ses parties; elle correspond à l'expression d'un équilibre entre des processus endogènes de croissance et des contraintes extérieures exercées par le milieu (**Barthelemy, 2003**).

D'après **Lecoustre, (2014a)** ; les premières mesures de l'architecture du palmier dattier ont été effectuées en 1989 par DOLLE puis repris en 2002 par Elhoumazi au Maroc, en 2011 par Memadji-le-allah en Europe et en 2012 et 2014 en Tunisie et Algérie par Gammoudi et Atallaoui respectivement. Ces travaux sont concentrés sur l'appareil végétatif de la plantes et non productif, ce dernier été l'objet des travaux faite par Zango en 2011-2012, Zango et *al* en 2011, Atallaoui en 2014 et Atallaoui et *al* 2015

Comme synthèses des précédant travaux sur la partie végétative, Les mesures (biométriques et géométriques sur les organes végétatifs du palmier) faites montrent que la description globale des palmiers était complète et les dimensions des constituants connus. L'analyse des dimensions caractéristiques des pennes (folioles et épines) a permis la détermination de l'échantillon minimum utile nécessaire pour les mesures morphométriques et par la suite l'allègement de protocole. L'analyse des angles caractéristiques des pennes a confirmé l'existence d'une forte corrélation entre les angles de rotations et les angles verticaux, ceci offre la possibilité d'utiliser un seul angle pour la description géométrique. Les mesures des paramètres descriptifs de la palme permettent aussi la caractérisation variétale des morphotypes (**Memadji-le-allah, 2011 ; Memadji-le-allah et al., 2011 ; Gammoudi, 2012 ; Gammoudi et al, 2013 ; Gammoudi et al, 2014 ; Memadji-le-allah et al, 2013; Atallaoui, 2014 et Atallaoui et al, 2016**).

Parmi les principaux résultats des analyses biométriques et architecturales sur l'angle phyllotaxique indiquent que cette dernière, elle n'est pas liée au sens phyllotaxique mais a une meilleur production du palmier dattier (**Elhoumaizi, 2002**).

3. Architecture du palmier dattier

Selon Halle et *al*, (1978) in **Elhoumaizi, (2002)**; L'ensemble des palmiers se répartit en quatre modèles (**Fig.15**) architecturaux si dessous :

- Le modèle de HOLTUM ;
- Le modèle CORNER ;
- Le modèle de SHOUTE ;
- Le modèle de TOMLINSON.

Certains palmiers présentent une combinaison de deux modèles, c'est le cas de: *Nannorhops nitchina* (modèles SHOUTE & TOMLINSON) et *Serenoa repens* (modèles CORNER & TOMLINSON) (**Elhoumaizi, 2002**).

Selon les botanistes **Halle et Oldemann** en (1970); le palmier dattier appartient au groupe des palmiers arborescents, il est classé dans le modèle de Corner en grande partie représenté par les monocotylédones caractérisés par un axe végétatif unique a un fort diamètre et porte des productions foliaires de grande taille. La croissance est continue (**Tomlinson, 1983**). La floraison est latérale. Les inflorescences sont abondamment ramifiées et sont très souvent de grande taille (**Oldeman, 1974 et GEA, 1993**).

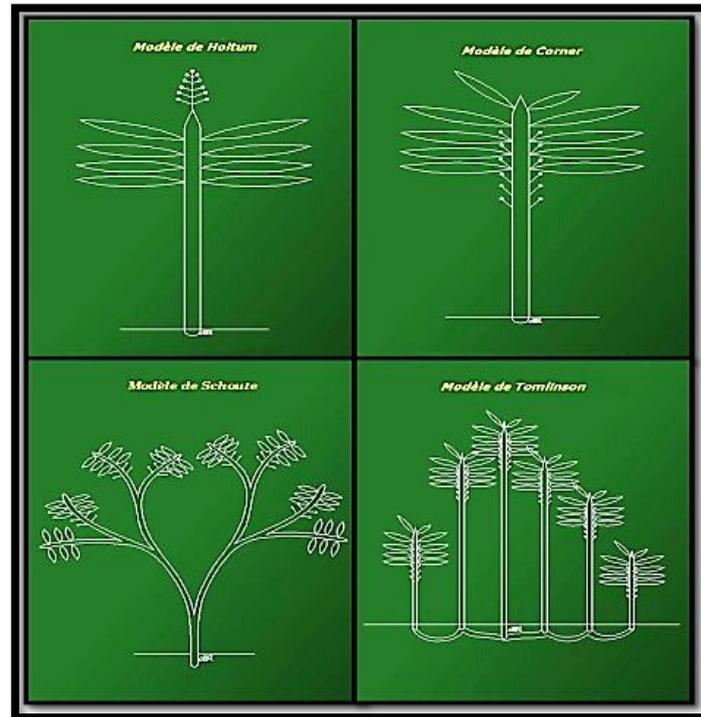


Figure 15: Quatre modèles architecturaux des palmiers.

Source : Lecoustre et al, 2010

La topologie du palmier dattier est composée de 3 types d'éléments :

- Une tige, généralement appelée stipe, surmontée d'une couronne de feuilles ou palmes portant latéralement les épines et les folioles. Le stipe est simple, à peu près cylindrique de couleur brune et lignifié. Il est revêtu par les bases pétiolaires. Le développement du stipe est assuré par un méristème terminal, sa hauteur et sa vitesse de croissance varient selon les cultivars, le milieu et les conditions de culture (**Julia, 2007**).
- Chaque palme est composée d'un pétiole dépourvu d'épines, d'un rachis sur lequel s'insèrent les épines et les folioles. L'ensemble des épines et des folioles sont les pennes et l'ensemble de l'axe pétiole et rachis est appelé nervure. La nervure évolue de la base vers le point A qui marque l'extrémité du rachis, le point C est marqué par la présence des premières pennes. Le rachis peut être dévié par rapport à sa direction initiale définie par le pétiole mais également se tordre par rapport à un plan vertical et il est aussi naturellement flexible sous l'effet de la pesanteur (**Memadji-le-allah, 2011**).

- Les penes (ensemble des épines et des folioles) sont regroupées par groupe de 1, 2, 3, 4 à 5 au maximum avec des dispositions, des organisations et des orientations particulières (Lecoustre et Jaeger, 1989). Ainsi, les penes orientées vers le haut (antrorse) seront notées (+1), (0) à l'horizontale (introrse) et (-1) pour les penes orientées vers le bas (rétrorse). Dans un groupe, la première pene depuis la base est systématiquement en position (+1) et la dernière en position (-1). Ceci permet de déceler les groupes des penes même dans le cas où la distance entre deux groupes de penes est faible (Memadji-le-allah, 2011 ; Atallaoui, 2014 et Lecoustre, 2014a) (Fig.16) .

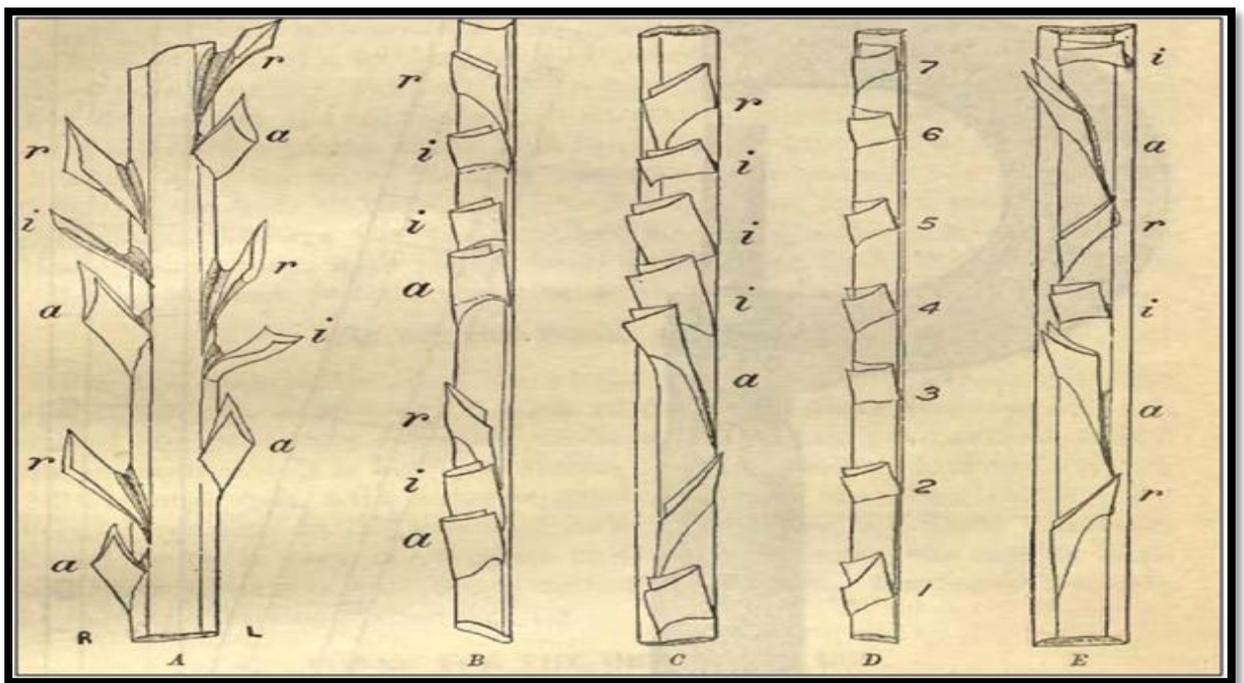


Figure 16: Sections de palmiers de palmier dattier montrant les différents groupes de penes.

Source : Mason, 1915

Selon Mason, (1915) l'explication de ces figures est comme suite:

Fig.16 A: Face ventrale d'une section de palme: Au côté gauche, on observe un groupe de trois penes (a, i, r) et un groupe de deux penes (a, r). Côté droit on observe un groupe de deux penes (a, r) précédé d'un groupe de trois penes (a, i, r).

Fig.16 B: Au côté droit on distingue un groupe de trois en bas et un groupe de cinq plus haut.

Fig.16 C: Au côté gauche de l'observateur, en haut groupe de cinq et en bas groupe de deux. (a, i, i, i, r) ce groupe est rencontré chez des rares variétés et avec des faibles pourcentages.

Alors il y a 4 types réguliers de groupe:

- Le groupe de 2: simple et très fréquent (a, r).
- Le groupe de 3 avec une seule penne intermédiaire (a, i, r).
- Le groupe de 4 (a, i, i, r) avec deux pennes intermédiaires.
- Le groupe de 5 avec trois pennes intermédiaires (a, i, i, i, r).

Pour les groupes irréguliers, il y a plusieurs possibilités: (a, i); (a, i, i); (a, a, r); (a,r,r), (a, i, a, r) etc. ...Vers la fin de la nervure les groupes des pennes sont obscurs et difficiles à distinguer (Mason, 1915).

4. Phyllotaxie et l'organisation foliaire chez le palmier dattier :

L'organisation foliaire du palmier dattier est généralement similaire à tous les autres palmiers à tige dressée comme *Elaeis guineensis* et *Euterpe oleracea* (Plantefol, 1948).

Les feuilles de palmier dattier se forment à partir du point végétatif suivant une spirale unique (Fig.17). On sait de longue date que le point végétatif d'un palmier a des caractères extrêmement particuliers. Le sommet de la tige, débarrassé de ses feuilles, offre une dépression profonde au fond de laquelle émerge un bouton conique qui ne porte aucune ébauche foliaire; les plus jeunes ébauches foliaires se présentent relativement loin de lui (Plantefol, 1948).

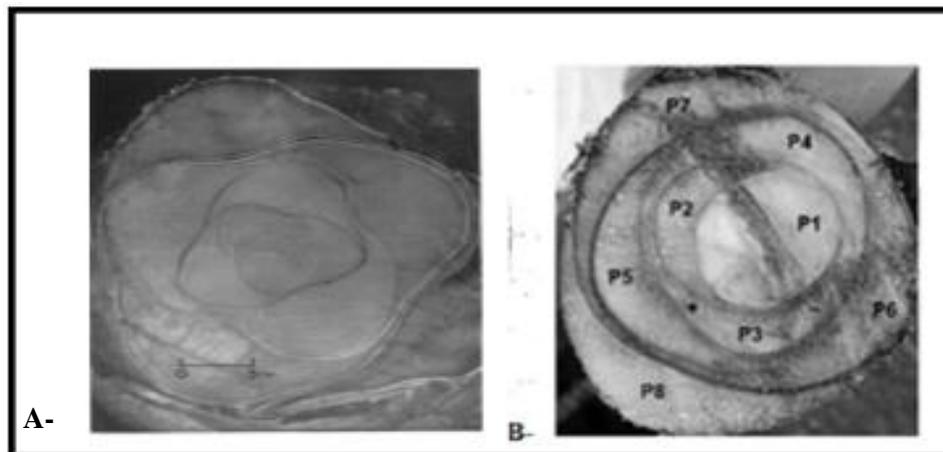


Figure 17: Cœur du palmier.

17-A : Coupe transversale d'un cœur de palmier au niveau de bourgeon terminal (Source : Hack, 1974).

17-B : Observation microscopique d'un cœur de palmier (Source : Brabe et al, 2010).

La disposition successive des palmes sur le stipe par rapport au bourgeon terminal est induite par le sens phyllotaxique (spirale chronologique) (Fig.18) d'une part et par l'angle phyllotaxique qui sépare deux feuilles successives d'autre part (Davis, 1971) (Fig.19).

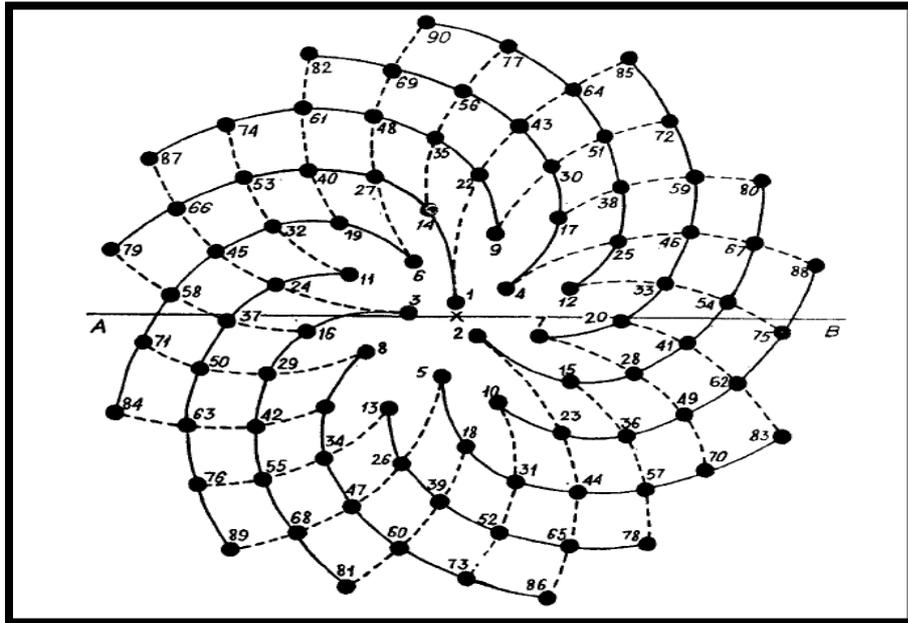


Figure 18: Diagramme de phyllotaxie chez les palmiers.

Source : Davis et Mathai, 1973

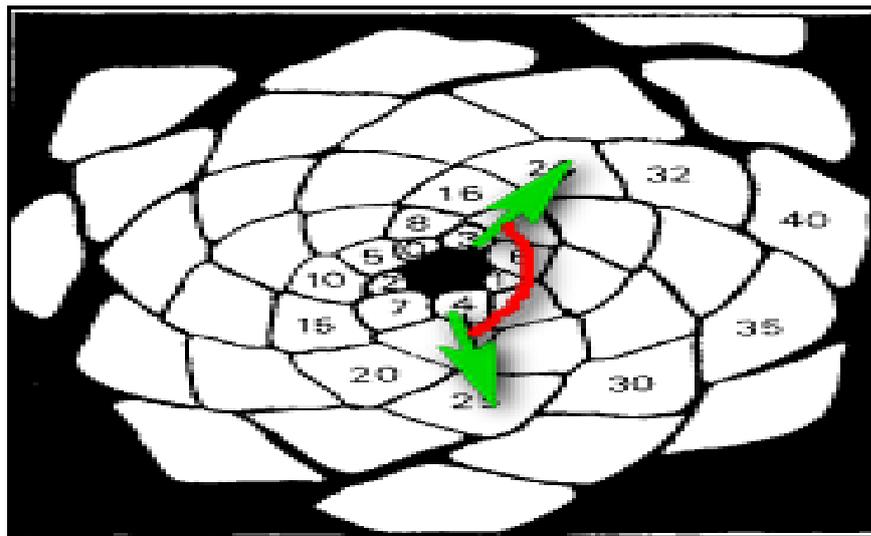


Figure 19: Schéma descriptive de méristème apical *Pinus pinea* montrant l'angle de divergence classique de Fibonacci.

Source : (Roger, 1983)

Le palmier a un modèle phyllotaxique en spirale. Des caractéristiques des phyllotaxies de palmier dattier ont été étudiées dans (Elhoumaizi et *al*, 2002a ; Ferry, 1998). Elhoumaizi et *al* .(2002a) ont constaté que l'angle de divergence des feuilles consécutives est semblable pour le même cultivar et est approximativement l'angle de Fibonacci de 137,5. Spires apparentes ou parastiches sur lesquelles s'organisent les palmes s'observent sur la couronne foliaire et le stipe (**Davis et Mathai , 1973**) (**Fig.20**).

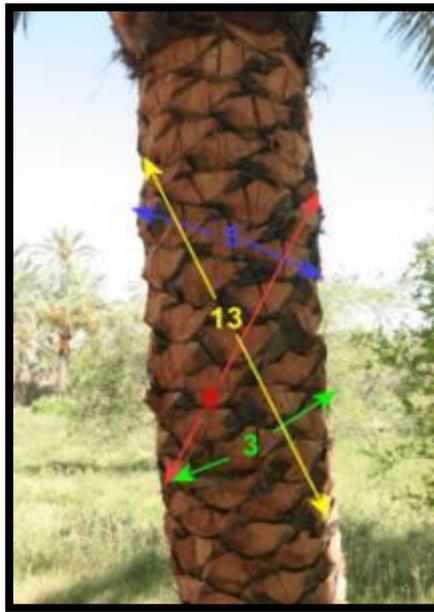


Figure 20 : Parastiches apparentes sur le stipe d'un palmier dattier.

Source : Lecoustre, 2014b

Pour des raisons géométriques, le palmier dattier possède 3 hélices de trois palmes, 5 hélices de cinq palmes et 8 hélices de huit palmes. On peut rencontrer aussi les hélices de type 13. Les hélices 3 et 8 tournent dans le même sens que la spirale chronologique, l'hélice 5 est enroulée dans la direction inverse. Parfois, l'hélice 13 possède une position verticale constituant un parfait orthoparastiche (**Bouguedoura, 1979 ; Ferry, 1998 et عودة إبراهيم, 2011**).

L'ordre chronologique des formations des feuilles ou la spirale chronologique tourne suivant les arbres tantôt dans le sens des aiguilles d'une montre tantôt dans le sens inverse (**Henry, 1955**). Selon **Elhoumaizi, (2002) et Elhoumahizi et al. (2002a)** ; les proportions de phyllotaxie gauche ou droite demeurent proches de 50% chez le palmier dattier.

5. Modélisation et la simulation de l'architecture du palmier dattier

Les techniques de modélisation de l'architecture des plantes mises en œuvre par l'UMR AMAP de Montpellier ont été appliquées dans un premier temps au palmier à huile. Avec le projet EUROMED MOCAF, elles sont désormais en cours d'application au palmier dattier. Les palmiers modélisés dans la phase expérimentale de ce projet ont été 2 cultivars tunisiens (*Rochdi* et *Berhi*) et 2 morphotypes italiens (*Ebrea* et *Romana*) traditionnellement identifiés dans la palmeraie historique de Bordighera. La modélisation se développe à présent dans les pays du Maghreb. La modélisation des inflorescences a été conduite en relation avec les observations phénologiques menées sur le site italien du Projet Phoenix depuis plusieurs années (http://www.listephoenix.com/?page_id=2299).

Pour effectuer cette modélisation, un logiciel XPLO a été élaboré par Sébastien GRIFFON au sein de l'UMR AMAP (CIRAD). XPLO est un logiciel de simulation et de l'exploration de l'architecture des plantes à différentes échelles. L'objectif de ce logiciel est de construire, modifier, visualiser et extraire des données architecturales. Il a été utilisé pour différents types d'études architecturales des plantes. Pour le palmier, l'essentiel des mesures pour la simulation est basé sur la position métrique et la géométrie des pennes (**Lecoustre et al. 2007 in Atallaoui, 2014**).

Conclusion

L'architecture des arbres fait partie des domaines où les connaissances ont beaucoup progressé. Ce qu'il a fait applicable dans déférente domaine (**Jeanne, 2015**).

La Modélisation des interactions architecture-environnement sert à comprendre la stratégie d'édification architecturale des plantes par une évaluation quantitative et simultanée des traits architecturaux et fonctionnels vis-à-vis des ressources et contraintes de leur milieu. On se basant sur la caractérisation du milieu physique perçu par les plantes (quantité et qualité de la lumière interceptée, prise au vent...) et la simulation de leurs fonctions essentielles telles que stabilité mécanique, transpiration, photosynthèse et bilan énergétique. Cette démarche permet de raisonner en termes de coûts (allocation de carbohydrates pour les structures photosynthétiques et de soutien), de gains fonctionnels (stabilité, pérennité des structures, accès aux ressources) et de production (**Brun et Bruno, 2008 et UMR AMAP, 2011**).

L'utilisation des modèles architecturaux fournissent des outils quantitatifs pour évaluer comment des architectures différentes sont adaptées à leur environnement (aspect évolution) et comment une architecture donnée peut s'ajuster face à des paramètres biophysiques fluctuants tels que le vent, la lumière et le taux de CO₂ (**UMR AMAP, 2011**).

Peu de travaux (Dont celle réalisée par **Lauri en 2009** sur le pommier) ont montré que l'architecture c'est un outil de caractérisation de la variabilité génétique (entre les cultivars. C'est pratiquement dans le même contexte que se situe notre travail sur le palmier dattier dans la région des Ziban.



Partie II:

Matériel

et

Méthodes

1. Région d'étude

Les sites d'étude sont situés dans la wilaya de Biskra à environ 450 Km au sud-est de la capitale (**Fig.21**) Elle s'étend sur une superficie d'environ 21671 Km² (**A.N.I.R.F, 2010**). Elle est limitée au nord par la wilaya de Batna et M'sila, au sud par les wilayas d'Ouargla et El-Oued, à l'est par la wilaya de Khenchela et à l'ouest par la wilaya de Djelfa.

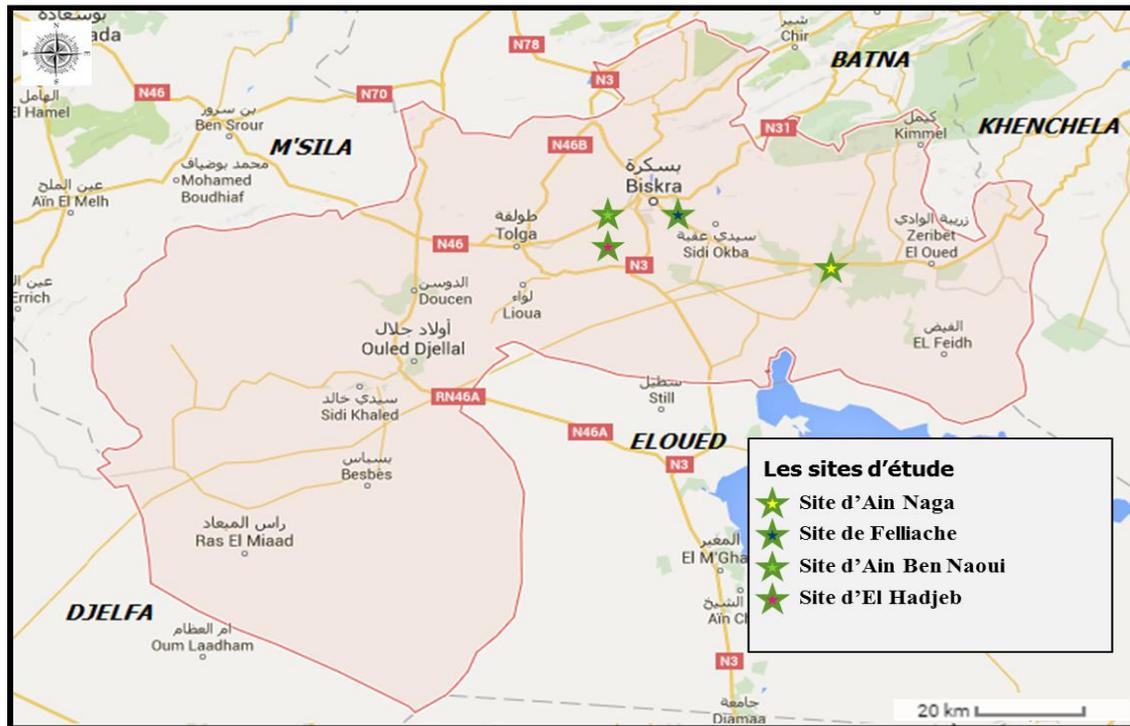


Figure 21: Situation géographique de Biskra.

Source : <https://www.google.dz/maps/place/Biskra/> modifié par nous.

Afin d'assurer une variation environnementale, Nous avons réalisé notre expérimentation au niveau des quatre sites suivants :

1.1. Site d'Ain Ben Noui (ITDAS)

L'institut technique de développement de l'Agriculture saharienne ITDAS, se situe dans la commune d'Elhadjeb à l'ouest du chef-lieu de la wilaya de Biskra. Il s'étend sur une superficie de 83 ha, à une altitude égale à 80 m au-dessus de niveau de la mer. La station de l'institut dispose d'un patrimoine phoenicicole non négligeable de 1645 palmiers (1262 palmiers de Deglet Nour, 152 palmiers Mech-Degla, 124 palmiers Ghars et 107 palmiers des dattes commune). La palmeraie de la station occupe une superficie de 14 ha. (**ITDAS, nd**).

1.2.Site de Felliache

Le site est situé dans la commune de Biskra il est à 14 Km de la station de Ain Ben Noui. La station a hérité verbalement le site en 2000 après l'achèvement du projet de la collection des cultivars. Constituer par une terre plantée par des djabbars (près de 80 cultivars) dont la superficie est de 4 ha. (ITDAS, nd).

1.3.Site d'El Hadjeb

Il s'agit d'une propriété privée d'un phoeniculteur, propriétaire d'une unité de transformation, de conditionnement et exportation, située à l'Ouest de Biskra s'étendant sur une superficie de 10 ha constitué de 1200 palmiers de différents cultivars (800 palmiers de Deglet-Nour, et le reste c'est de Mech-Degla, Ghars, Degla beida et Arecheti).

1.4.Site d'Ain Naga

Cette palmeraie est située à l'Est de Biskra, elle couvre une superficie de 25 ha, avec 3000 palmiers de divers cultivars, dont les plus importantes sont: Deglet-Nour, Mech-Degla, Ghars, Litima ...etc

2. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de 09 cultivars de palmier dattier de différents âges (10, 15, 25 ans) et répartis sur les sites d'étude précédemment citées. Les cultivars appartenant à un même site sont cultivés dans les mêmes conditions écologiques et reçoivent pratiquement les mêmes entretiens. Les pieds choisis sont sains et normaux (port dressé, exempt de maladie), présentant peu de rejets afin de faciliter notre pratique. Notons que le site de Felliache subit la contrainte d'un stress hydrique du fait qu'il n'a pas été irrigué depuis le mois de février 2014 suite à la baisse de la nappe phréatique. Notre échantillonnage comprend 04 pieds par cultivars pour chaque âge étudié par site.

