

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE EL- HADJ LAKHDAR BATNA
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE

Pour l'obtention du Diplôme de Magistère

Département Des Sciences Agronomiques

ECOLE DOCTORALE : VALORISATION ET AMELIORATION DE
L'AGROBIODIVERSITE VEGETALE

Thèse de Magistère

Présentée par: M^{elle} Ourida Benouamane

THEME

**Valorisation de quelques dokkars par l'étude de la diversité génétique
moyennant les marqueurs morphologiques de l'IPGRI**

Devant le Jury :

Président : Prof. Abdelmalek CHORFI

Professeur à UHLB

Promotrice : Prof. Halima BENBOUZA

Professeur à UHLB

Examineurs : Dr. Abdelkader BENBELKACEM

Maître de recherche INRAA, Alger

Dr. Abdel Azize BEN AZIZA

Maître de Conférences A UMKHB

Année Universitaire: 2014/2015

Remerciement :

Avant tout je remercie le bon Dieu le Tout Puissant qui m'a donné le courage, la force, la patience de continuer jusqu'au bout pour terminer ce modeste travail.

Je voudrai adresser grandement mes remerciements les plus chaleureux et les plus sincères à **M^{me} Benbouza Halima** : Responsable de l'école doctorale et Professeur à l'Université Elhadj Lakhder de Batna, d'avoir accepté de m'encadrer, pour la confiance qu'elle m'a accordé et me confier ce travail, son chaleureux accueil et ses précieux conseils, je suis ravi d'avoir été son étudiante car outre son appui scientifique elle a toujours été là pour me soutenir au cours de l'élaboration de ce mémoire.

Mes remerciements vont aussi pour: **Prof. Chorfi Abdelmalek** Enseignant à l'Université El-hadj lakhdar de Batna, d'avoir accepté de présider le jury.

Je souhaite exprimer ma grande gratitude, mon respect à **Dr. Benbelkacem Abdelkader**: Directeur de la station de biotechnologie de l'INRAA, qui m'a fait honneur d'examiner mon mémoire, pour ses gentils conseils et son aide, je lui en suis très gré.

J'en suis particulièrement très reconnaissante à **Dr. Ben Aziza Abdel azize** : Enseignant à l'Université Mouhamad khider de Biskra et d'avoir accepté d'examiner ma thèse et de même de participer dans ce jury. A **Mr Guimer Kamel** : Chef département d'Agronomie de l'Université de Biskra qui m'a ouvert avec joie les portes des laboratoires et m'a fortement soutenu administrativement c'est grâce à lui que j'ai pu surmonter mes problèmes.

J'aimerai bien adresser mes sincères remerciements, mon respect à **Mr Ouamane Tarek** Personnel