Le tableau **03** illustre le matériel végétal étudié, la liste des sites, les cultivars et les âges des palmiers étudiés.

Tableau 03 : Présentation des cultivars étudiés et leurs âges pour chaque site :

Le site		Les cultivars		L'âge des cultivars	
Site	Code site	Cultivar	Code cultivar	Age	Code âge
Ain Ben Naoui	1	Deglet Nour	DN	25 ans	c
Feliache	2	Ghars	Gh	15ans	b
		Safraïe	Sa	15ans	b
		Ghalbe Chah	GC	15ans	b
		Kinta	Ki	15ans	b
		Farona	Fa	15ans	b
El hadjeb	3	Deglet Nour	DN	15ans	b
		Arecheti	Ar	15ans	b
		Ghars	Gh	15ans	b
		Degla Beida	DB	15ans	b
		Deglet Nour	DN	25ans	c
		Mech-Degla	MD	25ans	c
Ain Naga	4	Deglet Nour	DN	10ans	a
		Mech-Degla	MD	10 ans	a
		Ghars	Gh	10ans	a

Source : Réaliser par nous-même.

3. Méthodes et paramètres mesurés

Afin de réaliser ce travail on a suivi le protocole de mesures utilisé dans des études précédentes de l'équipe du réseau MOCAF (**Anonyme, 2013a**) en ce qui concerne les mesures des paramètres (biométriques et géométriques) qui sert principalement à ressortir les maquettes informatique.

Notre travail a été réalisé en deux étapes : Sur terrain : les mesures relatives au calcul de l'angle phyllotaxique ; Au laboratoire : les paramètres mesuré sur les palmes coupées.

3.1.Calcul de l'angle phyllotaxique :

Nous avons marqué les pieds qui ont fait l'objet de cette étude au niveau des palmeraies concernées. Pour le calcul de l'angle phyllotaxique nous sommes basés sur des mesures effectuées sur le stipe des pieds de palmiers selon deux méthodes et par l'utilisation du matériel suivant(**Fig.22**):

- 02 Files à plomb ;
- Mètre ruban ;
- Marqueurs ;

- Crayon ;
- Fiches de mesure.

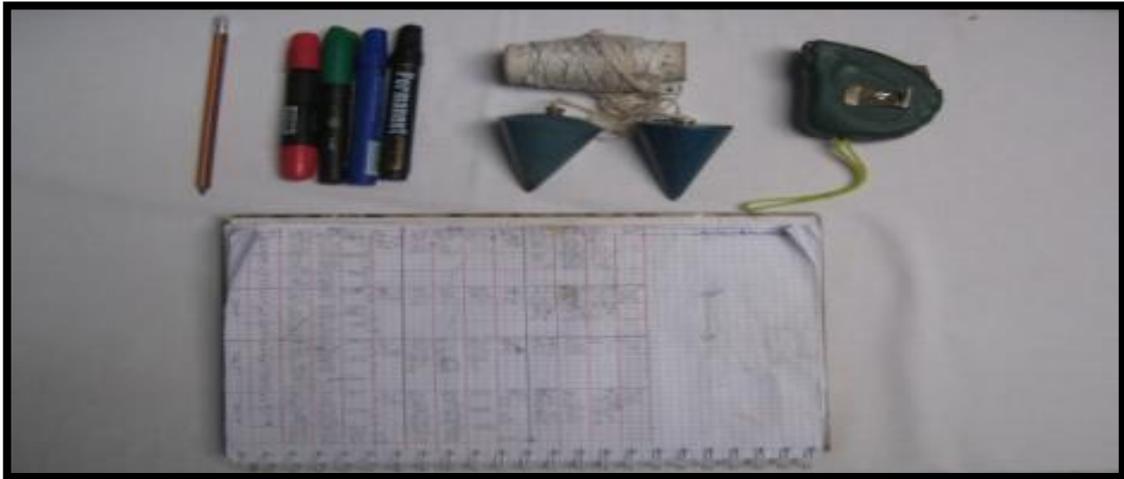


Figure 22 : Matériel nécessaire pour calculer l'angle phyllotaxique.

Source : Photo original

3.1.1. Calcul de l'angle phyllotaxique par « la méthode AMAP » :

L'angle de la phyllotaxie a été évalué par la nouvelle méthode « AMAP » développée par Rey (Rey, 2016, communication personnelle), qui consiste à la mesure de la distance horizontale entre deux palmes successives sur une même parastiche

La formule suivante sert à calculer l'angle de divergence mesuré par cette méthode :

$$\text{L'angle de divergence} = 135 + (360 * \text{Delta} / \text{circonférence}) / 8$$

Pour calculer l'angle phyllotaxique par cette méthode, 03 mesures sont nécessaires:

- La distance entre les 2 bases pétiolaires du parastiche consécutive;
- La circonférence du stipe;
- La distance entre la base pétiolaire de référence (0) et le sol (Delta).

Egalement, il faut compter le nombre de base pétiolaires existant entre les deux bases pétiolaires de référence (0 et 8) sur ce parastiche (**Fig.23**). Ces mesures sont prises en milieu, à droite et à gauche des bases pétiolaires, et sur trois niveaux par apport au sol (50, 100 et 150 cm).



Figure.23: Mesure de l'angle phyllotaxique par la méthode AMAP.

Source : Photos original.

3.1.2. Calcul de l'angle phyllotaxique par « la méthode de Calcul de Nombre de Cornafs (CNC) »:

A partir de la première base pétiolaire dégagée sur le stipe et sur un même parastiche (8 ou 5 selon la hauteur du stipe) quand ce parastiche recoupe l'orthostiche, on compte toutes les kornafs « N_k », cette méthode a été développée par Rey (Rey, 2016, communication personnelle), (**Fig.24**).

La formule mathématique ci-dessous nous aide à obtenir l'angle phyllotaxique mesuré par la méthode « CNC » par simple calcul:

$$\text{L'angle phyllotaxique} = 360/N_k * (8 \text{ le parastiche suivé}) + 135$$

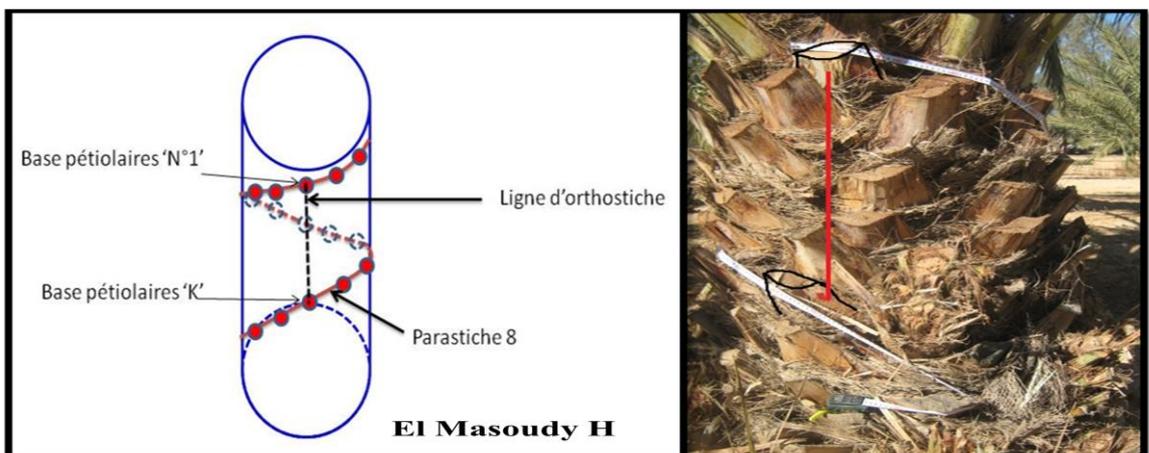


Figure 24: Mesure de l'angle phyllotaxique par la méthode de calcul de Nombre de Cornafs.

Source : Photo original

3.2. Paramètres mesurés sur palmes:

Une palme par pieds a été coupée pour assurer les mesures des paramètres métriques et géométriques sur la nervure et les penes ; la palme est choisie après la numérotation des palmes on se basant sur le parastiche 8 et nous avons considéré comme palme N°1, la 1^{ère} palme incomplètement déployée (ses deux tiare sont dégager) puis on numérote positivement les palmes vers la base de la couronne ; Afin de mesurer les paramètres métriques et géométriques sur la nervure et les penes.

Le matériel de mesure nécessaire est constitué de:

- Scie (pour le découpage des palmes) ;
- Sécateur (pour le découpage des folioles) ;
- Barre de fer (pour mesurer la base pétiolaire rester sur le stipe) ;
- Pied à coulisse ;
- Mètre ruban ;
- Règle graduée de 30 ou 50 cm ;
- Marqueurs ;
- Crayon ;
- Appareil photo ;
- Fiches de mesure. (Fig.25)



Figure 25: Matériel nécessaire pour les mesures sur les palmes coupés.

Source : Photo original

3.2.1. Repérage de la palme 1 et les spires apparentes :

L'identification des spires apparentes est primordiale. La spire apparente où se succèdent les palmes 1, 9, 17, 25, ..., 65, ... est la spire de rang 1 et d'ordre 8. La spire apparente où se succèdent les palmes 3, 8, 13, ..., 58, ... est la spire de rang 3 et d'ordre 5. La palme de rang 1 est la première palme dont au moins les 20 pennes terminales sont déployées (**Fig.26**) Il est indispensable de l'identifier parfaitement même pour des cultivars où la longueur des pennes rend ce repérage délicat car cette palme sert de référence pour la numérotation de toutes les autres.

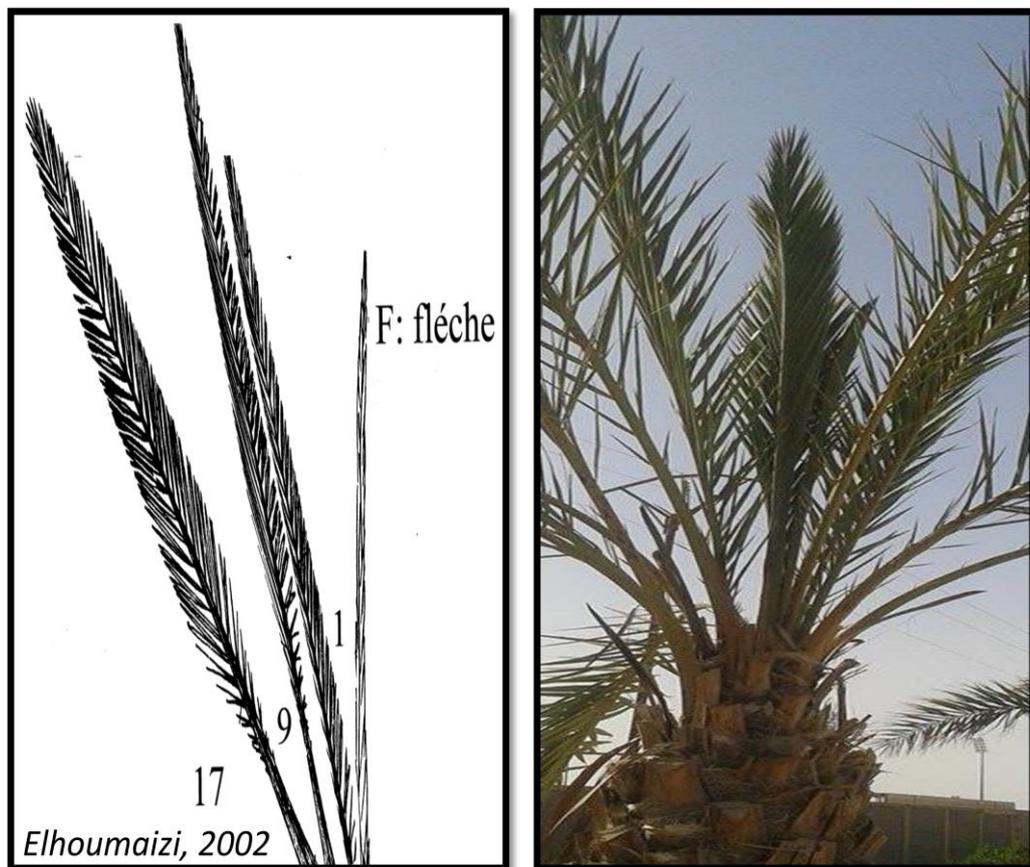


Figure 26 : Image montre la palme de rang 1.

Source : Photo original.

Une base pétiolaire ou une palme de rang X est surmontée de 3 palmes voisines qui sont de rangs $X - 5$, $X - 8$ et $X - 13$. Il y a aussi une palme très proche qui est de rang $X - 3$. Les palmes de rangs $X - 8$ et $X - 3$ sont situées du même côté d'une génératrice verticale passant par la palme de rang X, celles de rangs $X - 13$ et $X - 5$ sont situées de l'autre côté. Les palmes sont numérotées (**Fig.27**).

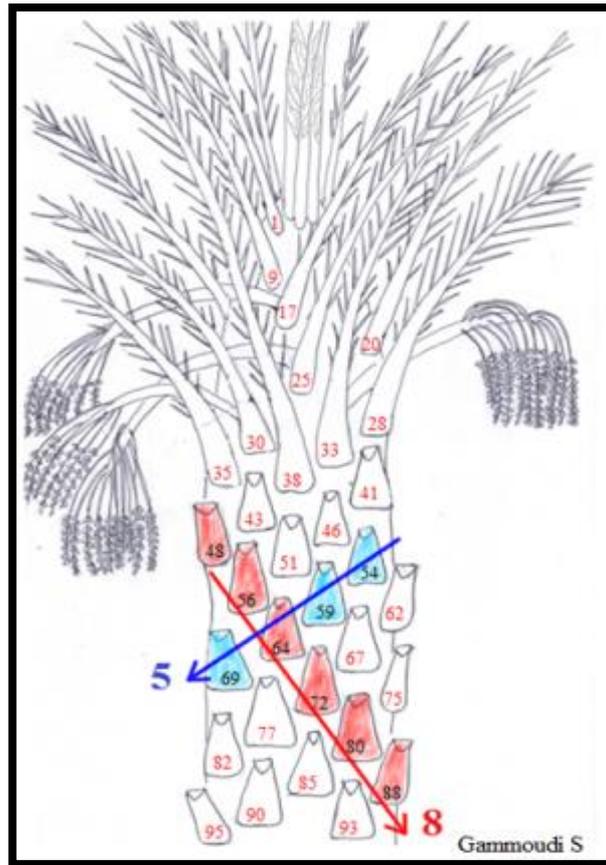


Figure 27: Numérotation des palmes sur un pied de palmier.

Source : Gammoudi, nd.

3.2.2. Repérage des positions descriptives des plans foliaires.

Une palme par pieds a été coupée pour assurer les mesures des paramètres métriques et géométriques sur la nervure et les pennes.

Le repérage de certains positions (**Fig.28**) est l'étape initiale pour effectuer les mesures des paramètres biométriques et géométriques :

- La demi-palme gauche et droite de la palme (qui se fait en référence à la face ventrale de la palme « face supérieure », les pieds orientés vers l'insertion de la palme) (**Fig.28-A**);
- Le position du point C correspond à la position de la première penne (**Fig.28-A**) ;
- La première et la dernière épine de chaque côté ;
- La première foliole de chaque côté ;
- Les 05 dernières folioles de chaque côté et la foliole terminale (**Fig.28-B**);

- La position de transition épine/foliole (**Fig.28-C**);
- Les positions LTN/10 et les groupes des pennes (ensemble des épines et des folioles) qui lui correspondent sur les deux côtés(**Fig.28-D**).

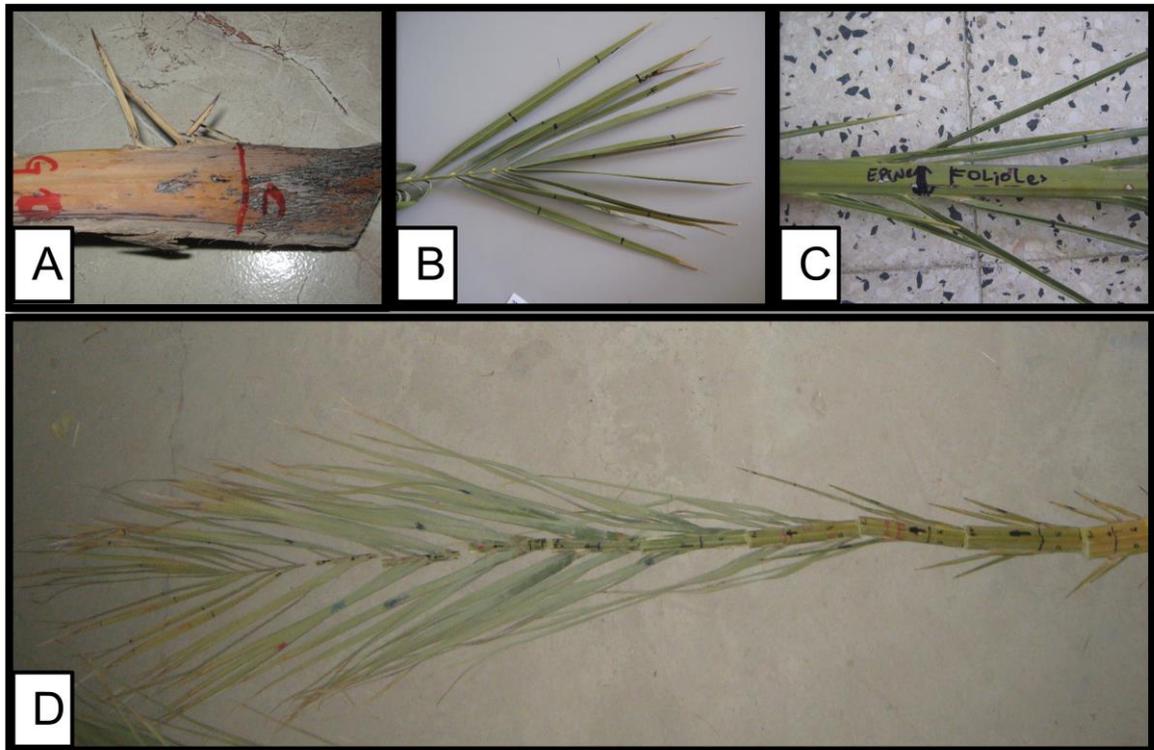


Figure 28 : Repérage des positions descriptives des plans foliaires.

Source : Photos original.

3.2.3. Mesures biométriques :

Les mesures biométriques concernent essentiellement :

a. Mesures sur la nervure :

Il s'agit de :

- La hauteur de la nervure au point C (**Fig.29-A**) ;
- La largeur de la nervure au point C (**Fig.29- B**) ;
- La longueur entre la coupe et le point C (longueur de pétiole) (**Fig.30**) ;
- La longueur de la partie épineuse (**Fig.30**);
- La longueur de la partie folioles (**Fig.30**).

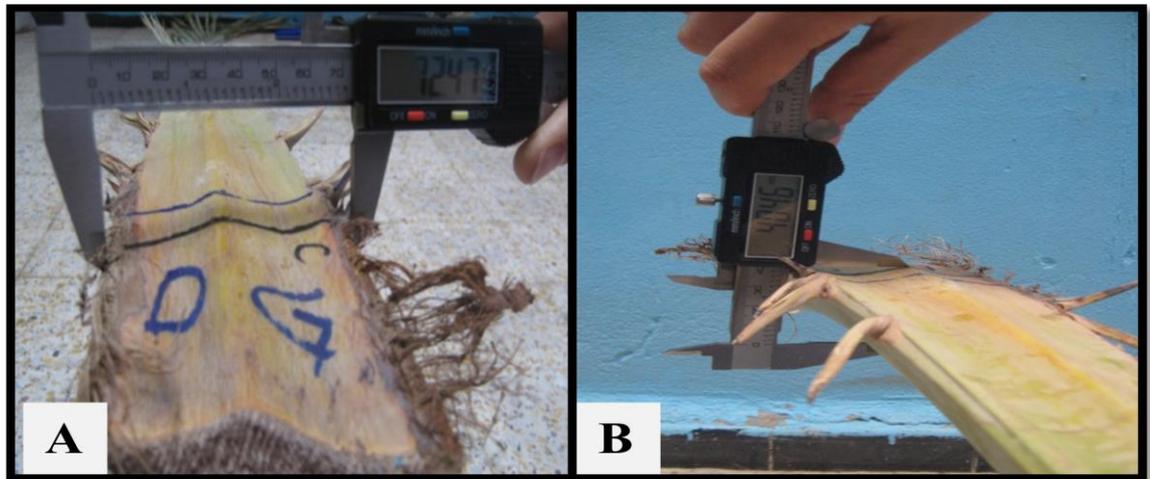


Figure 29: Dimension du point C.

Source : Photos original.

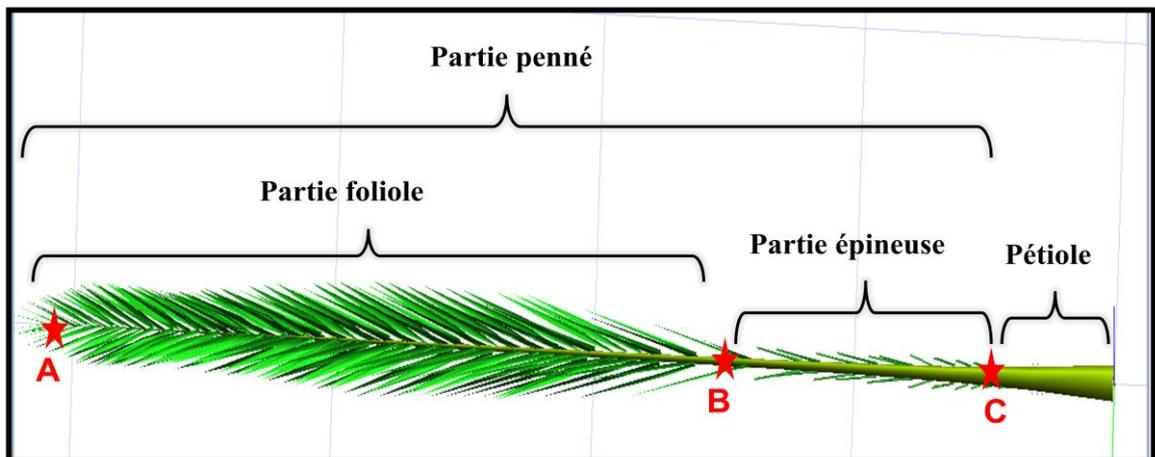


Figure 30: Différente partie d'une palme.

Source : Réalisé par nous-même.

Ensuite, on détermine la position des penne «+» ou supérieures ; qui désigne la penne orientée vers le haut, «0» ou médiane si la penne est dans le plan foliaire et «-» ou inférieure si la penne est orientée vers le bas. Par la suite, on passe au comptage des épines et des folioles sur chaque côté de la palme.

b. Mesures sur les pennes :

Elles concernent :

▪ Longueurs et repérage des positions 1/3 et 2/3:

On commence par la mesure de la longueur de chaque penne, de l'insertion à l'extrémité, à l'aide d'un mètre, on repère alors également les positions 1/3 et 2/3 de la longueur de chacune des pennes(**Fig.31**).



A. Longueur des pennes.

B. Positions 1/3 et 2/3.

Figure 31: Longueur et repérage des positions 1/3 et 2/3.

Source : Photos original.

▪ Ouvertures des pennes:

Pour chaque côté de palme et pour les pennes concernées ; on mesure l'ouverture, à la position 1/3 et 2/3 de la longueur à l'aide d'un pied à coulisse (**Fig.32**).

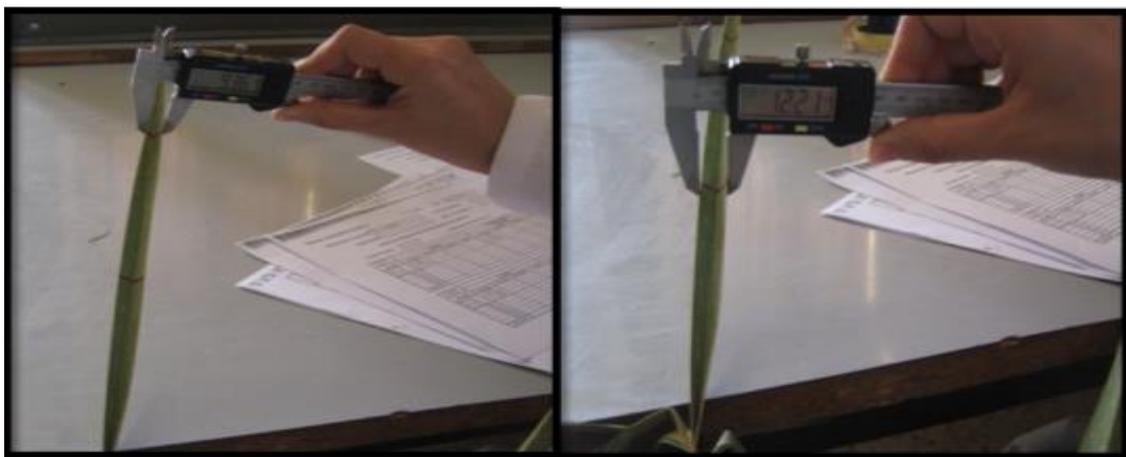


Figure 32 : Mesure de l'ouverture des pennes (aux positions 1/3 et 2/3).

Source : Photos original.

▪ **Demi -largeur pour chaque côté:**

Pour la détermination de la demi-largeur, on commence par la mesure des demi-largeurs à l'insertion des pennes puis à la position 1/3 et à la position 2/3 à l'aide d'une règle ou pied à coulisse (**Fig.33**).



Figure 33 : Mesure de demi-largeur (aux positions : insertion ,1/3 et 2/3).

Source : Photos original.

Pour les paramètres précédents (mesures des pennes) sont effectués pour la première et la dernière épines, la dernière foliole, le groupe terminal de chaque côté et la foliole terminale. Alors que pour les pennes correspondant aux positions LNT/10 nous mesurons seulement ses longueurs.

3.2.4. Mesures géométriques :

Les mesures des angles d'insertion des pennes sont réalisées sur des projections Photographiques. Au moins 2 pennes sont photographiées, Et ultérieurement les mesures s'effectuent à l'aide d'un logiciel « **Mesurim Pro** ». Pour les angles de rotation, les mesures sont effectuées sur des cicatrices d'insertion après avoir enlevé les folioles.

Les travaux de **Memadji-le-allah (2011)** et **Gammoudi (2012)** montrent que les angles verticaux et de rotations des pennes sont corrélés. Comme il est possible de choisir l'une des deux mesures. Dans notre travail on a choisi à côté de l'angle axial, l'angle de rotation (facile à mesuré).

a. Angle d'insertion horizontale des penes (angle axial)

C'est l'angle d'insertion des folioles par rapport à la direction principale de la nervure. Les mesures de cet angle se font par rapport à l'axe de la nervure, les valeurs sont indiquées directement par le logiciel(Fig.34).

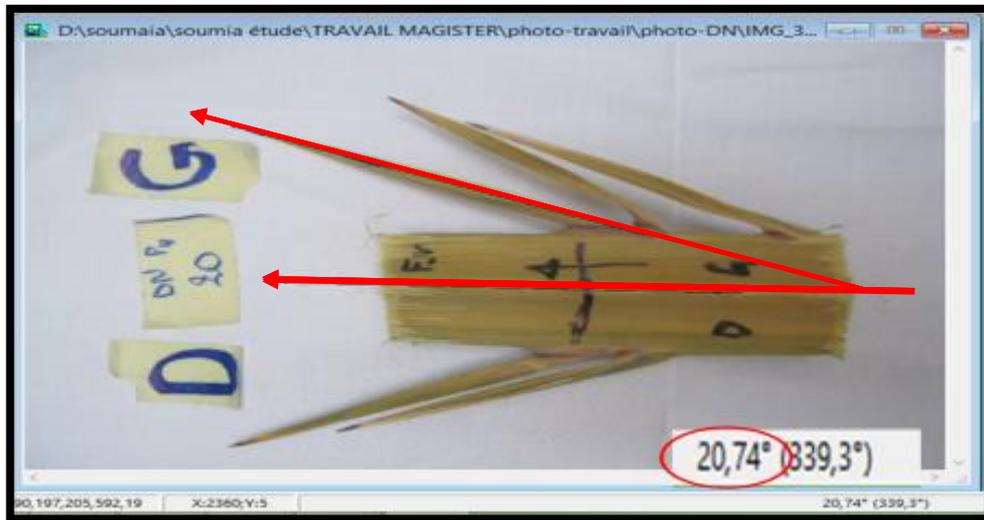


Figure.34: Mesure de l'angle axial (logiciel MESURIM-PRO).

Source : Photo original.

b. Angle de rotation

C'est l'angle d'insertion de la base des folioles par rapport à la direction longitudinale de la nervure. Les mesures s'effectuent par rapport à un repère local horizontal(Fig.35).

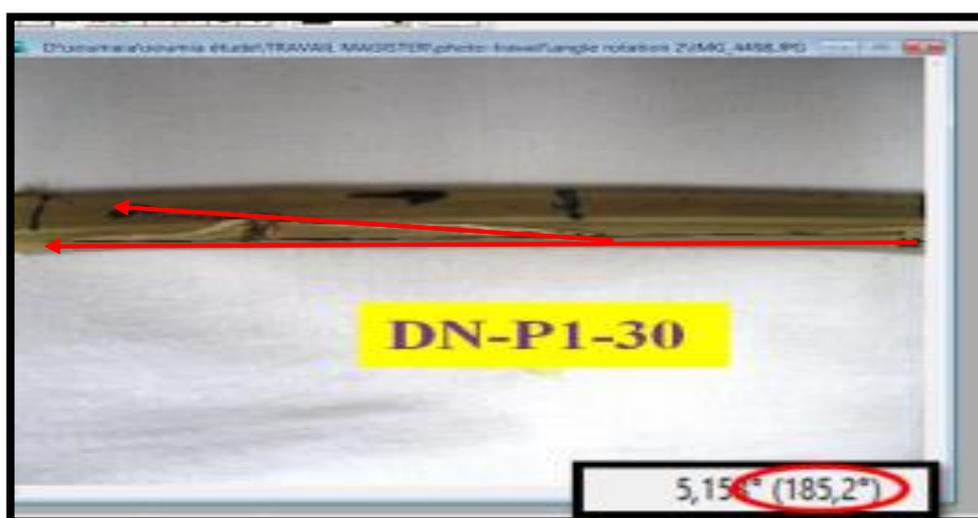


Figure. 35: Mesure de l'angle de rotation (logiciel MESURIM-PRO).

Source : Photo original.

Remarque : L'ensemble de nos mesures ont été enregistrées dans des fiches de mesure spéciales et détaillées réalisées par l'équipe de réseau MOCAF pour chaque paramètre (**Annexe 03**), le tableau **04** est un exemple des fiches de mesure qui concerne la description générale de la palme.

Tab.04: Fiche de mesures feuilles (Description générale).

Morphotype ou cultivar		
Num identification		Observate soumaia fadlaoui
Fiche de mesures feuilles (description générale)		
Rang de la palme		
Longueur pétiole		
Longueur entre la coupe et C		
Longueur partie épineuse		
Longueur partie foliololée		
Long totale		
	Gauche	Droite
Nombre d'épines		
Nombre de folioles		
Nombre total de pennes		
Foliole terminale		

Source : Modèle réalisé par l'équipe de réseau MOCAF.

4. Traitement des données : Méthodes et Logiciels

4.1. Traitement statistique

L'analyse de la variance des données a été effectuée à l'aide du logiciel **XLSTAT(2010)**. La comparaison des moyennes a été faite selon le test de Newman-Keuls au seuil de probabilité de 5%.

XLSTAT est un logiciel de statistiques et d'analyse de données développé depuis 1993 qui vient renforcer les capacités analytiques de Microsoft Excel.

4.2. Simulation (Palmier et palme)

La simulation se fait grâce au logiciel **XPLO**, auquel est intégré le modèle **Principes**. XPLO est un logiciel de simulation et de l'exploration de l'architecture des plantes à différentes échelles. L'objectif de ce logiciel est de construire, modifier, visualiser et extraire des données architecturales. Il a été utilisé pour différents types d'études architecturales des plantes. Pour le palmier l'essentiel des mesures pour la simulation est basé sur la position métrique et la géométrie des pennes (**Lecoustre et al. 2007 in Memadji-le-allah, 2011 et Griffon, 2011**).

La figure 36 résume les principales étapes suivies à fin de ressortir les maquettes informatiques par le logiciel XPLO.



Figure 36 : Présentation générale des étapes de la simulation par le logiciel XPLO.

Source : Réalisé par nous-même.



Partie III:

Résultats

et

Discussion

Chapitre I : Angle phyllotaxique

Dans ce chapitre on va présenter les principaux résultats que nous avons obtenus concernant la vérification des mesures de l'angle phyllotaxique ainsi de prouver si cet angle est une caractéristique variétale ou non pour le palmier dattier.

1. Résultats de mesure de l'angle phyllotaxique

Dans notre travail on a mesuré l'angle phyllotaxique pour différents cultivars ayant différents âges dans les 04 sites choisis pour notre étude. Ces mesures ont été faites, selon les deux méthodes de mesure citées dans la partie précédente, à trois niveaux du stipe par rapport au sol (50 cm, 100 cm, 150 cm) et aux trois positions (Gauche, Milieu, Droite) sur les cornafs références 0 et 8.

L'approche que nous avons adoptée pour cette analyse est de considérer, en premier temps, la variation de l'angle phyllotaxique au sein de tous les cultivars et au niveau de tous les sites. Par la suite et en vue de ressortir l'effet de l'environnement et l'effet de l'âge sur cet angle, nous avons étudié les variations de l'angle phyllotaxique au sein d'un même cultivar dans les différents sites puis entre les différents âges afin de réduire la variance d'origine génétique. Cette dernière étude a concerné uniquement les cultivars de Deglet Nour, Mech-Degla et Ghars ; suite à leurs présence dans les différents sites et à différents âges. Les traitements statistiques de nos données ont été faits par des analyses descriptives suivies par une analyse de la variance (au seuil 5%).

1.1. Variation de l'angle phyllotaxique des cultivars

A ce stade, on s'intéresse à la variation de cet angle phyllotaxique entre les différents cultivars étudiés :

1.1.1. Variation de l'angle phyllotaxique des cultivars en fonction de la méthode de mesure adoptée

Plusieurs méthodes de mesure de l'angle phyllotaxique du palmier dattier ont été mises en évidence par l'équipe des chercheurs d'AMAP-CIRAD. Dans notre étude on a essayé de comparer les résultats de deux méthodes, parmi elles : le Calcul du Nombre de Cornafs (CNC) et l'AMAP. Pour la méthode AMAP on a calculé la moyenne de toutes les mesures faites pour un même cultivar.

Rappelons que nous désignons par :

- phy1 : Calcul de l'angle phyllotaxique par la méthode de Calcul le Nombre de Cornafs (CNC) ;
- phy2 : Calcul de l'angle phyllotaxique par la méthode AMAP.

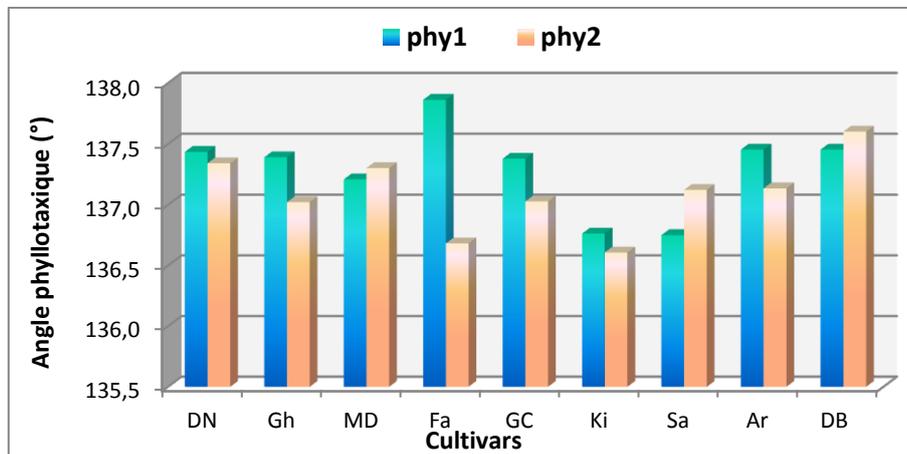


Figure37 : Angle phyllotaxique des deux méthodes de mesure des cultivars étudiés.

Source : réalisé par nous même à partir de nous résultats.

La lecture des résultats obtenus (**Fig.37**) nous montre la faible différence de l'angle phyllotaxique entre les deux méthodes de mesures employées (AMAP et CNC). En effet, les mesures de cet angle varient entre 136.8° et 137.9° pour la première méthode, et entre 136.6° et 137.6° pour la deuxième.

En revanche, l'observation par cultivar montre un rapprochement des résultats obtenus entre les cultivars étudiés par les deux méthodes sauf le cultivar Farona (**Fig.37**).

D'après le tableau **05**, l'analyse de la variance de la 1^{ère} méthode de mesure de l'angle phyllotaxique montre qu'il y a une différence significative entre les cultivars étudiés ($Pr = 0.013$) alors qu'elle révèle une différence très hautement significative pour la 2^{ème} méthode ($Pr = 0.0004$) au seuil de 5%.

Dans le but de mieux cerner la variation de l'angle phyllotaxique on a pris en considération trois cultivars séparément DN, MD et Gh d'un même site et d'un même âge afin de réduire l'influence de l'environnement et de l'âge des pieds sur la variance de l'angle phyllotaxique. L'analyse de la variance a montré l'absence de différence significative entre les deux méthodes dans ces conditions (**Tab.05**).

L'analyse de la variation de l'angle phyllotaxique au sein d'un même cultivar calculé selon les deux méthodes confirme les résultats de l'analyse descriptive obtenus pour le

cultivar Farona. En effet, pour ce dernier, elle est très hautement significative ($Pr = 0.001$) et significative également pour Ghars ($Pr = 0.018$). Notons que pour le reste des cultivars il n'existe aucune différence significative dans la variation du paramètre objet d'étude (Tab.06).

Ainsi, on peut déduire que l'angle phyllotaxique des cultivars varie beaucoup plus pour la méthode AMAP que pour celle du Calcul du Nombre de Cornafs (CNC). Ceci peut être dû aux nombres importants de paramètres que l'on doit mesurer, pour la méthode AMAP, à savoir la circonférence de stipe, la hauteur par rapport au sol, la distance entre les deux bases pétiolaires choisies. D'un autre côté, pour un même cultivar pris dans les mêmes conditions (site et âge) l'angle phyllotaxique n'enregistre pas de différence entre les deux méthodes de mesure adoptées dans notre travail.

1.1.2. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois hauteurs de mesure sur le stipe (méthode AMAP)

L'objet de cette partie est de comparer la variation de l'angle phyllotaxique des cultivars mesuré par la méthode AMAP à trois niveaux par rapport au sol (50, 100, et 150 cm).

Selon la figure 38 ; on observe une augmentation légère de l'angle phyllotaxique en fonction de la hauteur de sa mesure par rapport au sol pour tous les cultivars étudiés sauf le cultivar Arehti «Ar ». D'une manière générale il varie : de 136.70° à 137.17° à la hauteur de 50 cm, de 136.67° à 137.79° à la hauteur de 100 cm et de 136.87° à 137.90° à la hauteur de 150 cm par rapport au sol.

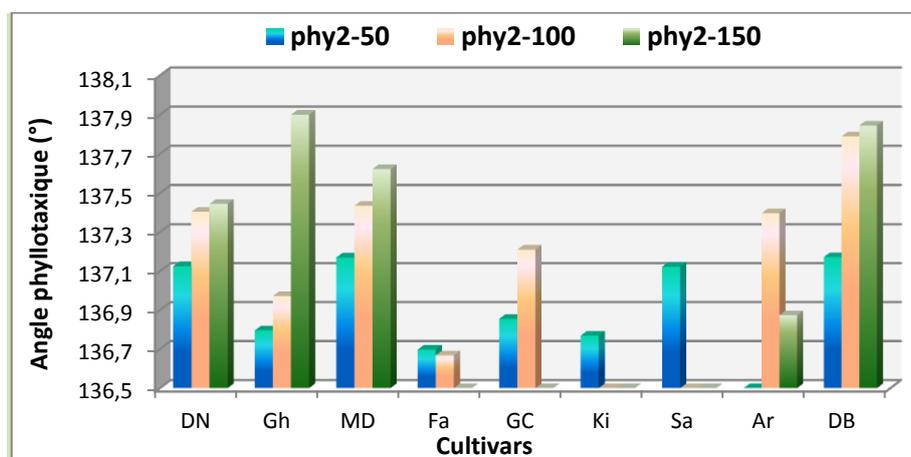


Figure38 : Angle phyllotaxique des trois hauteurs chez les cultivars étudiés.

Source : Réalisé par nous même à partir de nos résultats

Entre les cultivars étudiés, l'analyse de la variance ne montre aucune variation significative de l'angle de divergence au niveau 50 cm, par contre une variation significative avec $Pr = 0.029$ a été enregistrée au niveau 150 cm et une variation très hautement significative a été manifestée par un $Pr = 0.0001$ au niveau 100 cm (**Tab.05**). Ceci est dû, d'une part, à la variance génétique puisque nos résultats ont montré que l'angle phyllotaxique ne varie pas en fonction des cultivars pour les trois mesures considérées. D'autre part, on pourrait expliquer cette variation par le fait de la continuation de la croissance du stipe du palmier dattier aux 100 et 150 cm au moment où elle est plus stable à 50cm. Généralement à cette hauteur les cornafs sont altérés chez la plupart des cultivars par les conditions de plantation (Présence de racines aériennes et des rejets à ce niveau) (**Fig.39**), ce qui affecterait les résultats de mesure.



Figure 39 : Etat de la plupart des stipes à la hauteur de 50cm.

Source : Photos original.

Entre les trois hauteurs de mesure et pour un même cultivar aucune différence significative de l'angle phyllotaxique n'a été révélée par l'analyse de la variance pour chaque cultivar étudié, excepté pour le cultivar Ghars qui manifeste une variation hautement significative ($Pr = 0.003$) (Ça revient peut être à la grosseur de stipe qui caractérise ce cultivar (**Belguedj, 2002**)) (**Tab.05**).

1.1.3. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois positions de mesure sur les cornafs (méthode AMAP)

Afin de ressortir l'importance du choix du point de mesure de l'angle phyllotaxique sur les bases pétiolaires de référence (0 et 8), on a comparé les résultats obtenus de cet angle sur la gauche, la droite et le milieu des cornafs.

La lecture de la figure 40, ne dégage pas une relation entre les valeurs de l'angle phyllotaxique et la position de sa mesure, ces valeurs variant de 136.7° à 137.7° au côté gauche, de 136.5° à 137.6° au milieu et de 136.6° à 137.5° au côté droite des bases pétiolaire. Notons que pour les trois positions les valeurs maximales sont marquées chez le cultivar Degla Baïdha (137.7° à gauche, 137.6° au milieu et 137.5° à droite) et les valeurs minimales chez le cultivar Kinta (136.7° à gauche, 137.5° au milieu et 136.6° à droite).

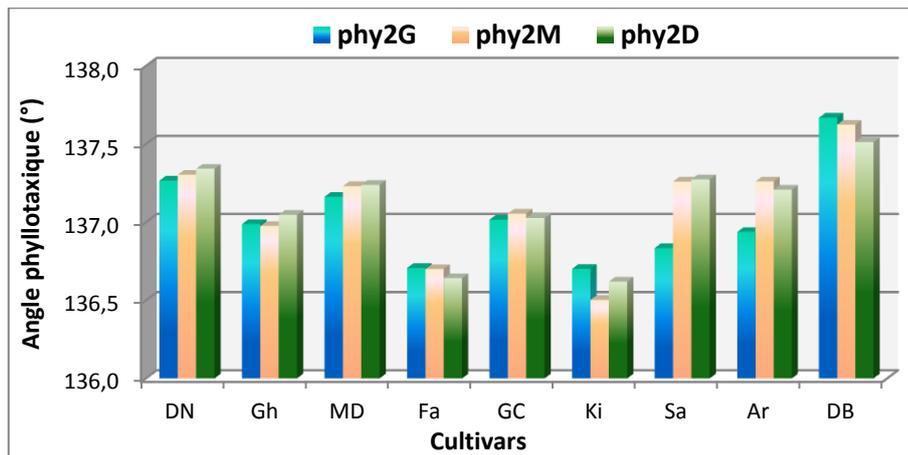


Figure 40 : Angle phyllotaxique des trois positions (Gauche, Milieu, Droite) chez les cultivars étudiés.

Source : Réalisé par nous même à partir de nos résultats.

L'analyse de la variance entre les cultivars, affirme qu'il y a une différence très hautement significative pour le côté gauche et le milieu des cornafs avec $Pr = 0,0002$ et 0.0003 successivement et une variation hautement significative pour le côté droite avec $Pr = 0.008$ (Tab.05).

Par contre aucune variation n'a été dégagée par l'analyse de la variance chez tous les cultivars étudiés, pris séparément (pour un même cultivar) entre les trois positions de mesure précitées (Tab.06).

A partir des résultats obtenus, on peut déduire que l'angle phyllotaxique varie entre les cultivars pour les trois positions de mesure effectuées sur les cornafs. Donc, le point de mesure sur les bases pétiolaires, n'a aucune influence sur la variation de l'angle phyllotaxique pour un cultivar défini.

Les résultats obtenus nous permettent de déduire que l'angle phyllotaxique chez les différents cultivars ne varie pas selon la méthode de mesure adoptée (AMAP et CNC). Egalement, il ne varie pas en fonction des hauteurs sur le stipe (50, 100 et 150 cm) et de la

position de sa mesure sur les cornafs (gauche, milieu et droite). De ce fait, Il revient au manipulateur le choix de l'une des méthodes précitées. Toutefois, il est déconseillé de considérer la hauteur de 50 cm puisqu'à ce niveau les cornafs sont en mauvais état, aussi, il est recommandé de le mesurer à partir du milieu des cornafs (le point le plus facile à accéder).

Les résultats de l'analyse de la variance de L'angle phyllotaxique traités séparément entre tous les cultivars puis au sein d'un même cultivar montrent que la variance génétique intervient en grande partie dans la variation de l'angle phyllotaxique. Ce qui rend ce dernier une caractéristique variétale.

1.2. Variation de l'angle phyllotaxique des cultivars en fonction du site d'étude

L'objet de cette partie est l'étude des variations de l'angle phyllotaxique des cultivars des dattes entre les différents sites où nous avons prélevé nos échantillons. Nous avons considéré les valeurs de cet angle pour les trois cultivars Deglet Nour, Mech-Degla et Ghars cultivés au moins dans deux sites parmi les quatre concernés (Selon la disponibilité du cultiva dans les sites). Ces derniers se situant aux communes de Feliache (Site 1), Ain Ben Naoui (Site 2), El Hadjeb (Site 3) et Ain Naga (Site 4).

1.2.1. Variation de l'angle phyllotaxique entre les deux méthodes de mesure adoptée

Afin de connaître si le changement du site et donc de l'environnement influe sur la variation de l'angle phyllotaxique des cultivars du palmier dattier étudiés, nous l'avons calculé par les deux méthodes citées préalablement. Nous avons considéré les données collectées au niveau des différents sites de notre échantillon aux Ziban pour les trois cultivars qui sont reportées dans la figure **41**.

D'après la figure **41**, l'angle phyllotaxique varie pour l'ensemble des sites d'études entre les deux méthodes de mesure adoptées. D'une manière générale les valeurs de l'angle phyllotaxique vont de 137.37° à 137.54° avec la première méthode et de 136.99° à 137.46° avec la deuxième.

D'un autre côté le paramètre en question varie entre les sites pour le cultivar « DN », de 137.13° à 137.29° avec la première méthode et de 137.15° à 137.45° avec la deuxième. De même pour « MD » et « Gh » qui présentent des valeurs de l'angle variant, respectivement de 137.13° à 137.29° et de 137.29° à 137.45° avec la première méthode et de 137.15° à 137.45° et de 136.64° à 137.25° avec la deuxième. Notons que les grandes différences sont enregistrées à la fois dans le site de Ain Ben Naoui (137.54° pour la

1^{ère} méthode et 136.99° pour la 2^{ème}) chez le cultivar « DN », dans le site El Hajeb (137.13° pour la 1^{ère} méthode et 137.45° pour la 2^{ème}) chez le cultivar « MD » et dans le site de Feliache (137.29° pour la 1^{ère} méthode et 136.64° pour la 2^{ème}) chez le cultivar « Gh ».

L'analyse de la variance du paramètre étudié des cultivars Deglet Nour, Mech-Dgla et Ghars, pris séparément, dans les différents sites ne montre aucune différence significative entre les deux méthodes de calcul pour « DN » et « MD ». Toutefois, la méthode AMAP, a montré une variation significative ($Pr=0.025$) pour le cultivar cultivar « Gh » ; ceci s'explique peut-être par la sensibilité de la méthode AMAP vis-à-vis les conditions de l'environnement et à la grosseur de stipe qui caractérise ce cultivar) (Tab.05).

1.2.2. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois hauteurs de mesure sur le stipe (méthode AMAP)

Les résultats de la variation de l'angle phyllotaxique à trois hauteurs de mesure par rapport au sol des trois cultivars « DN », « MD » et « Gh » pris séparément dans les sites où ils poussent, sont illustrés dans la figure 42.

D'après la lecture des résultats, l'angle phyllotaxique révèle dans l'ensemble, un léger changement entre les sites d'étude pour chaque cultivar à trois niveaux par rapport au sol. D'ordre général l'angle phyllotaxique varie dans les sites chez « DN » de 136.94° à 137.51° à 50 cm, de 137° à 137.61° à 100 cm et de 136.86° à 137.51° à 150 cm. Le cultivar « MD » présente des variations des angles dans le même ordre des hauteurs oscillant de 136.89° à 137.45° , de 137.42° à 137.45° et de 137.56° à 137.69° . Enfin, pour « Gh » le paramètre en question varie de 136.65° à 136.94° , à la hauteur de 50 cm et de 136.62° à 137.46° à la hauteur de 100cm.

Cependant, l'observation de la figure 42 nous montre que les plus faibles valeurs de l'angle phyllotaxique sont enregistrées pour les trois hauteurs à la fois dans le site de Ain Ben Naoui chez « DN », le site de Ain Naga chez « MD » et le site de Feliache chez « Gh ». Ces valeurs sont de 136.94° à 50 cm, 137° à 100 cm et 136.86° à 150cm pour le 1^{er}, 136.89° à 50 cm, 137.52° à 100 cm et 137.56° à 150cm pour le 2^{ème} et 136.65° à 50 cm, 136.62° à 100 cm pour le 3^{ème} site.

Pour un seul cultivar donné (Deglet Nour, Mech Degla et Ghars) planté dans différents sites, l'analyse de la variance n'a montré aucune différence significative pour chacune des trois hauteurs de mesure considérées (Tab.05)

1.2.3. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois positions de mesure sur les cornafs (méthode AMAP)

Afin de connaître la variation de l'angle phyllotaxique par la méthode AMAP en fonction de la position (gauche, milieu et droite) de sa mesure sur les bases pétiolaires de référence (0 et 8) dans différents environnements, on va comparer les résultats de ces trois positions dans les sites d'études pour chacun des cultivars (DN, MD et Gh) séparément. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 43.

D'une façon globale l'angle phyllotaxique change aussi entre les sites. Chez « DN » ses valeurs vont de 137.08° à 137.40° sur le côté gauche, de 136.92° à 137.56° au milieu et de 136.98° à 137.52° au côté droite. Selon ce même ordre le cultivar « MD » présente des variations de 137.35° à 137.48°, de 137.09° à 137.39° et de 137.11° à 137.62°. Egalement pour le « Gh » de 136.63° à 137.18°, de 136.46° à 137.16° et de 136.64° à 137.27°.

D'un autre côté, la figure 43 nous indique aussi que les plus faibles valeurs de l'angle phyllotaxique sont enregistrées pour les trois positions de mesure à la fois dans le site de Ain Ben Naoui chez « DN » et le site de Feliache chez « Gh ». Les valeurs enregistrées sont de 137.08° sur la gauche, 136.92° au milieu et 136.98° sur la droite pour le 1^{er} et de 136.63° sur la gauche, 136.64° au milieu et sur la droite de base pétiolaire pour le 2^{ème}. Par contre pour le cultivar « MD » les valeurs les plus faibles de l'angle mesurées pour les trois positions sur les cornafs ont été enregistrées dans des sites différents à savoir le site de El Hadjeb sur la gauche des cornafs (137.35°), et dans le site de Ain Naga au milieu (137.09°) et sur la droite (137.11°) de la base pétiolaire.

Si l'on considère les données d'un même cultivar présent dans différents sites on note que l'analyse de la variance montre que pour « DN » il n'existe pas de variation significative entre les sites d'étude aux trois positions de mesure traitées indépendamment. Par contre pour « MD » des variations hautement significative (Pr = 0.009) et significative (Pr = 0.031) ont été enregistrées successivement au milieu et au côté droite des cornafs. Egalement pour « Gh », une variation significative de l'angle phyllotaxique entre les sites d'étude sur le côté gauche des bases pétiolaires a été observée (Pr = 0.047) (**Tab.05**).

Tableau 05: Résultats de l'analyse de la variance de l'angle phyllotaxique des méthodes, hauteurs et des positions de mesures.

	paramètres	Matrice cultivars	DN-âge	MD-âge	Gh- âge	DN-site	MD-site	Gh-site	DN-MD-Gh
Méthodes	phy1	0,013*	0,98	0,537	0,646	0,755	0,537	0,773	0,405
	phy2	0.000***	0,712	0,085	0,154	0,093	0,085	0,025*	0,243
Hauteurs	phy2-50	0,223	0,981	0,046*	0,524	0,457	0,046*	0,768	
	phy2-100	0.000***	0,583	0,91	0,022*	0,086	0,91	0,065	
	phy2-150	0,029*	0,437			0,534			
Positions	phy2G	0.000***	0,39	0,61	0,306	0,251	0,61	0,047*	
	phy2M	0.000***	0,804	0,009**	0,224	0,061	0,009**	0,054	
	phy2D	0,008**	0,805	0,031*	0,259	0,103	0,031*	0,089	

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

Tableau 06: Résultats de l'analyse de la variance de l'angle phyllotaxique des cultivars.

Cultivars	DN	Gh	MD	Fa	GC	Ki	Sa	Ar	DB
Selon la méthode de mesure	0,472	0,018*	0,538	0,001***	0,436	0,657	0,428	0,118	0,117
Selon la hauteur par rapport au sol	0,1	0,003**	0,205	0,925	0,225	0,282	0,44	0,495	0,66
Selon la position sur les bases pétiolaire	0,837	0,9	0,52	0,971	0,877	0,7	0,44	0,495	0,66

Source : Réalisé par nous même à partir de nous résultats.

Notons que :

* : Une variation significative ;

** : Une variation hautement significative ;

*** : Une variation très hautement significative

Les résultats obtenus montrent que l'angle phyllotaxique varie beaucoup plus pour la méthode « AMAP » que la méthode « CNC » entre les différents sites d'étude (pour un même cultivar) dont les conditions diffèrent incontestablement. Il varie aussi entre les positions de mesures sur les cornafs mais aucune variation n'a été notée entre les hauteurs sur le stipe du palmier.

Les variations enregistrées pour la méthode AMAP pourraient être expliquées par l'influence de l'environnement sur les paramètres mesurés (paramètres quantitatifs) intervenant dans le calcul de l'angle en question notamment la circonférence du stipe et par la réduction de notre échantillon (nombre de répétitions) pour la position de sa mesure sur les cornafs.

1.3. Variation de l'angle phyllotaxique des cultivars en fonction de l'âge

L'objet de cette partie est l'étude des variations de l'angle phyllotaxique des cultivars entre les différents âges que nous avons traité, âge **a** (10 ans), âge **b** (15 ans) et âge **c** (25 ans). Nous avons évalué les valeurs de cet angle pour les mêmes cultivars de l'étude précédente, Deglet Nour, Mech Degla et Ghars cultivés ayant au moins deux âges parmi les trois étudiés.

1.3.1. Variation de l'angle phyllotaxique entre les deux méthodes de mesure adoptées

Afin de connaître si l'âge influe sur la variation de l'angle phyllotaxique des cultivars du palmier dattier étudiés, nous l'avons calculé par les deux méthodes citées préalablement. Nous avons considéré les données collectées au niveau des différents sites aux Ziban pour les trois cultivars reportés dans la figure **44**.

D'après cette figure, l'angle phyllotaxique varie pour l'ensemble des âges étudiés entre les deux méthodes de mesure adoptées. D'une manière générale, les valeurs de l'angle phyllotaxique vont de 137.13° à 137.45° avec la première méthode et de 136.91° à 137.45° avec la deuxième. En outre, le paramètre en question varie entre les âges pour le cultivar « DN », de 137.42° à 137.45° avec la première méthode et de 137.22° à 137.45° avec la deuxième. De même pour « MD » et « Gh » qui présentent des valeurs de l'angle variant, respectivement de 137.13° à 137.29° et de 137.25° à 137.45° avec la première méthode, de 137.15° à 137.45° et de 136.91° à 137.36° avec la deuxième.

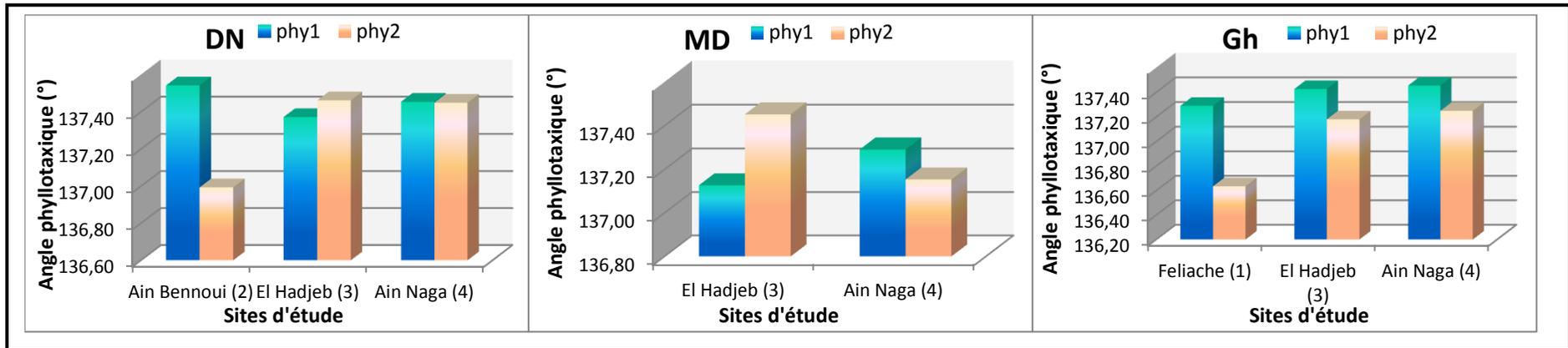


Figure 41 : Angle phyllotaxique des deux méthodes au niveau des sites

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

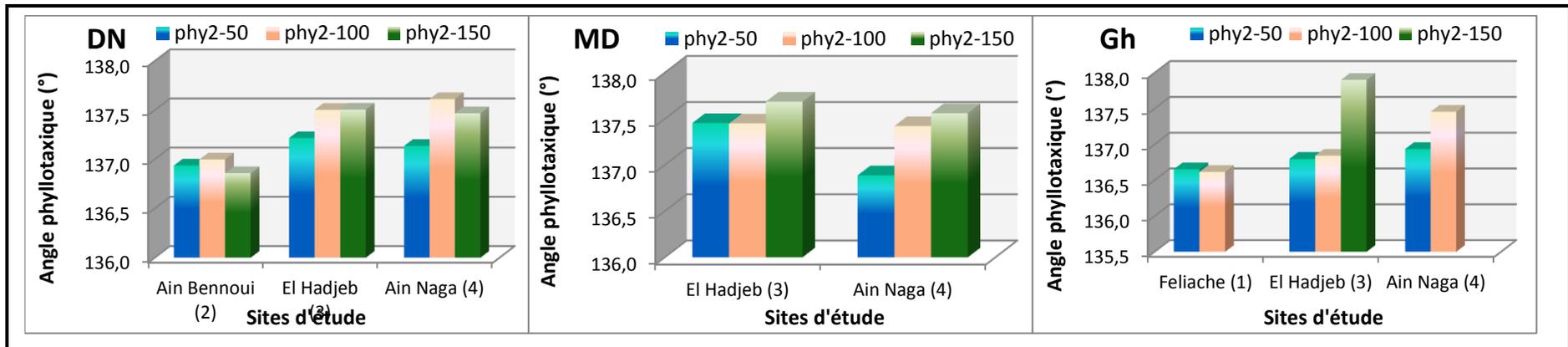


Figure 42 : Angle phyllotaxique des trois hauteurs au niveau des sites.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

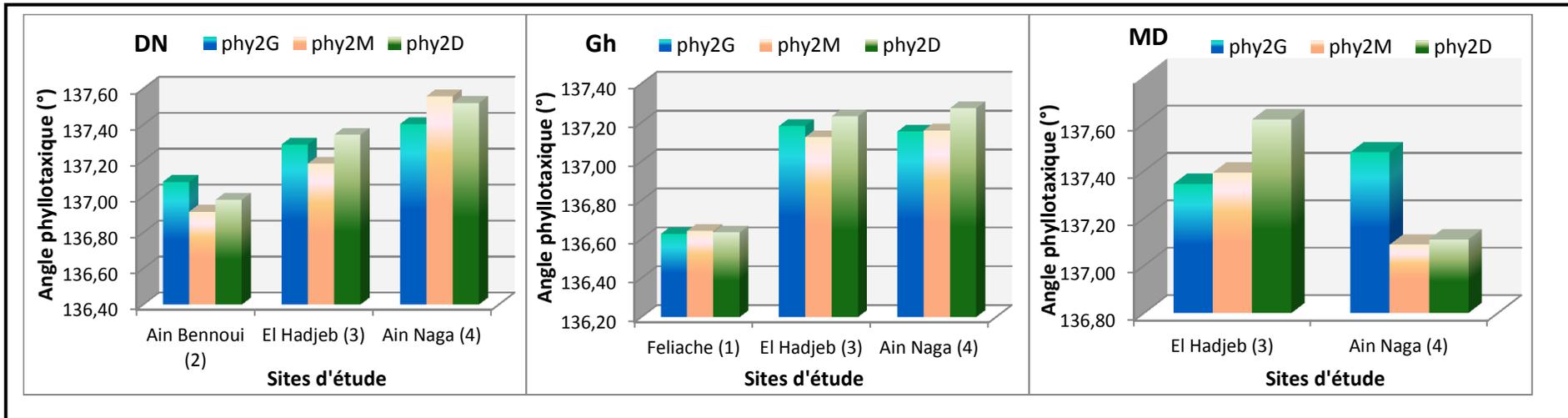


Figure 43 : Angle phyllotaxique aux trois positions au niveau des sites.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

Notons que les grandes différences sont enregistrées à la fois à l'âge de 15 ans (137.45° et 137.36° pour la 1^{ère} méthode et 137.22° et 136.91° pour la 2^{ème}) chez le cultivar « DN » et « Gh » successivement et à l'âge de 25 ans (137.13° pour la 1^{ère} méthode et 137.45° pour la 2^{ème}) chez le cultivar « MD ».

L'analyse de la variance de l'angle phyllotaxique entre les deux méthodes de mesure à différents âges ne montre aucune variation significative pour les trois cultivars « DN », « MD » et « G » pris séparément (**Tab.05**).

1.3.2. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois hauteurs de mesure sur le stipe (méthode AMAP)

La figure 43 montre les résultats relatifs aux variations de l'angle phyllotaxique en fonction de la hauteur de sa mesure à différents âges.

Les valeurs de l'angle phyllotaxique figurant dans les graphes de la figure 45 ne montrent pas une relation claire entre l'âge de palmier dattier et la hauteur de sa mesure, sauf que les faibles valeurs sont marquées à la hauteur de 50 cm pour tous les âges traités chez les trois cultivars.

D'ordre général l'angle phyllotaxique varie en fonction de la hauteur par rapport au sol entre les différents âges, chez le cultivar « DN », il oscille de 137.11° à 137.15° à 50 cm, de 137.33° à 137.61° à 100 cm et de 137.17° à 137.64° à 150 cm. Selon le même ordre des hauteurs, pour le cultivar « MD », il varie de 136.89° à 137.45° , de 137.42° à 137.45° et de 137.56° à 137.69° (les pieds n'atteint pas la hauteur de 150 cm pour ce dernier). Et de même pour « Gh » de 136.73° à 136.94° et de 136.73° à 137.46° .

En étudiant la variation de l'angle phyllotaxique d'un seul cultivar à différents âges, l'analyse de la variance de cultivar « DN » ne manifeste aucune différence significative entre les trois âges étudiés pour les trois niveaux de sa mesure. Les cultivars « MD » et « Gh » enregistrent une variation significative aux hauteurs 50 cm pour le 1^{er} et 100 cm pour le 2^{ème} avec un Pr = 0.046 et 0.022 dans le même ordre (**Tab.05**).

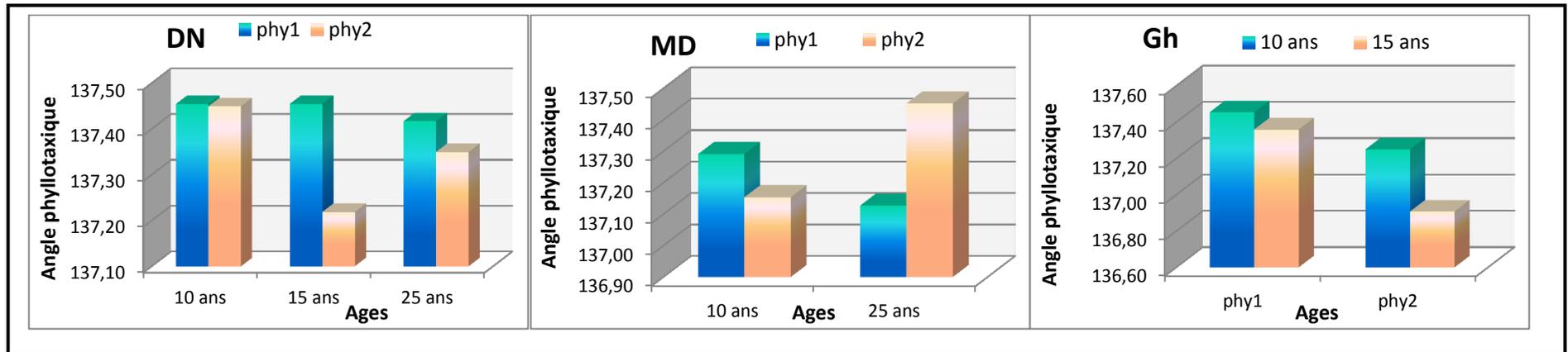


Figure 44 : Angle phyllotaxique des deux méthodes pour les âges étudiées.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

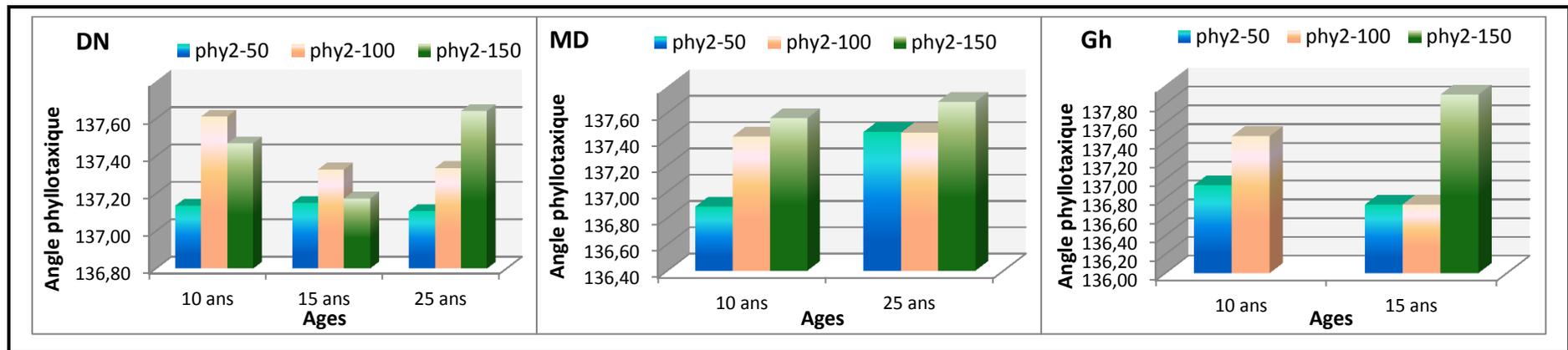


Figure 45 : Angle phyllotaxique des trois hauteurs pour les âges étudiées.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

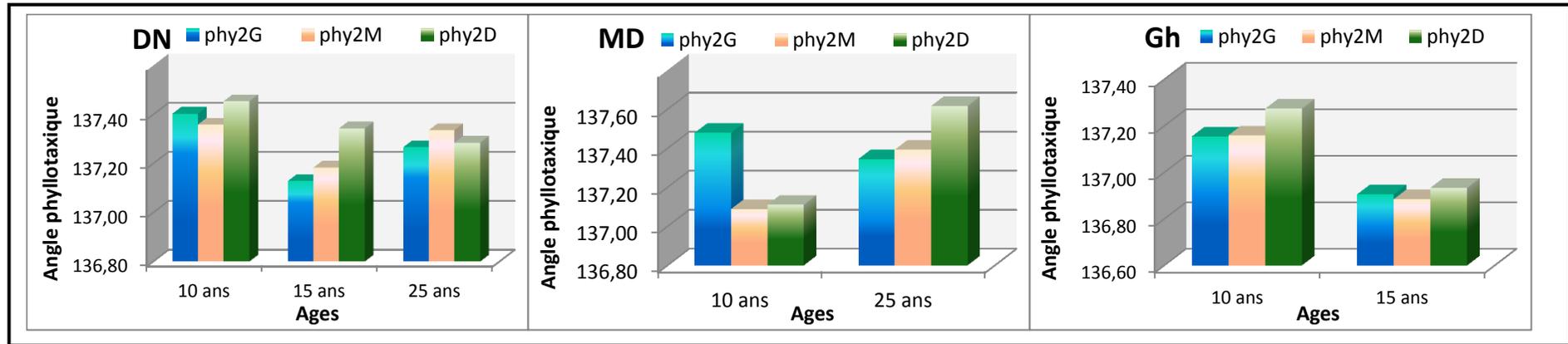


Figure 46: Angle phyllotaxique aux trois positions pour les âges étudiés

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

1.3.3. Variation de l'angle phyllotaxique entre les trois positions de mesure sur les cornafs (méthode AMAP)

Il s'agit dans cette partie d'étudier la variation de l'angle phyllotaxique aux trois positions de sa mesure selon l'âge des cultivars de palmier dattier étudiés. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure **46**.

L'angle phyllotaxique change aussi entre les âges. Chez « DN » ses valeurs vont de 137.13° et 137.40° sur le côté gauche, de 137.18° et 137.36° au milieu et de 137.29° à 137.45° au côté droite. Selon ce même ordre le cultivar « MD » présente des variations de 137.35° et 137.48°, de 137.09° et 137.39° et de 137.11° et 137.62° et « Gh » de 136.91° à 137.15°, de 136.88° à 137.16° et de 136.93° à 137.27°.

La figure **46** montre que les plus faibles valeurs de l'angle phyllotaxique sont enregistrées pour les trois positions de mesure chez le cultivar « Gh » à l'âge de 15 ans. , chez les cultivars « MD » et « DN » les valeurs de l'angle étudié évoluent indépendamment des positions.

En analysant chaque cultivar seul, l'analyse de la variance des deux cultivars « DN » et « Gh » ne montrent aucune différence significative entre les âges pour les trois positions de mesure. Par contre des variations significative et hautement significative ont été enregistrées chez le cultivar « MD » aux positions droite ($Pr = 0.031$) et milieu ($Pr = 0.009$) successivement (**Tab.05**).

Ainsi, l'angle phyllotaxique ne varie pas selon l'âge des cultivars quel que soit la méthode de mesure utilisée (CNC ou AMAP). Toutefois, pour un cultivar donné et pour un même âge de faibles variations ont été observées entre les hauteurs et les positions de mesure. Ces variations légères sont dues essentiellement à des facteurs environnementaux et de croissance.

1.4. Variation de la disposition des palmes selon la valeur de l'angle phyllotaxique

Dans ce titre nous avons essayé de mettre un lien entre les mesures de l'angle phyllotaxique et la disposition des palmes sur un pied de dattier, pour cela une démonstration des couronnes (vus depuis haute) des cultivars étudiés a été réalisée à l'aide d'un modèle de l'angle phyllotaxique réalisé par **Lecoustre en 2013**.

Notre analyse montre que la valeur de l'angle phyllotaxique est variable selon les cultivars mais sa moyenne reste dans la plage de variation entre 136.6° et 137.6°. Les spires

les plus nettes sur le palmier dattier sont dans l'ordre, la spire d'ordre 8, la spire d'ordre 13 et la spire d'ordre 5. Les deux cultivars Ghars et Ghalbe-Chah avec un angle de 137° , Safraye et Arechet ont la même valeur d'angle phyllotaxique qui est de 137.1° , tout comme les cultivars Daglet Nour et Mech-Degla ont des angles de 137.3° , alors que les cultivars Kinta, Faron et Degla Baïdha ont respectivement des valeurs de 136.6° , 136.7° et 137.6° . Le dernier cultivar « DB » enregistre un angle phyllotaxique proche à l'angle d'or dont la valeur est de 137.5° selon **Henry, 1955 et Davis et Mathai, 1973**.

La représentation schématique des couronnes des cultivars étudiés vus de la haute montre que la meilleure répartition apparente des palmes est obtenue pour un angle de 137.5° (angle d'or) (**Fig. 47**).

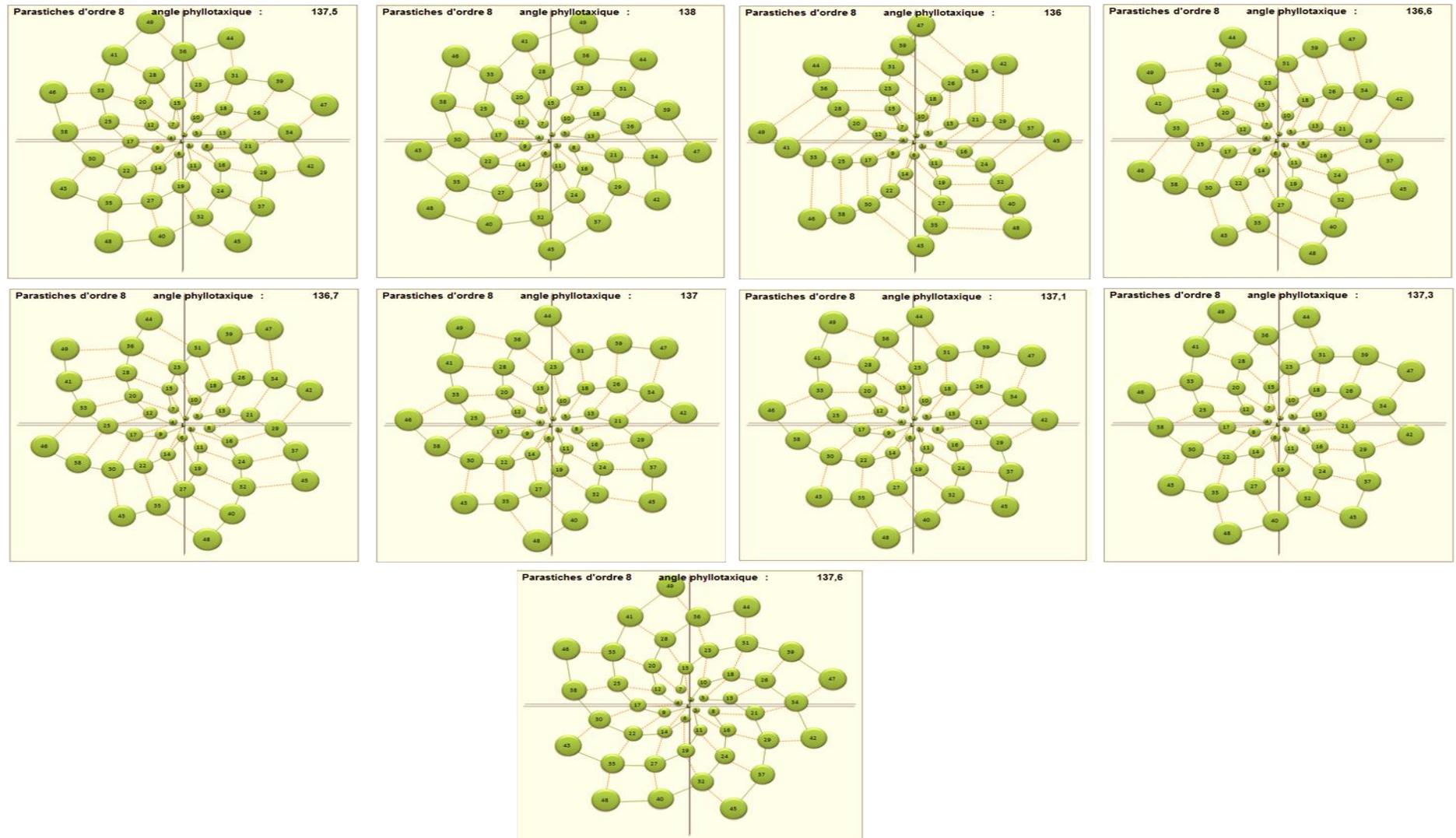


Figure 47: Variation de la disposition des palmes selon la valeur de l'angle phyllotaxique en suivant le parastiche 8 et le parastiche 13

Source : Réaliser par nous même à l'aide d'un modèle de l'angle phyllotaxique réalisé par Locoustre en 2013.

2. Discussion des résultats l'angle phyllotaxique

La phyllotaxie des Palmacées a été un sujet de recherche pour plusieurs travaux, notamment ceux sur le palmier à huile et le cocotier (**Elhoumaizi, 2002**). Les travaux réalisés par **Ferry, (1998)** et **Elhoumaizi et al., (2002a)** sont considérés comme les premiers supports étudiant les caractéristiques phyllotaxique de cette noble espèce « le Palmier Dattier ».

La recherche bibliographique (**Halle et Oldeman, 1970; Oldeman, 1974; Tomlinson, 1983 et GEA, 1993**) nous montre que, comme tous les palmiers le dattier est surmonté d'un bouquet de feuilles apicales disposées en hélice ce qui permet à la phyllotaxie en spirale d'apparaître chez ces espèces.

Devant la rareté des documents étudiant la phyllotaxie du palmier dattier, un des objectifs tracés dans les travaux d'**Elhoumaizi, (2002)**, était de créer une source de données sur l'angle phyllotaxique de cette espèce. **Davis, (1970)** rapporte que dans la plupart des espèces de palmier, l'angle qui sépare deux palmes consécutives est d'environ de 137.5° appelé angle d'or. Ce dernier est le résultat du rapport d'un angle de 360° avec $(1-\phi)$, ϕ étant le nombre d'or et est égal à $(1+\sqrt{5})/2 \approx 1.61803$. Cet angle d'or est proche de l'angle de divergence de théorie classique « **Suite de Fibonacci** » (**Henry, 1955 et Davis et Mathai, 1973**) (**Annexe 02**). Il est néanmoins difficile d'expliquer pourquoi la plupart des palmiers se conforment à cet angle d'or, évidemment, il est génétiquement commandé (**Davis, 1971**).

Les valeurs de l'angle phyllotaxique des cultivars que nous avons étudiés sont calculées selon deux méthodes de mesure varient de 136.8° à 137.9° pour la première méthode, et de 136.6° à 137.6° pour la 2^{ème}. Ces résultats sont très proches de ceux trouvés par la méthode des barres de fer expérimentée par **Elhoumaizi, (2002)** sur différents cultivars Marocain. Cet auteur a trouvé que l'angle phyllotaxique varie selon le cultivar mais sa moyenne reste dans la plage de variation comprise entre 136° et $137,9^\circ$.

D'autres auteurs ont aussi calculé l'angle phyllotaxique chez d'autres cultivars de palmier dattier, **Memadji-le-allah** en **2011** pour deux morphotype (Romana et Ebreia) cultivés en Italie et **Atallaoui** en **2014** pour deux cultivars Algériens (Deglet Nour et l'Itima). Les résultats qu'ils ont obtenus avoisinent respectivement $136,3^\circ$ et $137,8^\circ$ pour la 1^{ère} étude et $137,88^\circ$ et $138,21^\circ$ pour la 2^{ème}. Néanmoins, **El Masoudy et al, (2015)** a trouvé que l'angle de divergence a fluctué de 136° à 138.1° chez des cultivars de palmier dattier

Marocain. Tous les résultats susmentionnés sont en accord avec ceux que nous avons obtenus.

Ces variations de l'angle phyllotaxique notées entre les différents auteurs sont justifiées selon **Marchal en (1984)** par la variation de la phyllotaxie chez le palmier. Ce qui rend ce paramètre un caractère intrinsèque au genre *Phoenix* variant en fonction des morphotypes et jouant un rôle primordial sur la disposition des palmes sur le stipe et la stabilité de la phyllotaxie.

Notre étude a mis en évidence les variations de l'angle phyllotaxique de neuf cultivars de palmier dattier plantés à différents sites et ayant des âges variables. Deux méthodes de mesure de cet angle ont été optimisées. Nos résultats ont montré que la méthode AMAP est plus précise et convient mieux au calcul de l'angle phyllotaxique que la méthode de calculs des cornafs (CNC). La valeur de l'angle étudié est indépendante de l'âge du pied, de la hauteur (50, 100 et 150 cm) de la prise de mesure et de la position sur les cornafs (gauche, milieu et droite). Toutefois, nos résultats ont prouvé qu'il change considérablement entre les cultivars ce qui le rend une caractéristique variétale dont la variance est en grande partie d'origine génétique. Les variations que nous avons observées lors des calculs au sein d'un même cultivar sont expliquées par l'effet secondaire de la croissance (allongement du stipe) (**El Masoudy et al., 2015**), les conditions écologiques (**Marchal, 1984 et Riedacker et al., 1993**) et les conditions d'expérimentation dans notre cas comme par exemple le site Feliache qui connaît depuis un an un stress hydrique permanent. En effet, **Roger, (1983)**, a montré que les arrangements phyllotaxiques sont stables dans les conditions normales.

Selon Davis, (1971) ; les variations de l'angle phyllotaxique s'expliquent par les petites variations notées dans la déviation entre les feuilles pour quelque palmier, et parfois dans un palmier à différentes tailles. Les spirales foliaires d'un arbre à différentes tailles tendent à se déplacer le long de la tige suite aux variations des longueurs des entre-nœuds entre les feuilles et les changements des épaisseurs de la tige.

Le débroussaillage de la dynamique de croissance du tronc de palmier dans des conditions normales renforce les explications précédentes. Selon **Prevot, (1962)**, pendant les deux ou trois premières années, le stipe croît en épaisseur et la croissance longitudinale est très réduite. Le diamètre du stipe du palmier restera constant et sera déterminé par le diamètre atteint lorsque la croissance transversale fait place à la croissance longitudinale.

D'après **Albertin et al.**, (2005), les angles phyllotaxique faibles rendent les feuilles d'une même spire d'ordre 8 superposées ce qui entrave la circulation de l'air à l'intérieur du feuillage et engendre le ralentissement des échanges gazeux entre les feuilles et l'atmosphère(le milieu extérieur). Un angle phyllotaxique élevé favorise l'absorption de l'énergie lumineuse et son utilisation pour la photosynthèse. Ces conséquences sont semblables pour toutes les plantes ayant une phyllotaxie spirale.

Toutefois, les travaux réalisés par **Elhoumaizi**, (2002) sur la simulation des transferts radiatifs sur des maquettes informatiques tridimensionnelles ont montré que la disposition des palmes selon un angle phyllotaxique allant de 136° à 138° ne conduit pas à une réduction significative de l'interception du rayonnement incident par la couronne des palmiers (bien qu'une légère diminution de l'interception de certaines palmes ne soit pas exclue).Ceci n'empêche pas le même auteur de souligner l'intérêt de ce caractère qui réside dans le gain de rendement et surtout dans son utilisation pour l'optimisation du choix des cultivars les mieux adaptés pour les zones marginales du palmier dattier.

Chapitre II : Symétrie et simulation de la palme

Ce chapitre vise essentiellement à identifier les caractéristiques discriminants (principalement les dimensions de la nervure et du limbe des palmes) permettent de mieux identifier les cultivars de palmier dattier par l'étude et la discussion des résultats de la symétrie et la simulation des palmes pour les trois cultivars Deglet Nour, Mech-Degla et Ghars.

1. Résultats de la symétrie de la palme

Au début on va essayer de vérifier la symétrie des côtés gauche et droite par rapport à la nervure d'une palme de chaque cultivars en tenant compte d'un ensemble de ses composants à savoir le nombre, le groupement, la longueur et les mesures géométriques des pennes (angles de rotations et axiaux).

1.1. Nombre des pennes

Les pennes sont solitaires, ou groupées par 2, 3, 4 ou 5 le long du rachis. Ces groupes sont facilement identifiables car la distance les séparant est nettement supérieure à celle séparant les pennes d'un même groupe. Les groupes de pennes sont caractérisés par une disposition quasi constante des pennes qui les forment, pour un groupe de deux pennes, la première est orientée vers le haut (mode d'insertion +1) et la seconde vers le bas (mode d'insertion -1) ou, dans certains cas, dans le plan de la palme (mode d'insertion 0). Les pennes d'un groupe de 3 sont généralement insérées en +1, 0 et -1 respectivement. Celles d'un groupe de 4 le sont en +1, 0, 0 et -1. Les pennes solitaires sont fréquentes, principalement à la base et au sommet de la palme, elles ont un mode d'insertion 0.

La lecture des trois graphes illustrés dans la figure 48 montre que les trois cultivars étudiés Deglet Nour, Mech-Degla et Ghars se comportent de la même manière par rapport à ce paramètre du fait que le nombre de pennes (que ce soit folioles ou épines) est plus important dans le côté gauche que droite. Egalement, la différence du nombre de pennes sur les deux côtés est moins importante (une différence de 1 seulement) enregistrée chez le cultivar Ghars (18 épines sur le côté gauche et 19 sur le côté droite, 113 folioles sur le côté gauche et 112 sur le côté droite). Chez les cultivars restant, cette variation est de 1 à 4 folioles et de 8 à 9 épines, d'après Sedra, (2001) le nombre total des pennes est un caractère de discrimination variétale. Les pennes s'insèrent très régulièrement sur le rachis mais ne sont pas exactement opposées entre elles.

[RESULTATS ET DISCUSSION]

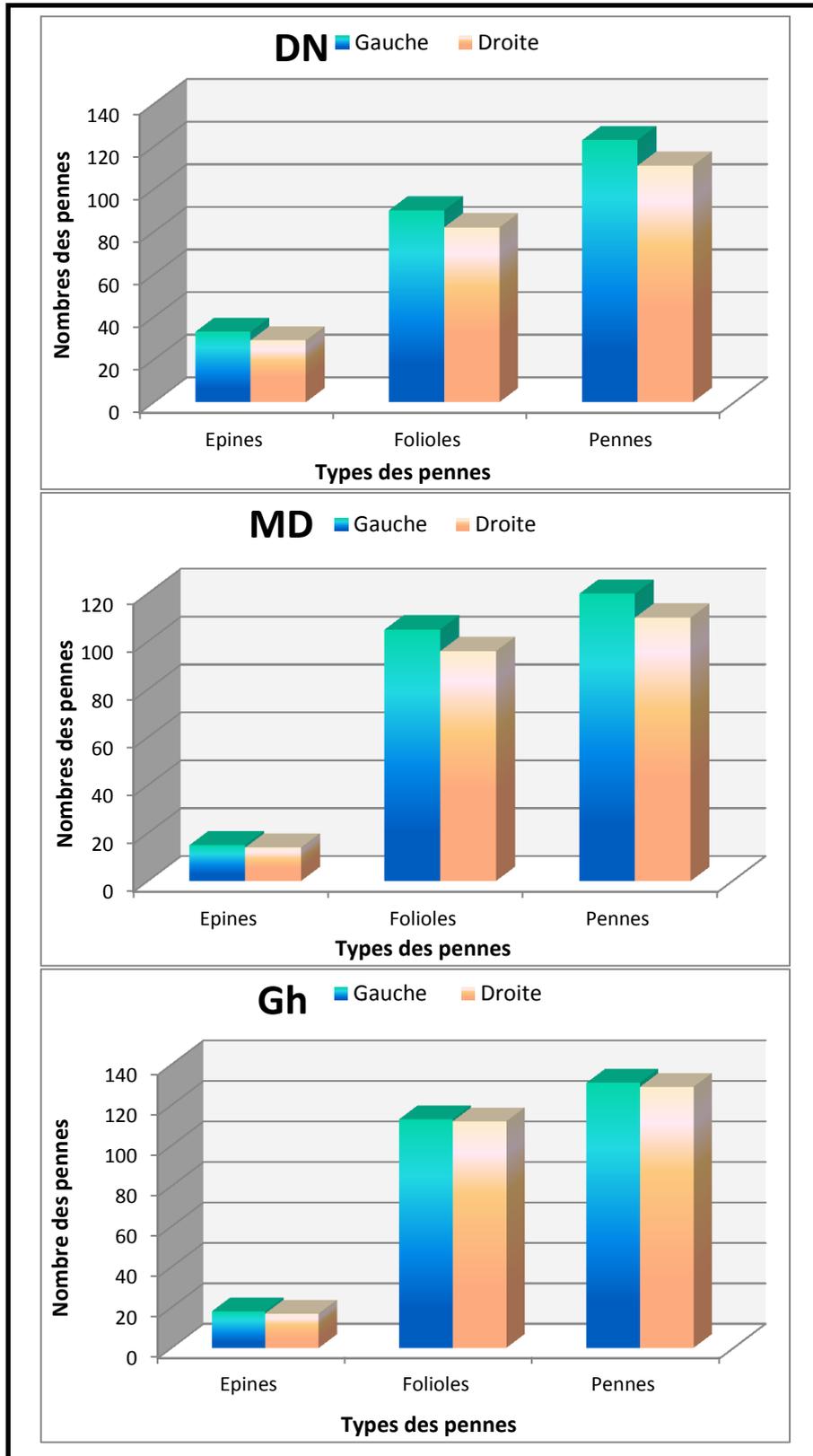


Figure 48 : Variation du nombre des pennes dans les côtés gauche et droite de la palme selon les cultivars.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

1.2. Groupement des pennes

Chez tous les cultivars le groupement par 2 est le plus fréquent suivi selon les cultivars par les pennes solitaires puis le groupement de 3 et de 4 pennes (une absence totale de ce groupe chez le cultivar Deglet Nour). La fréquence des groupes de 5 pennes est nulle pour les trois cultivars. Ghars présente plus de pennes solitaires que les autres cultivars cependant le cultivar « DN » a plus de groupes de 2 et 3, le groupement 4 est plus fréquent chez le cultivar Mech-Degla.

À l'instar de la palme globale chez les cultivars traités, le groupement de pennes le plus fréquent sur les deux côtés (gauche et droite) de la palme est celui de 2, suivi par des pennes solitaire sur les cultivars « MD et Gh » et par le groupement de 3 pour le cultivar « DN ». La fréquence de groupement des pennes par 4 est toujours la plus faible pour les deux côtés de la palme chez tous les cultivars étudiés. Ainsi, et comme le montre la figure 49 le nombre des groupements des pennes est différent pour les trois cultivars. Les groupements les plus fréquents sont les groupes de 2, solitaires et 3 dans cet ordre la fréquence des autres groupes de 4 ou 5 pennes sont faibles.

D'un autre côté, une fluctuation de la fréquence a été constatée pour chaque groupement entre le côté gauche et le côté droite de la palme chez les trois cultivars. Les fréquences les plus importantes des groupements des pennes présentent sur le côté gauche de la palme sont les pennes solitaires chez le cultivar « DN », les pennes solitaires et le groupement par 2 chez le cultivar « MD » et le groupement par 2 et par 4 pennes chez le cultivar « Gh ». Pour le même côté ; le reste des groupements pour chaque cultivars représentent les fréquences les moins importantes.

Une lecture inverse de cette distribution des groupements des pennes a été enregistrée par le côté droite de la palme pour chaque cultivar.

1.3. Longueur des pennes

On observe pour les trois cultivars une évolution rapide de la longueur des folioles au long de la nervure. Le maximum de longueurs est observé aux parties 50% pour le cultivar « DN », 40% pour le cultivar « Gh » et 80% pour le cultivar « MD ». Une variation assez brutale de la longueur des pennes est marquée à la base de la palme et principalement dans la zone de transition des épines en folioles chez tous les cultivars traités.

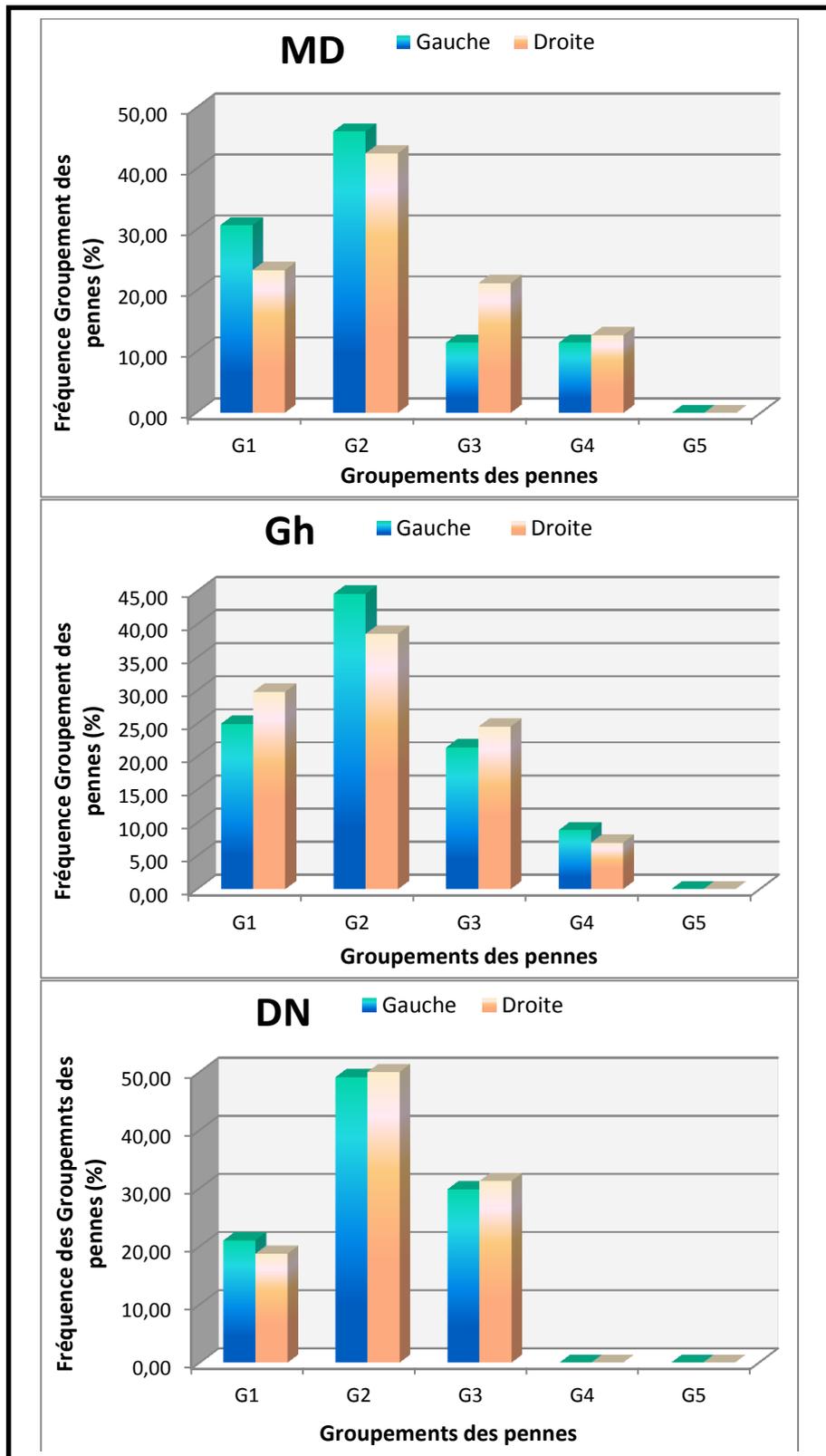


Figure 49 : Variation des fréquences des groupements des plumes entre le côté gauche et droite de la palme chez les trois cultivars.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

D'après la figure 50, on remarque une forte similitude entre les longueurs des penes des deux côtés de la palme droite et gauche pour les trois cultivars étudiés.

Chez le cultivar « DN » ; la longueur des penes a évolué lentement de la partie 20% à la partie 40% de la palme (de 9.8 à 16 cm) pour le côté gauche et (de 10.2 à 17.9 cm) pour le côté droite. A la partie 50% de la palme ces valeurs augmentent brusquement pour atteindre 51.8 cm au côté gauche et 67 cm au côté droite. Une variation relativement faible a été observée au côté gauche à partir la position 50% jusqu'à 90% de la palme où les longueurs des penes restent dans la plage comprise entre 51.8 et 48.33 cm.

La diminution de ces valeurs est marquée par la foliole terminale (33 cm) qui a eu place dans ce côté. Alors que pour le côté droite une diminution progressive en longueurs des penes à partir les 50% de la palme en arrivant à 42.5 à la position 90% cm.

Chez le cultivar « MD » les longueurs des penes ont évolué exactement de la même manière sur les deux côtés de la palme. En effet, une faible augmentation des longueurs de la partie 10% jusqu'à la partie 20% de la palme a été observée (de 7.2 à 11 cm et de 5.4 à 9.3 cm pour le côté gauche et droite successivement). Un changement peu remarquable des longueurs des penes a été suivie par une évolution observable de la partie 30% (44.9 cm au côté gauche et 44.1 cm au côté droite) jusqu'à la partie 80% de la palme avec des longueurs de folioles de 44.6 et 43.5 cm sur les côtés gauche et droite respectivement. Une diminution visible de ces valeurs à la position 90% pour les deux côtés gauche et droite de la palme avec les longueurs de 33.3 cm et 29.6 cm respectivement, et de 20.3 cm chez la foliole terminal.

De même Chez le cultivar « Gh », les longueurs des penes ont suivi presque la même tendance sur les deux côtés de la palme. Ainsi, une augmentation progressive à partir des 10% jusqu'à 30% de la palme (de 9.8 à 29.6 cm et de 7.2 à 17.1 cm pour le côté gauche et droite successivement), Le changement relativement faible des longueurs des penes a été suivie par une évolution importante à la partie 40% (51.7 cm au côté gauche et 51 cm au côté droite) jusqu'à la partie 70% de la palme avec une longueur de 46 et 51.3 cm sur les côtés gauche et droite successivement. Ensuite les valeurs commencent à diminuer pour atteindre à la position 90% de la palme une longueur de 32.6 cm sur le côté gauche et 33.1 cm sur le côté droite et 19.5 cm pour la foliole terminale qui se place dans ce côté.

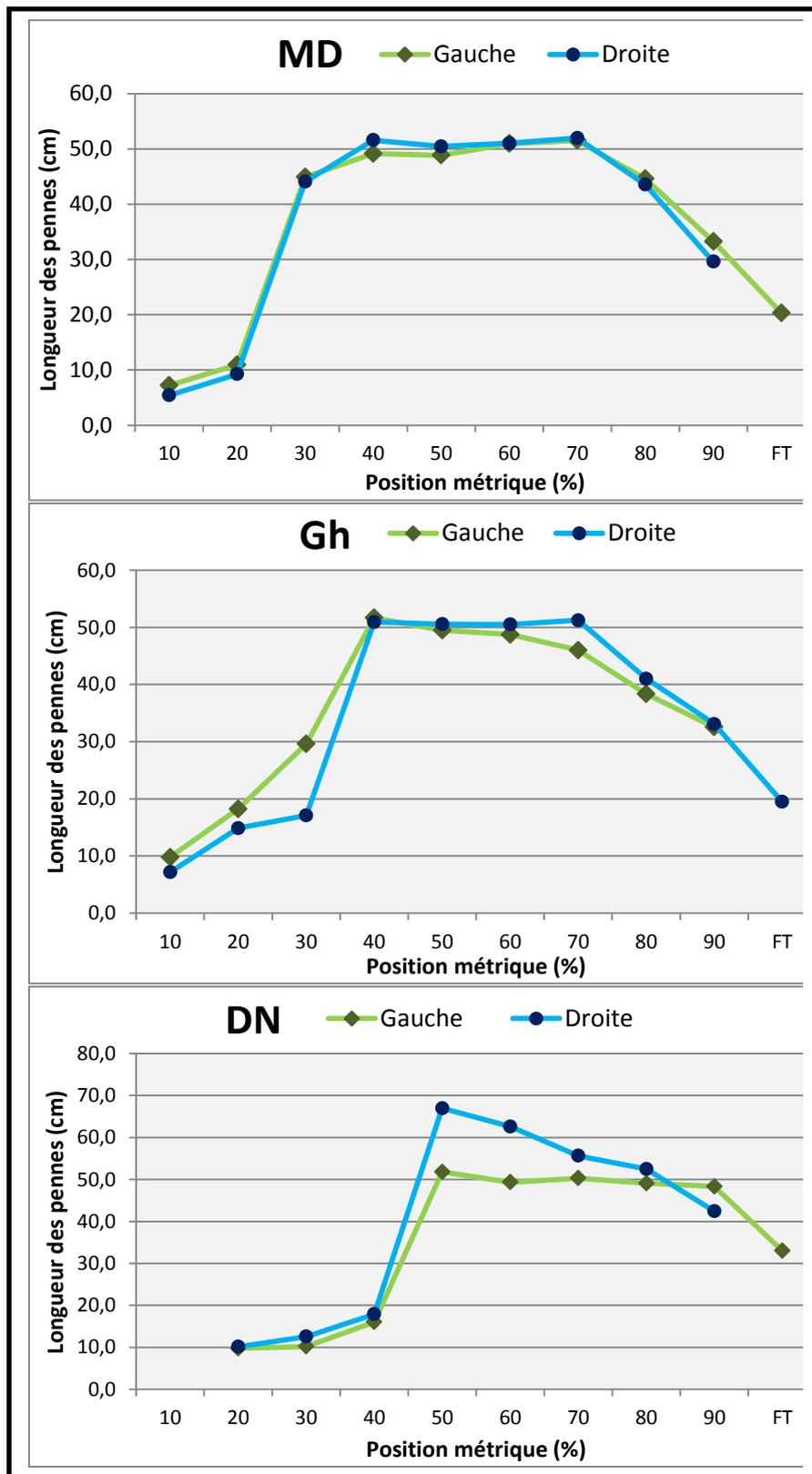


Figure 50 : Variation des longueurs des plumes chez les trois cultivars selon leur positions métriques au long de la palme.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

1.4. Angles de rotations et axiaux des pennes

Il s'agit également de vérifier la symétrie des paramètres géométriques entre les deux côtés de la palme chez les trois cultivars étudiés.

1.4.1. Angles de rotation

La distribution des valeurs de l'angle de rotation des pennes est variable selon les cultivars, la lecture de la figure 51 montre que chez le cultivar « DN », à la disposition (-) et pour les deux côtés gauche et droite, les valeurs de ces angles forment trois arcs tout au long de la nervure de la palme, le 1^{ier} se situe entre 20-40% où des valeurs de 161°-143.8° sont enregistrées pour les angles de rotation au côté gauche et 164.1°-130.1° au côté droite. Le 2^{ème} arc est compris entre 40-70% avec des degrés allant de 143.8° à 110.1° au côté gauche de 130.1° à 120.1° au côté droite et le dernier s'étale des 70 à 90% et présentent les valeurs de 110.1° et 151.4° au côté gauche et 120.1°-152.5° au côté droite.

A la disposition (+), les valeurs des angles de rotation diminuant d'une manière remarquable de la partie 10% à la partie 20% de la palme pour les deux côtés : 82.9°-18.1 au côté gauche et 97.2°-17.6° au côté droite). Ces mêmes valeurs augmentant, par la suite de manière moins considérable jusqu'à la partie 90% de la palme pour arriver à 151.4° et 152.5° pour le côté gauche et droite respectivement.

Pour le cultivar « MD », les valeurs des angles de rotation connaissent à partir de la partie 20%, une variation relativement très faible tout au long de la nervure pour les pennes en disposition (-) dans les deux côtés de la palme gauche (dans la plage de 129.5° et 157.4°) et droite (autour de 136.03° et 152.55°). En outre, dans les premières 10% de la palme au côté gauche les degrés des angles de rotation sont les plus élevés atteignant les 239.7°.

Les valeurs des angles de rotation formés par les pennes de disposition (+) évoluent progressivement et lentement tout au long de la nervure de la palme, en effet, ils passent de 32.4° à 63.9° sur le côté gauche et de 30.8° à 87.96° sur le côté droite.

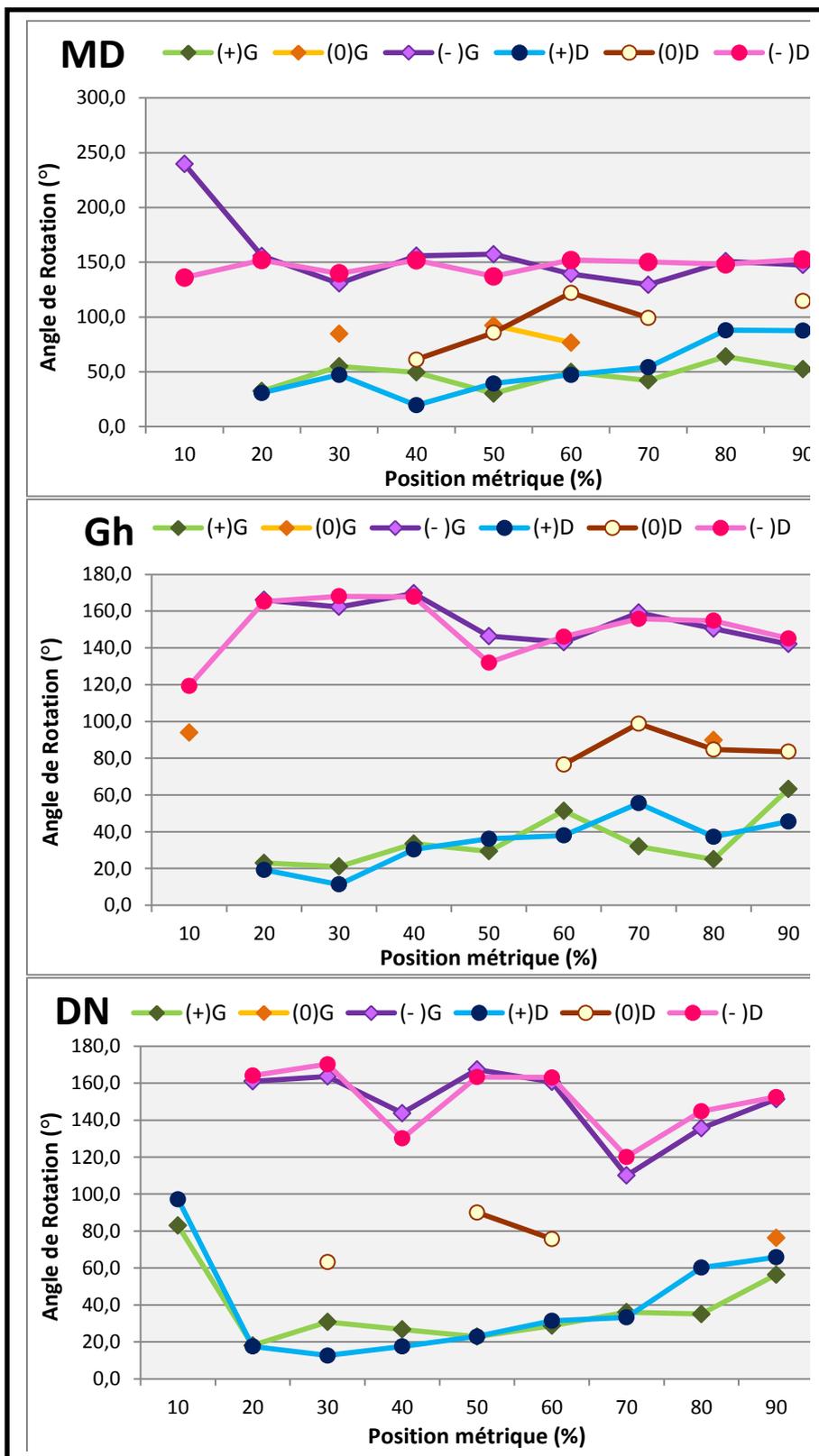


Figure 51 : Variation des angles de rotation sur les côtés droite et gauche pour les trois cultivars.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

Pour le cultivar « Gh », les valeurs de l'angle de rotation des pennes disposé en(-) ont évolué d'une manière assez hétérogène sur le côté gauche de la palme (142.1°-169.6°). Sur le côté droite, elles forment deux arcs, le 1^{ier} de la partie 10% jusqu' à la partie 50% et le 2^{ème} de 50% jusqu'à 90% de la palme (119.3°-132° et 132°-145.1° dans le même ordre).

D'un autre coté les valeurs des angles de rotation des pennes de la disposition (+) évoluent progressivement au long de la nervure de la palme (de 23° à 63.3° sur le côté gauche et de 19.2° à 45. 6° sur le côté droite).

D'une manière générale, une similitude a été observée dans la distribution des angles de rotation le long de la nervure pour les deux côtés droite et gauche de la même palme pour les trois cultivars. Ainsi, les angles de rotation varient pour le même coté selon leurs dispositions sur la nervure (- + ou 0). Les valeurs les plus importantes sont enregistrées toujours par les pennes disposées en (-), les valeurs les plus faibles par les pennes de la disposition (+) au moment où les valeurs des pennes de la position (0) se situent entre les valeurs des deux dispositions précédentes.

1.4.2. . Angles axiaux

D'après les graphes illustrés dans la figure 52, il apparait que les angles axiaux dépendent de leur position sur le long de la nervure cela s'explique peut-être par l'organisation des pennes d'une manière à optimiser l'espace pour optimiser la lumière par conséquent optimisation de la photosynthèse. Après les 10% et jusqu'à la partie 20% une diminution remarquable des valeurs des angles axiaux de la palme a été notée (30.8° à 12.3° sur le côté gauche et de 30.1° à 10.6° sur le côté droite). Les valeurs les plus importantes chez le cultivar « DN » sont enregistrées au niveau de trois points : dans la partie basale de la palme pour les deux côtés et plus précisément aux 10% de la palme (30.8° pour le côté gauche et 30.1° pour le côté droite), au milieu de la palme vers environ les 60% (29.7°) pour le côté gauche et finalement à l'extrémité de la palme pour les deux cotés gauche(90% ;37.5°) et droite (80 et 90% ;35.8° et 31.4° successivement).

Chez le cultivar « MD », les valeurs des angles axiaux ne manifestent pas une grande variation au long de la nervure pour les deux côtés de la palme. La partie 30% de la palme au côté gauche est marquée par les valeurs les plus importantes (25.3°) en parallèle les valeurs les plus élevées au côté droite sont enregistrées dans les parties basale (10%) et apicale (90%) de la palme (27.4° et 26.5 ° dans le même ordre).

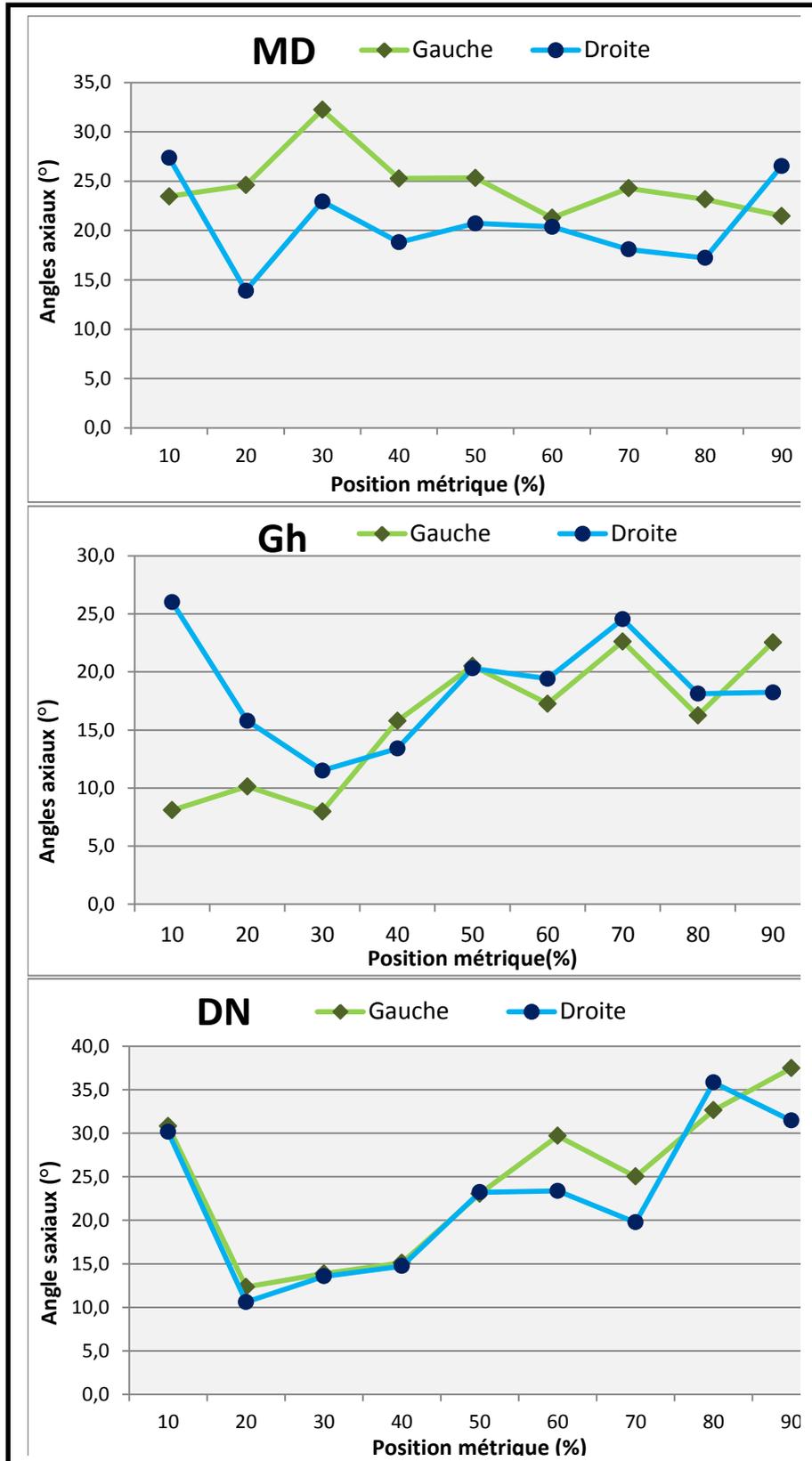


Figure 52 : Variation des angles axiaux sur les côtés droite (D) et gauche (G) des palmes des trois cultivars.

Source : Réalisé par nous même à partir nous résultats.

Chez le cultivar « Gh », une distribution assez homogène des valeurs des angles axiaux à partir les 30% de la palme pour les deux côtés. Les valeurs les plus importantes de ces angles sont observées à l'extrémité de la palme aux positions 70% et 90% avec 22.6° et 22.5° successivement pour le côté gauche, et aux positions 10% et 70% de la palme avec 26° et 24.5° successivement pour le côté droite.

A la lumière des résultats précédents une similitude dans la distribution générale des angles axiaux le long de la nervure pour les deux côtés droite et gauche de la même palme pour les trois cultivars. Toutefois, on observe certaine hétérogénéité dans les valeurs des angles en question vers les premiers 10% et les 90% de la palme chez les cultivars « MD et G » et vers seulement la dernière partie chez le cultivar « DN ».

2. Discussions des résultats de la symétrie de la palme

Beaucoup de travaux précédents qui ont traité de la morphologie du palmier dattier, se sont intéressés aux forme et dimensions de la palme de manière globale (**Mason, 1915 ; Nixon, 1950 ; Rhouma, 1993 ; Belguedj, 2002 ; Elhoumaizi et al., 2002b; Ould Mohamed et al., 2008**). Par contre, peu d'études ont tenu compte des variations des paramètres relatifs à l'étude de la symétrie des deux côtés de la palme droite et gauche par rapport la nervure. Les travaux réalisés par **Elhoumaizi, (2002)** avaient comme objectif principal de détailler les mesures et les observations effectuées sur les palmes dans l'optique de réaliser une simulation le plus proche possible de la réalité des palmes étudiées et de ressortir les maquettes dont les applications sont multiples. Ainsi, cet auteur a utilisé les paramètres relatifs aux nombre et longueurs des pennes sur les deux côtés de la palme d'un même cultivar afin d'examiner la symétrie de la palme chez le palmier dattier pour les cultivars Marocains.

Après cette initiation d'approche de recherche, d'autres travaux élaborés par les membres de l'équipe MOCAF ont tenu en considération les mêmes paramètres étudiés par **Elhoumaizi, (2002)**. Il s'agit en occurrence de **Memadji-le-allah en 2011** qui a étudié le nombre des pennes, la largeur à l'insertion et les longueurs des pennes sur des cultivars Italiens, **Gammoudi en 2012a** vérifié en plus la position métrique des pennes sur les deux côtés de la palme chez des cultivars Tunisiens. De son côté, **Atallaoui en 2014a** tenu compte des mêmes paramètres que ce dernier auteur l'exception de la largeur des pennes à l'insertion sur des cultivars Algériens.

L'ensemble des paramètres étudiés dans cette partie sont conçus essentiellement pour la simulation des palmes des cultivars étudiés. Toutefois, ils nous ont permis de vérifier la symétrie des deux côtés de la palme par rapport sa nervure des trois cultivars étudiés.

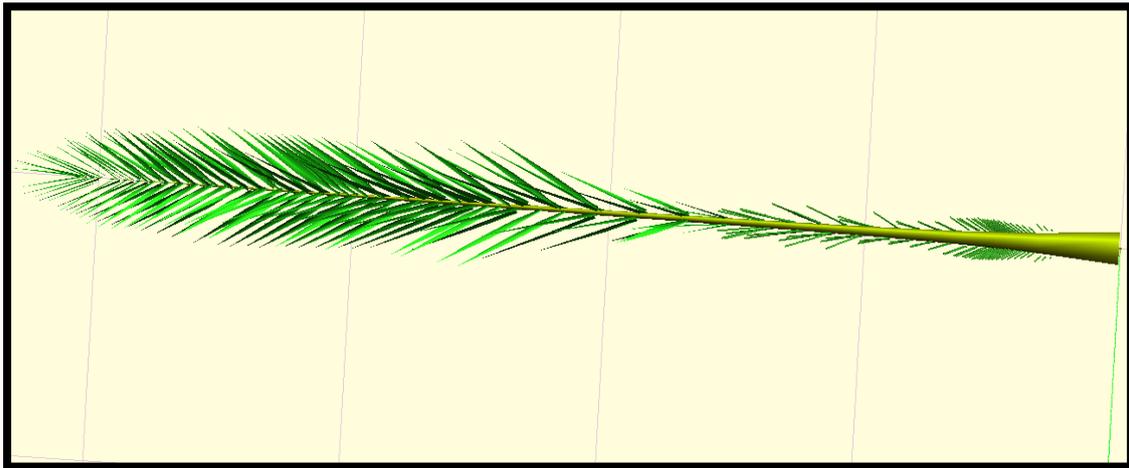
Les résultats de notre étude montrent une importante similitude entre les deux côtés de la palme pour la majorité des paramètres traités et ce pour les trois cultivars étudiés exception faite pour le nombre et la fréquence des groupements des pennes. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par les travaux susmentionnés. Par contre, cette similitude n'est pas parfaite puisque elle n'empêche pas l'existence d'inégalité entre les valeurs des paramètres des deux côtés de la palme. Nous donnons l'exemple de « la longueur des pennes » qui manifeste une forte similitude au long de la nervure entre le côté gauche et droite pour les trois cultivars étudiés mais dont les valeurs correspondant à chaque côté de la palme varient.

Enfin, on peut conclure que la dissymétrie de la palme mise en évidence par la différence du nombre de pennes, des fréquences des groupements et des longueurs des pennes entre les deux côtés, est exprimée par des paramètres mesurables (quantitatifs). Toutefois, la tendance que prennent quelques courbes (longueurs des folioles) décrivant la forme générale de la palme qui est un caractère qualitatif, montre une certaine symétrie. **Elhoumaizi (2002)**, montre que cette dissymétrie est toujours dans le même sens pour les palmes d'un pied donné mais change au sein du même cultivar. Elle est liée au sens phyllotaxique du palmier dattier.

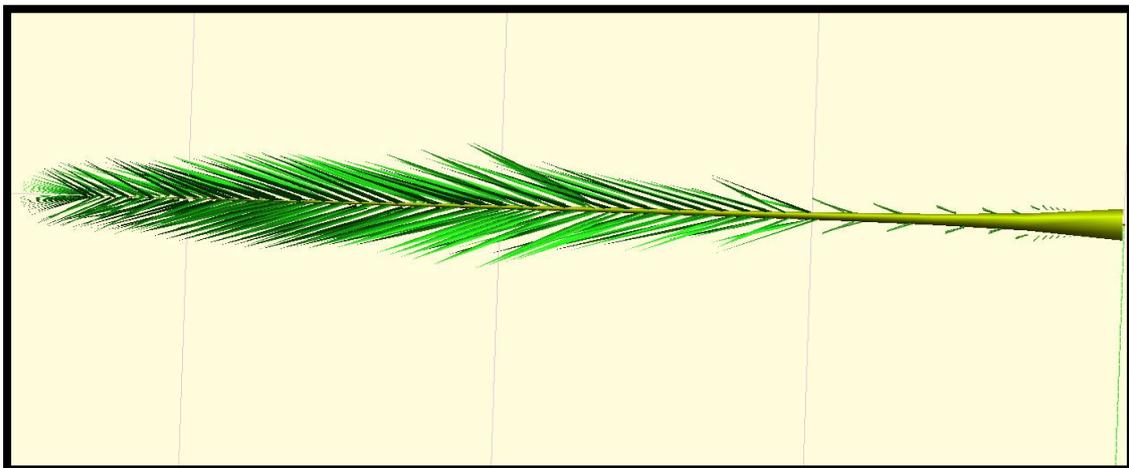
3. Résultats de la simulation des palmes

La réalisation des observations et des mesures morphologiques et géométriques que nous avons effectuées et traitées dans la partie de la symétrie de la palme puis la vérification statistique des relations entre les paramètres structuraux caractéristiques des palmes grâce au logiciel XPLO, auquel est intégré le module d'extension spécifique au palmier « Principes » de trois cultivars: Deglet Nour, Mech-Degla et Ghars au sein de la région des Ziban permettent la simulation et la modélisation de l'architecture végétative aérienne du palmier dattier et de ressortir les maquettes illustrées dans les figures **53** et **54**.

a. Cultivar « Deglet Nour ».



b. Cultivar « Mech-Degla ».



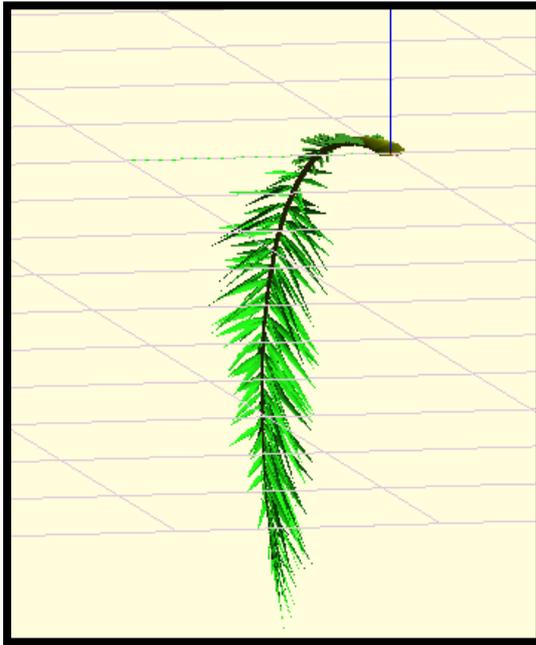
c. Cultivar « Ghars ».



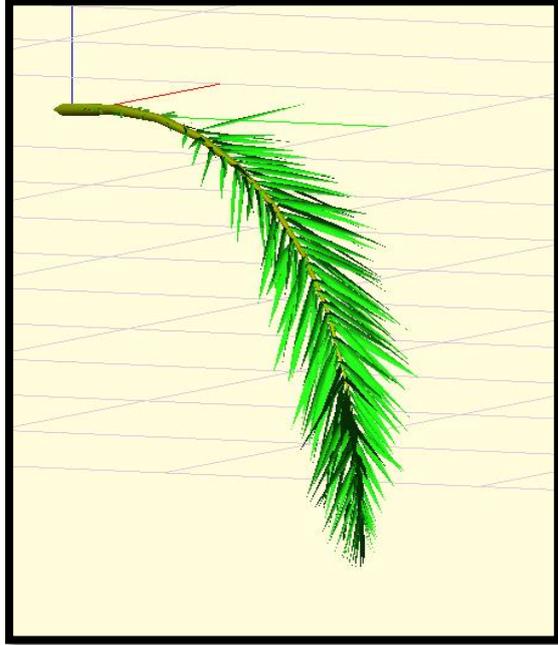
Figure 53 : Maquettes informatiques deux dimensions (2D) des palmes des trois cultivars.

Source : Réaliser par nous-même à l'aide du logiciel Xplo.

a. Cultivar « Deglet Nour ».



b. Cultivar « Mech Degla ».



c. Cultivar « Ghars ».

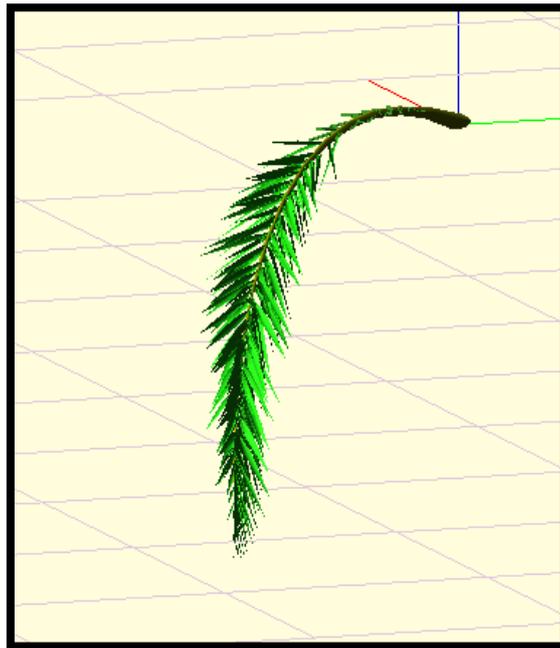


Figure 54 : Maquettes informatiques trois dimensions (3D) des palmes des trois cultivars.

Source : Réaliser par nous-même à l'aide du logiciel Xplo.

A travers l'observation des maquettes nous pouvons ressortir quelques traits qui différencient les palmes des trois cultivars étudiés. Cette différence est exprimée par la proportionnalité entre les différentes parties à savoir ; la longueur des pennes, les angles de rotation et le dénombrement des folioles et des épines. Les différences illustrées par les maquettes des palmes des trois cultivars étudiés sont justifiées par les données du tableau **07 et 08**.

3.1. Proportionnalité

La forme générale des trois palmes diffère selon les proportions de ses trois parties essentielles qui la composent : la 1^{ère} partie comprend la longueur de pétiole plus la longueur de la base pétiolaire (correspond à la position de la première épine), la 2^{ème} concerne la longueur de la partie épineuse et la troisième la longueur de la partie foliolée (**Fig.53**).

La longueur de la partie pétiolaire est plus petite chez le cultivar Ghars (7.54%) par rapport aux Mech-Degla et Deglet Nour (10.13% et 10.46% successivement) (**Tab. 07**).

Le cultivar Mech-Degla enregistre la longueur la plus faible de la partie épineuse (18%) suivi par le cultivar Ghars (24.97%), la longueur la plus importante a été mesurée chez le cultivar Deglet Nour (30.72%). Par contre, concernant la longueur de la partie foliolée ; le dernier cultivar signale la longueur la plus faible avec un pourcentage de 58.82% suivi par le cultivar Ghars (67.49%) et le cultivar Mech-Degla (71.87%).

Du fait l'inégalité des trois parties de la palme chez les trois cultivars étudiés, la position transitoire épine-foliole change selon le cultivar cela est bien illustré sur les maquettes. La position transitoire épine-foliole se situe dans la partie 30% de la palme chez le cultivar Mech-Degla, 40% chez le cultivar Ghars et 50% chez le cultivar Deglet Nour (**Fig 50**).

Tableau 07: Longueurs des différentes parties de la palme chez les trois cultivars.

Paramètres	DN		MD		Gh	
	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)
Longueur pétiole +Base pétiolaire	45,7	10,46	40,5	10,13	33	7,54
Longueur partie épineuse	134,2	30,72	72	18	109,3	24,97
Longueur partie foliolée	257	58,82	287,4	71,87	295,4	67,49
Position transitoire épines-folioles		50		30		40

Source : Réaliser par nous-même à partir nous mesures.

3.2. Dénombrement

La comparaison du nombre de pennes (épines et folioles) des côtés gauche et droite d'une même palme pour chaque cultivar fait apparaître un grand rapprochement visuel entre ces deux côtés (**Figs.53 et 54**). En effet, au niveau de ces deux derniers, les pourcentages aussi bien des folioles que celui des épines étaient très proches (**Tab. 08**). En outre, le nombre le plus important des épines a été enregistré chez le cultivar « DN » (62 épines) suivi par le cultivar « Gh » (35 épines) et enfin MD » (29 épines). L'observation des maquettes montre clairement la différence de la partie épineuse entre les trois cultivars (**Fig.53**).

D'un autre côté, le nombre le plus important de folioles est enregistré chez le cultivar « Gh » avec un total de 225 folioles. Suivi par le cultivar « MD » et « DN » présentant respectivement 201 et 172 folioles.

D'après les observations dégagées par les maquettes des palmes des trois cultivars étudiés (**Figs.53 et 54**) et les résultats mentionnés dans le tableau **08**, le nombre des pennes que ce soit épines ou folioles réparties sur la partie pennée influe sur la densité de la palme.

Tableau 08: Nombre des pennes (épines et folioles) sur les deux côtés de la palme chez les 03 cultivars.

Cultivars	Paramètres	Gauche		Droite	
		Nombre	%	Nombre	%
DN	épines	33	26,83	29	26,13
	foliole	90	73,17	82	73,87
MD	épines	15	12,5	14	12,73
	foliole	105	87,5	96	87,27
Gh	épines	18	13,74	17	13,18
	foliole	113	86,26	112	86,82

Source : Réaliser par nous-même à partir nos mesures.

3.3. Longueur des pennes et angles de rotation

La simulation des palmes confirme les résultats des analyses morpho-métriques et géométriques des pennes chez les trois cultivars étudiés. Les longueurs des pennes diminuent faiblement et progressivement le long de la nervure après la transition des épines en folioles à 50% chez le cultivar « DN ». Par contre elles sont plus proches chez le cultivar « MD » après l'augmentation marquante dans la partie transitoire épine-foliole qui

se situe à 30%. Chez le cultivar « Gh » on constate une faible différence entre les longueurs des folioles après la position de transition épine-foliole à 40% de la palme jusqu'à la position 70%, puis elles diminuent progressivement pour le reste de partie de la palme (Fig.50).

Par ailleurs, il semble dans la maquette que les folioles sont allongées au milieu de la palme chez le cultivar Mech-Degla et à l'extrémité de la palme chez le cultivar Ghars, ceci s'explique par les valeurs des angles de rotation orientés vers le haut.

4. Discussion des résultats de la simulation des palmes :

Nos résultats montrent que la simulation de ce modèle rend compte des mesures effectuées sur des plantes réelles avec une grande finesse pour ce qui concerne l'aspect botanique et permet de reproduire le développement et la croissance d'une plante. Des travaux menés par **Memadji-le-Allah et al., (2011)**, **Gammoudi et al., (2014)**, et **Atallaoui et al., (2016)** ont conduit aux mêmes résultats que nous. En outre, **Memadji-le-Allah, (2011)** a montré que l'analyse des paramètres architecturaux est un outil puissant pour caractériser les morphotypes cultivés en Italie. Ces caractères étant quantitatifs (nombre), métriques (dimensions) et géométriques (angles).

Pour conclure, les traits distinctifs qui apparaissent clairement dans les maquettes des trois cultivars étudiés sont :

- Longueur du pétiole ;
- Longueur de la partie épineuse ;
- La longueur de la partie foliolée ;
- La longueur de la partie pennée ;
- Le nombre des épines ;
- Le nombre des folioles ;
- Le nombre des pennes ;
- La longueur des folioles au long de nervure ;
- Les angles de rotations.

De leurs parts, **Gammoudi et al., (2014)**, et **Atallaoui et al., (2016)** ont ajouté aussi le paramètre « distance séparant les pennes » comme un des caractères distinctifs révélé par les maquettes.



Conclusion

Conclusion général

Notre étude a porté sur l'application d'une nouvelle technique de modélisation dans la caractérisation variétale chez le palmier dattier. Elle a concerné essentiellement la détermination des caractères de discrimination variétale non spécifiques au *Phoenix dactylifera* L. (Palmier dattier) en terme de l'angle phyllotaxique d'une part, et certaines dimensions métriques et géométriques de la nervure et du limbe des palmes d'autre part.

Notre travail a été basé sur une description architecturale fine des cultivars de palmier dattier avec une pluri-finalité :

- Calcul de l'angle phyllotaxique par deux méthodes (AMAP et CNC) afin de vérifier s'il est un caractère de discrimination ou non et leur stabilité par rapport à l'âge des cultivars et l'environnement où ils poussent ;
- Identifier des caractéristiques architecturales discriminantes permettant de mieux identifier les cultivars par l'utilisation des maquettes informatique (2D et 3D) simulé ;
- Etude de la symétrie des palmes du palmier dattier.

Nos investigation sur terrain (mesure de l'angle phyllotaxique) et en laboratoire (mesure des paramètres métriques et géométriques des palmes) et après le traitement descriptif, statistique (analyse de la variance par Excel-stat) et logistique (fabrication des maquettes informatique par le logiciel Xplo) des données collectées, nous avons abouti aux résultats suivants :

- Les valeurs de l'angle phyllotaxique des neuf cultivars étudiés vont en général de 136.8° et 137.9° par la première méthode (CNC) et de 136.6° et 137.6° par la deuxième (AMAP) ;
- L'analyse de la variance de l'angle phyllotaxique montre qu'il y a une différence significative entre les cultivars étudiés pour la méthode CNC (Pr =0.013) alors qu'elle révèle une différence très hautement significative pour la méthode AMAP (Pr =0.0004) au seuil de 5% ;
- Les valeurs de l'angle phyllotaxique chez les différents cultivars ne varient pas selon la méthode de mesure adoptée (AMAP et CNC). Egalement, il ne varie pas en fonction des hauteurs sur le stipe (50, 100 et 150 cm) et de la position de sa mesure sur les cornafs (gauche, milieu et droite) ;

- L'angle phyllotaxique varie beaucoup plus pour la méthode AMAP que la méthode CNC entre les différents sites d'étude (pour un même cultivar) dont les conditions diffèrent incontestablement. Il varie aussi entre les positions de mesures sur les cornafs mais aucune variation n'a été notée entre les hauteurs sur le stipe du palmier;
- Ainsi, l'angle phyllotaxique ne varie pas selon l'âge des cultivars quelque ce soit la méthode de mesure utilisée (CNC ou AMAP). Toutefois, pour un cultivar donné et pour un même âge de faibles variations ont été observées entre les hauteurs et les positions de mesure. Ces variations légères sont dues essentiellement à des facteurs environnementaux et de croissance.

L'ensemble des résultats de mesure de l'angle phyllotaxique obtenus nous a permis de conclure que le choix de l'une des méthodes précitées revient essentiellement au manipulateur. Toutefois, il est déconseillé de considérer la hauteur de 50 cm puisqu'à ce niveau les cornafs sont en mauvais état, aussi, il est recommandé de le mesurer à partir du milieu des cornafs (le point le plus facile à accéder). L'influence de l'environnement sur les paramètres mesurés (paramètres quantitatifs) intervenant dans le calcul de l'angle en question notamment la circonférence du stipe et la réduction de notre échantillon (nombre de répétitions) pour la position de sa mesure sur les cornafs, sont tous pourraient être des explications aux variations de l'angle phyllotaxique enregistrées par la méthode AMAP.

Ainsi, les résultats de l'analyse de la variance de l'angle phyllotaxique traités séparément entre tous les cultivars puis au sein d'un même cultivar nous amène à dire que la variance génétique intervient en grande partie dans la variation de l'angle phyllotaxique. Ce qui rend ce dernier une caractéristique variétale.

Le contact direct avec les pieds du dattier et les observations sur terrain nous ont fait apparaître que les spires les plus nettes sur le palmier dattier sont, dans l'ordre, la spire d'ordre 8, la spire d'ordre 13 et la spire d'ordre 5. Aussi la représentation schématique des couronnes d'arbres vus du haut montre que la meilleure répartition apparente des palmes est obtenue pour un angle de 137.5° (angle d'or).

Nos résultats d'étude de la symétrie de la palme de palmier dattier nous montre que la dissymétrie de la palme mise en évidence par la différence du nombre de pennes, des fréquences des groupements et des longueurs des pennes entre les deux côtés, est exprimée par des paramètres mesurables (quantitatifs). Toutefois, la tendance que prennent quelques

courbes (longueurs des folioles) décrivant la forme générale de la palme qui est un caractère qualitatif, montre une certaine symétrie.

Les observations des maquettes informatiques simulées des palmes des trois cultivars étudiés nous ont prouvé que la forme de la palme virtuelle du palmier dattier est le résultat d'arrangements géométriques de toutes ses parties et dépend des valeurs de paramètres mesurés aux champs. Les palmes virtuelles sont comparables aux palmes réelles qui nous mènent à dire que l'architecture et la modélisation sont des outils qui nous permettent de caractériser morphologiquement les différents cultivars de palmier dattier dans des périodes hors fructification.

Donc, les traits distinctifs qui apparaissent clairement dans les maquettes des trois cultivars étudiés sont :

- Longueur du pétiole ;
- Longueur de la partie épineuse ;
- La longueur de la partie foliolée ;
- La longueur de la partie pennée ;
- Le nombre des épines ;
- Le nombre des folioles ;
- Le nombre des pennes ;
- La longueur des folioles au long de nervure ;
- Les angles de rotations.

Malgré les efforts que nous avons fournis et les résultats que nous avons obtenus, cette étude reste une initiation à l'utilisation de l'outil de l'architecture et de modélisation de palmier dattiers dans la discrimination entre les cultivars de cette noble espèce en Algérie, ce qui nécessite un renforcement par un suivi sur plusieurs d'autres cultivars dans un nombre plus important des sites d'études où les conditions environnementales sont extrêmement différents avec une gamme beaucoup plus larges des âges, pour que les résultats deviennent fiable et représentative.

Dans les perspectives il est souhaitable de :

- La recherche d'applications de l'angle phyllotaxique qui peut être non seulement un caractère variétale de l'espèce ;
- Caractériser l'ensemble des cultivars de dattier en faisant appel à l'architecture et la modélisation en prenant en considération les différentes régions phoenicoles en Algérie et les différents âges des pieds cultivés ;
- Déterminer plus de caractères architecturaux servant à distinguer les cultivars entre eux sans avoir tenir compte du fruit ;
- Etablir des supports bibliographiques dans le domaine de l'architecture du palmier dattier en mettant l'accent sur l'angle phyllotaxique par l'encouragement des programmes universitaires;
- Former des cadres dans ce domaine afin de généraliser l'emploi de cet outil et faire élargir les possibilités de leur application dans différents domaine.



Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

Aberlenc-Bertossi F, Daher A et Chabrilange N., 2008. La détermination du sexe chez le palmier dattier. Biotechnologies végétales et gestion durable des résistances face à des stress biotiques et abiotiques. XIes Journées Scientifiques. Rennes. France. Pp. 227-236.

Absi R., 2013. Analyse de la diversité variétale du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.): Cas des Ziban (Région de Sidi Okba). Mémoire Mag. Univ. Biskra.

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. Thé Doc. Univ. Biskra. 153p.

Albertin T, Cavallaro J S et Marchese E., 2004. La phyllotaxie spirale. Rapport. Lycée Thierry Maulnier. 21p.

Al-kalifah N S et Shanavaskhan A E, 2012. Micropropagation of Date Palms. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology (APCoAB) and Association of Agricultural Research Institutions in the Near East and North Africa (AARINENA). Book. Pusa Compus, Saudi Arabia, 54 p.

Anjarne M, Bougerfaoui M et Abahmane L, 2005. La multiplication in vitro du palmier dattier : Un outil de développement des palmeraies marocaines dévastées par la maladie du Bayoud ; Actes du symposium international sur: Le développement durable des systèmes oasiens. Ed. INRA. Maroc. 80-84 Pp.

Anonyme 2013a. Protocole de mesures morphologique et architecturales du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Formation internationale sur les méthodes de mesures morphologiques et architecturales sur le Palmier Dattier: Modélisation et simulation informatique. Ed CIRAD. 60p.

Aouidane L, Bouammar B, Chaloufi H et khabten A, 2013. Impact de développement et de marché sur le maintien de la biodiversité ; cas des cultivars de palmier dattier dans la région de Zibans; cas d'étude El Ghrous «Algérie». Premier meeting international sur le Palmier Dattier ; Ressources phyto-génétiques du Palmier dattier: Etat, caractérisation et défis de gestion. Djerba. Pp : 70-71.

- Atallaoui K**, 2014. Essai de modélisation de l'architecture de quelques cultivars de Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.) de l'Algérie «Application du protocole MOCAF». Mémoire Mast. II. Univ Djelfa. 54 p.
- Atallaoui K, Benmehaia R et Simozrag A**, 2015. Simulation de la production de deux cultivars de palmier dattier de l'Algérie: Deglet-Nour et Litima. Rev. Agriculture, N°10. Univ Ferhat Abbas Setif 1. Pp: 89-93.
- Atallaoui K, Benmehaia R, Simozrag A, Lecoustre R et Rey H.**, 2016. Modeling Vegetative and Reproductive Architecture of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) The Case of Two Algerian Cultivars 'Deglet Nour' and 'Litima', American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., N° 16 (2). Pp: 424-431.
- Baaziz M et Bendiab k.** 2008. Les palmeraies du Maghreb. Quelle amélioration génétique dans un contexte d'érosion de la diversité génétique de *Phoenix dactylifera* L.? Biotechnologies végétales et gestion durable des résistances face à des stress biotiques et abiotiques. XI^{es} Journées Scientifiques. Rennes. France. PP.21.
- Babahani S**, 2011. Analyses biologique et agronomique de palmiers mâles et conduite de l'éclaircissage des fruits chez les cultivars Ghars et Deglet Nour. Thé Doc, ENSA, Alger. 197p.
- Barthelemy**, 2003. La réitération immédiate ou « par dédifférenciation », Éd. AMAP. Pp. 208-239.
- Belguedj M**, 1996. Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-est du Sahara Algérien, Filière culture pérenne de l'ITDAS. Biskra. 67 p.
- Belguedj M**, 2000. Phytogénétiques resources of Palm Date Groves in Algerian Southeast: Teste of varietal calssification ; Proceedings of the date palm international symposium. Èd. Windhoek. Namibia. Pp :338-342.
- 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. Pp: 9-10.
- Belguedj M**, 2003. Les ressources génétiques du palmier dattier en Algérie. Conférence internationale : l'agro-biodiversité pour le développement en Afrique du Nord : Rôle des ressources phylogénétique dans la vie des populations.

- Belguedj M, Matalah S et Salhi A**, 2008. Diagnostic rapide d'une région agricole dans le Sahara Algérien, axe de recherche/ développement prioritaires: cas de la région des Ziban (Biskra). Document de vulgarisation, Éd. INRAA. Alger. 26 p.
- Ben Abdallah A**, 1990. La phoeniciculture. Options Méditerranéennes, Sér. A.N° 11. Éd. CIHEAM. Pp: 19-21.
- Ben Salah M**. 2013. Introduction d'acte de proceeding .Premier meeting international sur le palmier dattier Ressources phytogénétiques du Palmier dattier: Etat, caractérisation et défis de gestion. Djerba. Pp: 2-3.
- Benoit L**, 2003. Les palmiers dattiers menacés par la mondialisation commerciale. Rev. Etat de la planète ; No 9. Genève. Pp :1-6.<https://fr.scribd.com/doc/128279518/palmier-dattier-pdf> , Consulté le 13-04-2016.
- Benziouche S E**, 2016a. La biodiversité du palmier dattier en Algérie: état des lieux, contraintes et perspectives. 1^{er} Séminaire international : biodiversité et gestion des ressources naturelles « Passé, Présent et Futur ». Univ Souk-Ahras, Algérie..
- Benziouche S E**, 2016b. Les dattes biologiques comme outil de développement de la filière dattes dans la région des Ziban, Algérie. Proceeding séminaire International, Gestion intégrée et durable des territoires oasiens, Tome 1, Maroc, Pp:152-264.
- Benziouche S E**, 2014. Challenges of Algeria exports dates; in light of the current competition". Fifth International. Date Palm Conference (FIDPC), Abu Dhabi during 16 – 18 March, 2014.
- Benziouche S E**, 2012. Analyse de la filière dattes en Algérie: constats et perspectives de développement. Etude de cas da la daïra de Tolga. Thè Doc. ENSA. El Harrach. Alger. 470p.
- Benziouche S E et Cheriet F**. 2012. Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. Revus NEW MEDIT N° 4. Pp : 49-57.
- Benziouche S E et Chehat F**, 2010. La conduite du palmier dattier dans les palmeraies des Ziban; (Algérie) Quelques éléments d'analyse. Revue EJSR n°42, UMK.
- Benziouche S E**, 2008. Les Impacts Socioéconomiques du PNDA dans la vallée de Oued Righ. Revue des régions arides de l'IRA N°21. Tunisie, Pp: 1321-1330.

- Bernier F**, nd. U.E. Biologie cellulaire et développement des plantes. Cours de Master 1. <http://mastervrv.free.fr/cours/S1/BCDP/1.pdf>. Consulté le 15-04-2016.
- Bougedoura N**, 1979. Contribution à la connaissance du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera*L.): Etude des productions axillaires. Thèse Doc. Uni. Sci. Et de la Tech. Alger. 64 p.
- Bougedoura N, Bennaceur M et Benkhalifa A**, 2010. Le palmier dattier en Algérie: Situation, contraintes et apports de la recherche. Biotechnologies du palmier dattier. Éd. IRD. Paris. Pp : 15-22.
- Bougedoura N, Bennaceur M, Babahani S, et Benziouche S E**, 2015. Date Palm Status and Perspective in Algeria. Chap in Date Palm Genetic Resources and Utilization, Volume 1: Africa and the Americas. Éd Springer. Pp :125-168
- Bougedoura N, Si-dehbi F, Moussouni S et Chabane D**, 2015. Les biotechnologies au service du développement de la phoeniculture. Conférence, Salon International des dattes. Biskra.
- Bousdira K**, 2007. Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse: caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mزاب, classification et évaluation de la qualité. Mémoire de Magistère. Uni. Boumerdes. 146 p.
- Brabé D, Bourque L, Xiaofeng Y et Lacroix C**. 2010. Phyllotaxis of the palm *Euterpe oleracea* Mart. at the level of the shoot apical meristem. Botany (88). Pp : 528-536. <https://www.researchgate.net/publication/237153166> Phyllotaxis of the palm *Euterpe oleracea* Mart at the level of the shoot apical meristem, consulté le 04-06-2016.
- Brac de la perriere R A**, 1988. Des recherches sur les ressources génétiques du Palmier Dattier en Algérie. Annale de INA, El-Harrach. Vol. 12 (1). Pp : 493- 506.
- Brac de la perriere R A et Benkhalifa A**, 1989. Identification des cultivars de dattiers (*Phoenix dactylifera*L.) du sud-ouest algérien. Plant Genetic Resources Newsletter. Éd. FAO, Rome. Pp : 13-19.
- Brun F et Bruno A**, 2008. Quels créneaux pour l'utilisation des modèles architecturés des plantes ?. Compte rendu. Sémi. RMT modélisation. Paris. 6p.

- Bugnon F**, 1980. Bases fondamentales pour l'étude de la ramification chez les végétaux. Principales modalités de ce phénomène. Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot., 127 (2). Pp : 5-14, In www.grouperedetudedelarbre.org/userfiles/RAMIFICATION.rtf . Consulter le 16-05-2016.
- CACI-CCI Ziban**, 2015. 1^{er} salon international de la datte de Biskra. Le monde des dattes. Rev. N° 15. Alger. Pp : 14-15.
- Cremers G**, 1986. Architecture végétative et structure inflorescentielle de quelques melastomaceae guyanaïses. Ed. ORSTOM. Paris. 99 p. <https://books.google.dz>, Consulter le 17-05-2016.
- Cremers G et Edelin C**, 1995. Etude de l'architecture aérienne de quelques plantes tropicales à ramification basitone: vers une révision du modèle de Tomlinson. Can. J. Bot. Vol 73. Canada. Pp : 1490-1503.
- Cros-balthazard M**, 2012. Sur les origines, L'histoire évolutive et biogéographique du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera*.L): L'apport de la génétique et de la morphométrie. Thèse Doc. Uni. Montpellier II. 363 p.
- Dakhia N, Bensalah K M, Romani M, Djoudi AM et Belhamra M**, 2013. État phytosanitaire et diversité variétale du palmier dattier au Bas Sahara – Algérie Jor Algérien des régions arides. Numéro spécial N° 12. Ed. CRSTRA. Pp : 5-17.
- Davis T A et Mathai A M**, 1973. A mathematical explanation of the emergence of foliar spirals in Palms. Indian Statistical Institute. Calcutta. Vol 39 A, N° 3. India. Pp: 194-202.
- Davis T A**, 1971. why fibonacci sequence for palm leaf spirals ?. Indian Statistical Institute. Calcutta. India. Pp: 237-244.
- Djoudi I**, 2013. Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Biskra. Mém Mag. Univ Biskra. 141 p.
- Drummond B**, 1919. Propagation and culture of the date palm. USDA Farmer's Bull. N° 106. Washington. 23 p.
- [googlelivre:https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=usWDyXQ2eu0C&oi=fnd&pg=PA9&dq=DUMMOND,+B.+1919.+Propagation+and+culture+of+the+date+palm.+USDA+Farmer%E2%80%99+s+Bull.+106.+Washington,+D.C.&ots=AqUFqazW3x&sig=Hafkyr5kWbmd92rXYnTVX7TQ9k#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=usWDyXQ2eu0C&oi=fnd&pg=PA9&dq=DUMMOND,+B.+1919.+Propagation+and+culture+of+the+date+palm.+USDA+Farmer%E2%80%99+s+Bull.+106.+Washington,+D.C.&ots=AqUFqazW3x&sig=Hafkyr5kWbmd92rXYnTVX7TQ9k#v=onepage&q&f=false), consulter le 20-04-2016.

- Dubost D**, 1990. Mutation du système de production oasien en Algérie. Éd. CRSTRA, Algérie.
- El hadrami I. et El hadrami A.**, 2009. Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species. Part I: Breeding Date Palm. Éd. Springer. New York. Pp:191-216
- Elhoumaizi M A**, 2002. Modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Thèse Doc. Univ Cadi Ayyad, Maroc. 129 p.
- Elhoumaizi M A, Lecoustre R et Oihabi A**, 2002a. Phyllotaxis and handedness in date palm (*Phoenix dactylifera*L.). Rev Fruits. vol 57. Ed. Cirad/EDP. Pp :297–303.
- Elhoumaizi M A, Saaidi M, Oihabi A and Christian Cilas C**, 2002b. Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morocco. Jou. Genetic Resources and Crop Evolution, N°49. Pp :483-490.
- El masoudy H, Gammoudi S, Bennaceur M, Rey H, El houmaizi M A et Lecoustre R**, 2015. Fluctuation de l'angle de divergence des palmes chez trois cultivars du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) à deux âges de plantation. Communication affiché au séminaire de restitution finale des résultats des 4 PHC Maghreb 2013 et de présentation des travaux en cours des 4 PHC Maghreb 2014. Rabat. Maroc 25 et 26 Nov 2015.
- Ferry M**, 1993. La crise du secteur phoenicicole dans les pays méditerranéens. Quelles recherches pour y répondre? In : Ferry M. (ed.), Greiner D. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens ; Options Méditerranéennes , Série A, CIHEAM. N° 28 .Pp : 129 -156.
- Ferry M**, 1998. The phyllotaxis of the Date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Research center of date palm and arid land farming system. Apartado 966.03201. Elche, Spain. Pp : 559-571.
- Fki L, Bouaziz N, Panis B et Drira N**, 2008. La technique de congélation en gouttes des masses proembryogènes : un moyen efficace pour la conservation des ressources génétiques phoenicicoles. Acte de proceeding : Biotechnologies végétales et gestion durable des résistances face à des stress biotiques et abiotiques. XIes Journées Scientifiques. Rennes. France. p 16.

- Fki L, Bahloul M, Masmoudi R et Drira N**, 2001. Etude des capacités germinatives des embryons somatiques chez le Palmier Dattier : Dessiccation, Corrélations Morphogénétiques et Investigations biochimiques. Éd. IRD. Montpellier. Pp : 256-269.
- Gammoudi S**, 2012. Etude de la modélisation de l'architecture des palmes du Dattier (*Phoenix dactylifera*L.). Mém Mas. Univ Sfax. Tunisie. 78 p.
- Gammoudi S, El masoudy H, Rey H, Griffon S, Bennaceu M, Littardi C, Bouguedoura N, Bensalah M, Lecoustre R et Elhoumaizi M A**, 2015. Utilisation de l'outil Xplo pour construire une maquette 3D du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Communication affichée au séminaire de restitution finale des résultats des 4 PHC Maghreb 2013 et de présentation des travaux en cours des 4 PHC Maghreb 2014. Rabat. Maroc. 25 et 26 novembre 2015.
- Gammoudi S, Lecoustre R et Bensalah M**, 2014. Modeling of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Vegetative Aerial Architecture, Example of Two Tunisian Cultivars. Journal of Life Sciences, Vol 8, N° 5, USA, Pp : 418-424.
- Gammoudi S, Bensalah M et Lecoustre R**, 2013. Modeling of date palm (*Phoenix dactylifera*L.) vegetative aerial architecture, example of two Tunisian cultivars. Premier meeting international sur le Palmier Dattier .Ressources phytogénétiques du Palmier dattier: Etat, caractérisation et défis de gestion. Djerba. p.79.
- GEA**, 1993. Compte-rendu de la journée "Architecture, Modelisation". Acte de prociding : Le concept de l'architecture. Source : Barthelemy D., 1988, Architecture et sexualité chez quelques plantes tropicales: le concept de floraison automatique. Thèse Doct., Physiologie, Biologie des Organismes et des Populations, USTL (Univ. Des Sciences et Techniques du Languedoc), Montpellier, 262 p. Pp : 2-18.
- Glowka L, Rhenne F et Hugh G**, 2006. Guide de la conservation sur la diversité biologique. UICN. Gland et Cambridge. xii, 193 p.
- <https://books.google.dz/books?id=hUnTH7HpsAQC&pg=PA20&dq=d%C3%A9finition+de+la+diversit%C3%A9+g%C3%A9n%C3%A9tique&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwjkbPxNzMAhUDVxQKHQTqC1AQ6AEIKjAB#v=onepage&q=%20l%C3%A9rosion%20%20&f=false>, consulté le 15-05-2016.
- Guemari M**, 2014. Il faut préserver les variétés de la dattée algérienne. Le monde des dattes. Rev. N°1. Kouba-Alger. Pp : 12-13.

- Hack H R B**, 1974. The Selection of an Infiltration Technique for Estimating the Degree of Stomatal Opening in Leaves of Field Crops in the Sudan and a Discussion of the Mechanism which Controls the Entry of Test Liquids. *Ann Bot*, N° 38. Suda. Pp :93-114.
- Halle et Oldeman**,1970. Les modèles architecturaux d'Halle et Oldeman classifiés par Pierre Raimbault selon leurs types d'axes (1998). *Revus bibliographique*. 3 p.
- Halle F**, 2010. *Arquitectura de los arboles*. Jornadas técnicas de la Asociación iberomacaronésica de Jardines Botánicos. Montpellier. 13 p.
- Hannachi S**, 2015. Ressources génétiques du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*L.): Analyse de la variabilité inter et intra des principaux cultivars dans les palmeraies algériennes. Communication orale, Salon International des dattes, Biskra.
- Henry M P**, 1955. Note préliminaire sur l'organisation foliaire chez le palmier a huile. Extrait de la revue générale de botanique. Tome 62, Paris, 9p.
- Hodel D R et Pittenger D R**, 2003. Studies on the establishment of Date Palm (*Phoenix dactylifera*'Deglet Noor') of fshoots; Part I: Observations on root development and leaf growth. *Revus. Palms*. Vol 47(4), Pp : 191-200.
- IPGRI**, 2005. Descripteur du Palmier Dattier. International Plant Genetic Resources Institute. Rome. Italie.79 p.
- ITDAS**, 2007. Orientations générales sur la conduite de votre palmeraie. DFRV. Biskra. Pp: 2-25.
- ITDAS**, nd. Présentation de la station d'Ain ben naoui « ferme de démonstration et de la production des semences »
- Jeanne M**, 2015. Le développement de l'arbre : guide de diagnostic. Ouvrage. Ed. Multi-Mondes. Montréal.140 p.
- Jourdan C**, 1995. Modélisation de l'architecture et du développement du système racinaire du Palmier à Huile (*Elaeis guineensis* Jacq.).Thèse Doc, Univ Montpellier. 250 p.
- Jrad A**, 2012. Développement du système racinaire chez le Palmier Dattier issu de semis. Mém Mas. Univ Gabès, Tunisie, 56 p.
- Julia C**, 2007. Modélisation et simulation de l'architecture du palmier à huile afin de calculer l'interception lumineuse par le couvert végétal (Indonésie). Mém de fin d'études. ENITA, Clermont-Ferrand. 40 p.

- Kadri S**, 2015. Analyse statistique du marché mondial de la datte et place de l'Algérie. Salon International des dattes. Biskra.
- Larousse agricole**, 2002. Monde agricole au XXI^e siècle. Sous la direction de MARCLE M. 415 P
- Lauri P E**, 2007. Architecture de l'arbre fruitier de la morphologie des plantes à l'agronomie. Document de Synthèse Activités de recherche et Perspectives. HDR, Univ Montpellier II. 74p.
- Le petit Larousse illustre**, 2006. Ed Larousse. Paris. 987p.
- Lecoustre R**, 2014a. Croissance et architecture des plantes. Présentation des réseaux: MOCAF Phoenix puis Principes OMAM Phoenix. Conférence présentée à la journée de Formation, Univ Biskra.
- Lecoustre R**, 2014b. Croissance et architecture des plantes. Modélisation et Simulation: Aperçu de l'architecture des Arecaceae. Modèles architecturaux. Angles et arrangements phyllotaxiques. Conférence présentée à la journée de Formation. Univ. Biskra.
- Lecoustre R, Griffon S, Jaeger M. et El houmaizi M A**, 2008. Modélisation de l'architecture et de la croissance des Arecaceae. Biotechnologies végétales et gestion durable des résistances face à des stress biotiques et abiotiques. XI^{es} Journées Scientifiques. Rennes. France. Pp : 157-160.
- 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.
- Mason S C**, 1915. Botanical characters of the leaves of the date palm used in distinguishing cultivated varieties. Bulletin N° 223. Washington D. C. 28p.
- Mazliak P**, 1982. Croissance et développement. Physiologie végétale II. Hermann Ed, Paris. Collection Méthodes. 465p. in www.groupedetudedelarbre.org/userfiles/CROISSANCE.rtf. Consulter le 16-05-2016.
- Memadji-le-allah S**, 2011. Étude de la modélisation de l'architecture des palmes du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*L.), relations entre les paramètres caractéristiques des morphotypes cultivés en Europe. Rapport de stage M1. Master Ecologie et biodiversité. Univ. Montpellier II. U.M.R. AMAP c/° CIRAD-BIOS. 33p.

- Memadji-le-allah S, Gammoudi S, Elmasoudy H, Trichine H S, Pintaud JC, Littardi C, Rey H, Bennaceur M, El houmaizi M A, Bensalah M et Lecoustre R**, 2013. Etudes statistiques sur les relations allométriques caractéristiques de l'espèce *Phoenix dactylifera* et propositions de caractéristiques variétales. Premier meeting international sur le Palmier Dattier. Ressources phyto-génétiques du Palmier dattier: Etat, caractérisation et défis de gestion. Djerba. p. 66.
- Memadji-le-allah S, Gammoudi S, Rey H, Bensalah M et Lecoustre R**, 2011. Modeling of Arecaceae architecture, example of *Phoenix dactylifera* L., descriptions of the characteristics autocorrelation functions of parameters and of the correlations between some of these parameters, in: 1st International Symposium Palmier, Alger: The Date Palm: Review of 50 Years of Work-What Research for Its Preservation and Enhancement?, Nov. 13-14, Alger, Algeria.
- Messar E M**, 1996. Le secteur phoenicicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; N° 28. Éd. CIHEAM. Zaragoza. Pp : 23-44.
- Mimoun A**, 2014. Etude de développement et architecture racinaires des plantules de Palmier Dattier. Mém Mag. Univ. Oran. 50 p.
- Moore W**, 2002. El modelo de las zonas del árbol. Rev. Arbres et Sciences N° 8. Vol II. 37p.
- Munier P**, 1973. Le Palmier Dattier. Éd. G.-P. Maisonneuve et Larose. Paris. 222 p.
- Nixon R W**, 1950. Imported varieties of dates in the United States. Circular. N° 834. Washington, D.C. 144 p.
- Oldeman R A**, 1974. L'architecture de la forêt Guyanaise. Mém O.R.S.T.O.M. N° 73. Paris. 204 p.
- Ouafi S et Riveil N**, 2010. Les glycosides flavoniques marqueurs de quelques cultivars algériens du Palmier Dattier *Phoenix dactylifera* L. Biotechnologies du palmier dattier. Éd. IRD. Paris. Pp:15-22.
- Ould Mohamed Ahmed Mohamed Vall, Zein Elabidine Ould Bouna, Fouteye M. Mohamed Lemine, Taleb Khya Ould Djeh, Trifi Mokhtarb, Ali Ould Mohamed Salem**, 2011. Use of multivariate analysis to assess phenotypic diversity of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars. Jou. Scientia Horticulturae N°127 . Pp.367-371.

- Ould Mohamed Salem A, Rhouma S, Zehdi S, Marrakchi M et Trifi M**, 2008. Morphological variability of Mauritanian date-palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars as revealed by vegetative traits. *Jou. Acta Botanica Croatica*.67 (1). Pp :81-90.
- Peyron G**, 2000. Guide illustré de formation: Cultiver le Palmier Dattier. Éd. CIRAD. Montpellier. 109 p.
- Plantefol L** , 1948. La théorie des hélices foliaires multiples. Editer par Masson et Cie. Paris.154p. <https://books.google>. Consulter le 23/04/2016.
- Prevot P**, 1962. Physiologie des plantes tropicales cultivées. Ed. O.R.S.T.O.M. Paris, 39 p.
- Rhouma A**, 2005. Le Palmier Dattier en Tunisie. Le patrimoine génétique. Vol 2. Ed. IPGRI. Rome. Italy.255p.
- Rhouma A**, 1993. Le palmier dattier en Tunisie : U n secteur en pleine expansion. In : Ferry M. (ed.), Greiner D. (ed.). Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens.: Options Méditerranéennes: Série A, CIHEAM, Zaragoza. N° 28.Pp :85-104
- Raimbault P, Tanguy M et Bertrand H**, 1993. La gestion des arbres d'ornement. Partie 1 : Une méthode d'analyse et de diagnostic de la partie aérienne. *Rev. For. Fr.* XLV -2-.Pp: 97-151.
- Rey H**, 1993.L'Architecture des Plantes, Morphologie. L'architecture des plantes Modèles Diagramme Réitération Analyse. Éd .CIRAD. 75 p.
- Reynes M, Bouabidi h, Piombo G, Risterucci AM**. 1994. Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djerid en Tunisie. *Fruits*, 49 (4):289–298
- Riedacker A, Dreyer E, Pafadnam C, Joly H et Bory G**,1993. Physiologie des arbres et arbuste en zones arides et semi-arides. Groupe d'Etude de l'Arbre; Observation du Sahara et du Sahel. Ed. John Libbey Eurotext. Paris. 473p .<https://books.google.dz>. Consulter le 01/06/2016.
- Roger V J**, 1983.Croissance végétale et morphogénèse. Ed. Masson. Paris. 323p. <https://books.google.dz>. Consulter le 13/09/2015.
- Sedra M H**, 2011. Molecular Markers for Genetic Diversity and Bayoud Disease Resistance in Date Palm. *Date Palm Biotechnology*. Éd. Springer Science+Business Media. Pp: 533-550.

- Sedra M H**, 2005. Caractérisation des clones sélectionnés du palmier dattier et prometteurs pour combattre la maladie du Bayoud. Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens. Maroc. Pp :72-79.
- Sedra M H**, 2003. Le Palmier Dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc: Techniques phoénicoles et Création d'oasis. Éd. INRA. Maroc.265 p.
- Sedra M H**, 2001. Descripteurs de Palmier Dattier (*Phoenix Dactylifera*.L). Éd. INRA. Maroc.195 p.
- Tengberg M**, 2009. Cultures et utilisations du palmier dattier au Moyen-orient ancien. Données archéobotaniques. Archéologies et Sciences de l'Antiquité 2007 - 2008 - EXTRAIT - Cahier des thèmes transversaux. ArScAn .Vol IX. Nanterre. Pp :237-242.
- Tirichine A**, 1997. Étude des ressources génétiques du palmier dattier. Whyte, R.O., 1959 : Prospection, récolte et introduction des plantes. Éd FAO. Rome,126 p.
- Tirichine H S**, 2010. Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera*L.) du Sud-Est algérien. Mém Mag. Univ. Oran-Es Senia. 88 p.
- Tomlinson P B**, 1983. Tree architecture. New approaches help to define the elusive biological property of tree form. Maga.American Scientist. Vol 71, Pp : 141-148.
- Touzi A**, 2015. Les Dattes et la Transformation Technologique. Salon International des dattes. Biskra.
- Tririchine A, Belguedj M, Benkhalifa A, Guerradi M, Bousdira K, Bayoud B et Labгаа L**. 2007. Diversité génétique du palmier dattier dans les oasis du Mزاب: Inventaire et actions de préservation. Rev. Recherche agronomique. N° 20. INRA. Alger. Pp :17-23.
- UMR AMAP**, 2011. Botanique et bioinformatique de l'Architecture des Plantes ».CIRAD. CNRS. INRA. IRD. Univ Montpellier II. 6p.
- Wertheimer M**, 1956. Recherches et observations sur la plantation des "rejets" de la Palmiers Dattiers (*Phoenix dactylifera*L.)dans les Zibans (Région de Biskra). Revus. Fruits-Vol 11. N° 11. Pp :481-487
- Zaid A**, 2002. Date Palm Cultivation. Chapter I: Botanical and systematic description of the date palm Rev 1. FAO Plant production and protection paper. Éd FAO. Rome. 156 p.

Zango O, 2012. Modélisation de l'architecture de l'inflorescence femelle du Palmier Dattier. Mas II. UMR AMAP/CIRAD. DIADE/IRD. Univ. Montpellier II. 20p.

Zango O, 2011. Etude comparative de l'architecture et de la géométrie de l'inflorescence mâle et femelle du Palmier Dattier. Mas I. UMR AMAP/CIRAD. DIADE/IRD. Univ. Montpellier II. 27p.

Zango O, Pintaud J-C, Littardi C, Rey H, 2011. Comparative Study of Architecture and Geometry of the date palm male and females inflorescences. ISHS Acta Horticulturae 994. Proceedings of the First International Symposium on date palm, Algiers, Algeria, November 2013.

Zehdi S, Rhouma S, Cherif E, Billotte N, Trifi M et Pintaud J-C, 2008. Génotypage d'une collection tunisienne de palmier dattier par les marqueurs microsatellites. Biotechnologies végétales et gestion durable des résistances face à des stress biotiques et abiotiques. XIes Journées Scientifiques. Rennes. France. Pp :113-116."

Zehdi-azouzi S, Cherif A, Moussouni S, Gros-balthazard M, Naqvi S N, Ludena B, Castillo K, Chabrillange N, Bouguedoura N, Bennaceur M, Si-dehbi F, Abdoukader S, Daher A, Terral J F, Santoni S, Ballardini M, Mercuri A, Bensalah M, Kadri K, Othmani A, Littardi C, Salhi-Hannachi A, Pintaud J-C and Aberlenc-bertossi F, 2015. Genetic structure of the date palm (*Phoenix dactylifera*L.) in the Old World reveals a strong differentiation between eastern and western populations. Rev. Annals of Botany N° 116. Oxford. Pp :101–112.

عبد الباسط عودة ابراهيم. 2011. نظام ترتيب الأوراق (السعف) في نخلة التمر. 11 ص. www.iraqi-date.

Consulter le : 10-08-2011. palms.net

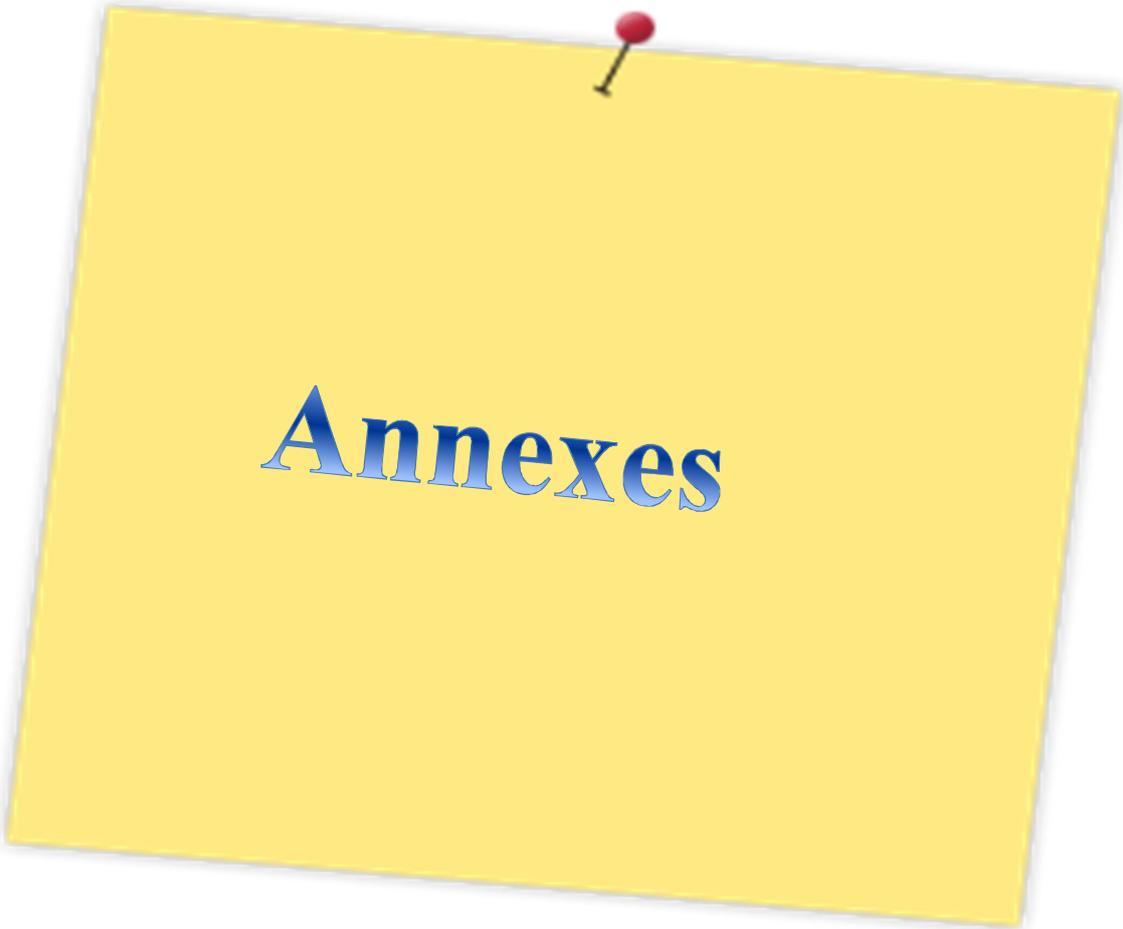
<http://www.almaany.com/ar/dict/ar-ar//نخلة>(consulter le 29/11/2015)

http://www.listephoenix.com/?page_id=2299 (Consulter le 02-08-2015).

<http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-77545-nomenclature>(consulter le 29/11/2015)

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/maquette/49307#2x6gM6oghMbIOEzu.99>

(Consulter le 17-05-2016)



Annexes

Annexe 01 : Situation de secteur phoenicicole en terme de nombre et production des palmiers en Algérie et à la wilaya de Biskra.

Tableau 01 : Nombre de palmiers en Algérie par wilaya et par cultivars en 2014.

WILAYA	Nombre total de palmiers										
	(1)	%(1)	(2)	%(2)	(3)	%(3)	Total	%Total	%(1)/Total	%(2)/Total	%(3)/Total
ADRAR	0	0,00	0	0,00	3725420	100,00	3725420	20,23	0,00	0,00	100,00
LAGHOUAT	10500	28,17	14160	37,99	12616	33,84	37276	0,20	28,17	37,99	33,84
BATNA	9136	31,35	9033	30,99	10977	37,66	29146	0,16	31,35	30,99	37,66
BISKRA	2638250	61,55	553540	12,91	1094560	25,54	4286350	23,27	61,55	12,91	25,54
BECHAR	0	0,00	1387038	85,28	239394	14,72	1626432	8,83	0,00	85,28	14,72
TAMANRASSET	0	0,00	0	0,00	688947	100,00	688947	3,74	0,00	0,00	100,00
TEBESSA	39000	63,52	22400	36,48	0	0,00	61400	0,33	63,52	36,48	0,00
DJELFA	6800	67,33	2500	24,75	800	7,92	10100	0,05	67,33	24,75	7,92
M'SILA	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	/	/	/
OUARGLA	1394940	54,44	997898	38,95	169430	6,61	2562268	13,91	54,44	38,95	6,61
EL-BAYADH	19800	30,99	15900	24,88	28200	44,13	63900	0,35	30,99	24,88	44,13
ILLIZI	7758	6,01	77585	60,10	43760	33,90	129103	0,70	6,01	60,10	33,90
TINDOUF	0	0,00	45206	100,00	0	0,00	45206	0,25	0,00	100,00	0,00
EL-OUED	2423220	64,67	705230	18,82	618880	16,52	3747330	20,35	64,67	18,82	16,52
KHENCHELA	51200	41,28	61300	49,42	11542	9,30	124042	0,67	41,28	49,42	9,30
NAAMA	1790	3,54	48810	96,46	0	0,00	50600	0,27	3,54	96,46	0,00
GHARDAIA	524350	42,60	221500	17,99	485060	39,41	1230910	6,68	42,60	17,99	39,41
TOTAL	7126744	38,69	4162100	22,60	7129586	38,71	18418430		38,69	22,60	38,71

Source : Calculer par nous à partir des séries statistiques B du ministère de l'agriculture.

- (1) : Deglet Nour et analogues ;
- (2) : Ghars et analogues ;
- (3) : Degla Beiyda et analogues.

Tableau 02 : La structure de la production des dattes en Algérie par wilaya et par variété en 2014.

WILAYA	Production (Qx)										
	(1)	%(1)	(2)	%(2)	(3)	%(3)	Total	%Total	%(1)/Total	%(2)/Total	%(3)/Total
ADRAR	0	0,00	0	0,00	907278	100,00	907278	9,71	0,00	0,00	100,00
LAGHOUAT	4410	27,33	5927	36,73	5798	35,93	16135	0,17	27,33	36,73	35,93
BATNA	5440	37,11	3983	27,17	5235	35,71	14658	0,16	37,11	27,17	35,71
BISKRA	2355162	62,46	509979	13,53	905255	24,01	3770396	40,35	62,46	13,53	24,01
BECHAR	0	0,00	242510	81,26	55910	18,74	298420	3,19	0,00	81,26	18,74
TAMANRASSET	0	0,00	0	0,00	99957	100,00	99957	1,07	0,00	0,00	100,00
TEBESSA	8600	43,88	11000	56,12	0	0,00	19600	0,21	43,88	56,12	0,00
DJELFA	5820	72,57	1600	19,95	600	7,48	8020	0,09	72,57	19,95	7,48
M'SILA	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	/	/	/
OUARGLA	681640	54,44	508039	40,57	62484	4,99	1252163	13,40	54,44	40,57	4,99
EL-BAYADH	200	4,05	2740	55,47	2000	40,49	4940	0,05	4,05	55,47	40,49
ILLIZI	624	4,00	9673	62,00	5304	34,00	15601	0,17	4,00	62,00	34,00
TINDOUF	0	0,00	8000	100,00	0	0,00	8000	0,09	0,00	100,00	0,00
EL-OUED	1530000	66,18	430000	18,60	352000	15,22	2312000	24,74	66,18	18,60	15,22
KHENCHELA	18100	26,97	43000	64,08	6000	8,94	67100	0,72	26,97	64,08	8,94
NAAMA	0	0,00	9504	100,00	0	0,00	9504	0,10	0,00	100,00	0,00
GHARDAIA	200000	37,04	85000	15,74	255000	47,22	540000	5,78	37,04	15,74	47,22
TOTAL	4809996	51,48	1870955	20,02	2662821	28,50	9343772		51,48	20,02	28,50
ALGERIE											

Source : Calculer par nous à partir des séries statistiques B du ministère de l'agriculture.

- (1) : Deglet Nour et analogues ;
 (2) : Ghars et analogues ;
 (3) : Degla Beiyda et analogues.

Tableau 03 :Nombre de palmiers de Biskra par communes et par cultivars en 2014.

Communes	Nombre total de palmiers										
	(1)	%(1)	(2)	%(2)	(3)	%(3)	Total	%Total	%(1)/Total	%(2)/Total	%(3)/Total
SIDI OKBA	216924	57,19	54600	14,39	107800	28,42	379324	15,46	57,19	14,39	28,42
AIN NAGA	75704	60,26	34102	27,15	15820	12,59	125626	5,12	60,26	27,15	12,59
EL HOUCH	74506	47,92	53725	34,55	27250	17,53	155481	6,34	47,92	34,55	17,53
M'ZIRAA	20741	65,95	3807	12,10	6903	21,95	31451	1,28	65,95	12,10	21,95
TOLGA	235200	77,92	9050	3,00	57580	19,08	301830	12,30	77,92	3,00	19,08
BOUCHAGROUN	77900	70,79	3040	2,76	29100	26,44	110040	4,49	70,79	2,76	26,44
LEGHROUS	153150	86,45	8060	4,55	15950	9,00	177160	7,22	86,45	4,55	9,00
FOUGHALA	76100	64,11	5000	4,21	37600	31,68	118700	4,84	64,11	4,21	31,68
DOUCEN	175815	92,68	2119	1,12	11772	6,21	189706	7,73	92,68	1,12	6,21
OURELAL	58163	30,82	33217	17,60	97320	51,57	188700	7,69	30,82	17,60	51,57
M'LILI	81860	37,27	49667	22,61	88105	40,11	219632	8,95	37,27	22,61	40,11
OMMECH	80169	38,45	57860	27,75	70460	33,80	208489	8,50	38,45	27,75	33,80
LIQUA	130498	52,83	20744	8,40	95770	38,77	247012	10,07	52,83	8,40	38,77
Total	1456730	59,38	334991	13,66	661430	26,96	2453151		59,38	13,66	26,96

Source : Calculer par nous à partir des séries statistiques de la direction des services agricole de Biskra (DSA).

- (1) : Deglet Nour et analogues ;
 (2) : Ghars et analogues ;
 (3) : Mech-Deglet et analogues.

Tableau 04 :La structure de la production des dattes à Biskra par communes et par variétés en 2014.

Communes les communes	Production (Qx)						Total	%Total	% (1)/Total	% (2)/Total	% (3)/Total
	(1)	%(1)	(2)	%(2)	(3)	%(3)					
SIDI OKBA	170000	54,66	52000	16,72	89000	28,62	311000	12,91	54,66	16,72	28,62
AIN NAGA	47000	48,91	29000	30,18	20100	20,92	96100	3,99	48,91	30,18	20,92
EL HOUCH	47000	36,75	50900	39,80	30000	23,46	127900	5,31	36,75	39,80	23,46
M'ZIRAA	18294	59,78	4188	13,69	8119	26,53	30601	1,27	59,78	13,69	26,53
TOLGA	367326	86,26	7104	1,67	51390	12,07	425820	17,68	86,26	1,67	12,07
BOUCHAGROUN	113550	80,06	2280	1,61	26000	18,33	141830	5,89	80,06	1,61	18,33
LEGHROUS	112024	74,79	3960	2,64	33795	22,56	149779	6,22	74,79	2,64	22,56
FOUGHALA	224000	90,86	8256	3,35	14265	5,79	246521	10,23	90,86	3,35	5,79
DOUCEN	147057	92,84	2013	1,27	9331	5,89	158401	6,58	92,84	1,27	5,89
OURELAL	43000	28,17	32960	21,59	76700	50,24	152660	6,34	28,17	21,59	50,24
M'LILI	70000	37,26	49860	26,54	68000	36,20	187860	7,80	37,26	26,54	36,20
OMMECH	65000	36,26	59760	33,34	54500	30,40	179260	7,44	36,26	33,34	30,40
LIQUA	105500	52,46	20120	10,00	75500	37,54	201120	8,35	52,46	10,00	37,54
Total	1529751	63,51	322401	13,38	556700	23,11	2408852		63,51	13,38	23,11

Source : Calculer par nous à partir des séries statistiques de la direction des services agricole de Biskra (DSA).

- (1) : Deglet Nour et analogues ;
- (2) : Ghars et analogues ;
- (3) : Mech-Deglet et analogues.

Annexe 02 : Suite de FIBONACCI et phyllotaxie.

Suite de Fibonacci

1	1	2	3	5	8	13	21	121393	196418	317811
---	---	---	---	---	---	----	----	--------	--------	--------

La série de nombres ci-dessus est une suite de Fibonacci, cette série débute par 2 cellules de valeur 1 puis de poursuit par 2, après 2, les nombres sont obtenus en additionnant les 2 nombres précédents.

Arrangements phyllotaxiques théoriques

1	1	2	3	5	8	13	21	121393	196418	317811
	1/1	1/2	1/3	2/5	3/8	5/13	8/21	46368/121393	75025/196418	121393/317811

La série de rapports ci-dessus est une suite issue de la suite précédente, cette série débute par 1/1 puis 1/2, puis 1/3, après 2, les rapports sont obtenus ensuite avec, comme numérateur le nombre situé à 2 colonnes précédentes et comme dénominateur le nombre de la colonne.

Angles phyllotaxiques correspondants

1	1	2	3	5	8	13	21	121393	196418	317811
	1/1	1/2	1/3	2/5	3/8	5/13	8/21	46368/121393	75025/196418	121393/317811
	360	180	120	144	135	138,46	137,14	137,51	137,51	137,51

La série d'angles correspondants aux arrangements est calculée en multipliant le numérateur des rapports par 360° (ou 2π) cet angle est l'angle formé entre elles par 2 feuilles émises consécutivement.

Annexe 03 : Fiches de mesure (sur terrain et au laboratoire).**Tab.01 : Fiche de mesures feuilles (Description générale).**

Morphotype ou cultivar	
Num identification	
Observateur	soumaia fadlaoui

Fiche de mesures feuilles (description générale)

Rang de la palme		
Longueur pétiole		
Longueur entre la coupe et C		
Longueur partie épineuse		
Longueur partie foliololée		
Long totale		
	Gauche	Droite
Nombre d'épines		
Nombre de folioles		
Nombre total de pennes		
Foliole terminale		

Tab.02 : Fiche de calcul de l'angle phyllotaxique par la méthode de calcul de nombre de cornafs.

MOCAF

Morphotype ou cultivar

Num identification

Fiche de calcul de l'angle phyllotaxique par la méthode de calcul de Cornafs

Rang de la palme

parastiche 5 (kornafs)	Nbre palmes	Nbre kornaf	b	c	angle phyllo
			0	#DIV/0!	#DIV/0!

Tab.03 : Fiche de calcul de l'angle phyllotaxique par la méthode AMAP.

MOCAF

Morphotype ou cultivar

Num identification

Fiche de calcul de l'angle phyllotaxique par la méthode AMAP

Rang de la palme

Répétition	Circonférence du stipe	Delta	Hauteur/sol	Nb de parastiches	Angle Phyllotaxique
Milieu					
Droite					
Gauche					
Milieu					
Droite					
Gauche					
Milieu					
Droite					
Gauche					

Moyenne M		0,00
Moyenne D		0,00
Moyenne Ga		0,00

Moyenne Gé	0,00	0,00	0,00	0,00
------------	------	------	------	------

Tab.04 : Fiche de mesure des dimensions de rachis au point C et Longueur des pennes.

MOCAF

Morphotype ou cultivar



Fiche de mesures sections rachis, dimensions des pennes

Rang de la palme



Dimensions du Rachis à la première épine(cm)

Largeur	Epaisseur

Longueur des Pennes

Position relative	1/2 palme gauche				Position relative	1/2 palme droite			
	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf		+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf
1ère épine					1ère épine				
dern épine					dern épine				
1ère foliole					1ère foliole				
10,0					10,0				
20,0					20,0				
30,0					30,0				
40,0					40,0				
50,0					50,0				
60,0					60,0				
70,0					70,0				
80,0					80,0				
90,0					90,0				
GT1					GT1				
GT2					GT2				
GT3					GT3				
GT4					GT4				
GT5					GT5				
FT					FT				

Tab.5 : fiche de mesure des ouvertures des pennes.

Morphotype ou cultivar Num identification

Fiche de mesures sections rachis, dimensions des pennes

Rang de la palme

Ouvertures des Pennes								
Position relative	1/2 palme gauche							
	1er tiers				2ème tiers			
	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf
1ère épine								
dern épine								
1ère foliole								
GT1								
GT2								
GT3								
GT4								
GT5								
FT								

1/2 palme droite								
Position relative	1/2 palme droite							
	1er tiers				2ème tiers			
	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf
1ère épine								
dern épine								
1ère foliole								
GT1								
GT2								
GT3								
GT4								
GT5								
FT								

Tab.06 : fiche de mesure de demi-largeurs des pennes.

Morphotype ou cultivar Num identification

Fiche de mesures sections rachis, dimensions des pennes

Rang de la palme

Largeurs des Pennes												
Position métrique	1/2 palme gauche											
	base			1er tiers				2ème tiers				
	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf
1ère épine												
dern épine												
1ère foliole												
GT1												
GT2												
GT3												
GT4												
GT5												
FT												

1/2 palme droite												
Position métrique	1/2 palme droite											
	base				1er tiers				2ème tiers			
	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf
1ère épine												
dern épine												
1ère foliole												
GT1												
GT2												
GT3												
GT4												
GT5												
FT												

Tab.07 : fiche de mesure des angles (Axiaux et de Rotations)des penne.

MOCAF

Morphotype ou cultivar

Num identification

Fiche de mesures angles des penne

Rang de la palme

Angle des penne terminale

Angle Axial

Position relative	1/2 palme gauche				Position relative	1/2 palme droite			
	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf		+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf
1ère épine					1ère épine				
dern épine					dern épine				
1ère foliole					1ère foliole				
10.0					10.0				
20.0					20.0				
30.0					30.0				
40.0					40.0				
50.0					50.0				
60.0					60.0				
70.0					70.0				
80.0					80.0				
90.0					90.0				
GT1					GT1				
GT2					GT2				
GT3					GT3				
GT4					GT4				
GT5					GT5				
FT					FT				

MOCAF

Morphotype ou cultivar

Num identification

Fiche de mesures angles des penne

Rang de la palme

Angle des penne terminale

Angle de Rotation

Position relative	1/2 palme gauche				Position relative	1/2 palme droite			
	+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf		+ ou sup	0 ou med	0 ou med	- ou inf
1ère épine					1ère épine				
dern épine					dern épine				
1ère foliole					1ère foliole				
10.0					10.0				
20.0					20.0				
30.0					30.0				
40.0					40.0				
50.0					50.0				
60.0					60.0				
70.0					70.0				
80.0					80.0				
90.0					90.0				
GT1					GT1				
GT2					GT2				
GT3					GT3				
GT4					GT4				
GT5					GT5				
FT					FT				

Tab.08 : Fiche de disposition et de groupement des penne.

MOCAF

Morphotype ou cultivar

Num identification

Fiche de mesures folioles (disposition et groupes)

Rang de la palme		
Demi-palme gauche		
Rang de la penne	Position + 0 - (sup med inf) =terminale	Position 1ère Foliole
		(Noter F)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24	f	
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
.		
.		
.		
.		

Demi-palme droite		
Rang de la penne	Position + 0 - (sup med inf) =terminale	Position 1ère Foliole
		(Noter F)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24	f	
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
.		
.		
.		
.		

Résumé

Notre travail a été réalisé dans le cadre de la mise en place d'une nouvelle technique de caractérisation variétale par l'utilisation des paramètres non spécifiques au *Phoenix dactylifera* L. mis en évidence par l'étude de modélisation architecturale de cette espèce. Nos résultats ont révélé que les valeurs de l'angle phyllotaxique des neuf cultivars étudiés vont de 136.8° et 137.9° par la méthode CNC et de 136.6° et 137.6° par celle de AMAP, l'analyse de la variance de cet angle selon différents cultivars, sites et âges nous amène à dire que cet angle est un caractère variétal pour le dattier. Les paramètres traités sur les palmes coupés montrent la dissymétrie de la palme, sa forme virtuelle obtenue par le logiciel Xplo est le résultat d'arrangements géométriques de toutes ses parties, la palme virtuelle est comparable au palme réelle ce qui nous permet de considérer l'architecture et la modélisation comme des outils de caractérisation des cultivars de palmier dattier dans des périodes hors fructification.

Les mots clés : Palmier dattier, Modélisation, Architecture, Caractérisation, Cultivars, angle phyllotaxique.

ملخص:

يتمثل عملنا في وضع تقنية جديدة للتمييز النوعي وذلك باستخدام بعض القياسات التي تعتبر غير خاصة بشجرة النخيل « *Phoenix dactylifera* L. » والتي وضعت بفضل دراسات النمذجة الهندسية على هذا الصنف. أظهرت النتائج التي توصلنا إليها أن قيم زاوية انفراج جريد النخيل للأصناف التسعة المدروسة تتغير من 136.8° إلى 137.9° بطريقة القياس CNC بينما تتغير من 136.6° إلى 137.6° بطريقة القياس AMAP, تحليل التباين لهذه الزاوية وفقا لأصناف مختلفة, مواقع مختلفة و أعمار مختلفة يسمح لنا باعتبار هذه الزاوية خاصية من الخصائص النوعية لصنف النخيل. معالجة القياسات المأخوذة على جريدة مقطوعة أوضحت عدم تناظر جريدة النخيل, شكلها الإفتراضي المتحصل عليه بواسطة المبرمج Xplo هو نتيجة لترتيبات هندسية لجميع أجزائها, جريدة النخيل الإفتراضية قابلة للمقارنة بالجريدة الحقيقية مما يخول لنا إعتبار الهندسة والنمذجة من بين الأدوات التي تمكننا من تمييز أصناف النخيل في غير فترات الإثمار.

الكلمات المفتاحية: نخيل, نمذجة, هندسة, تمييز, أصناف, زاوية إنفراج جريد النخيل.

Summary

Our completed work within the framework of the installation of a novel method of varietal characterization by the use of the parameters nonspecific to the *Phoenix dactylifera* L. highlighted by the study of architectural modeling of this species. Our results revealed that the values of the angle phyllotaxic of the nine studied cultivars go from 136.8° and 137.9° by method CNC and from 136.6° and 137.6° by that of AMAP. The analysis of the variance of this angle according to different cultivars, sites and ages leads us to say that this angle is a characteristic for the date palm. The parameters treated on the palm crossed watch the dissymmetry of the palm, its form virtual obtained with the logical Xplo as the result of geometrical arrangements of all its parts, virtual palm is comparable with the real palm what to allow us regarded architecture and modeling as tools for characterization of the cultivars of date palm during time except fructification.

Keywords: Date palm, Modeling, Architecture, Characterization, Cultivars, Phyllotaxic angle.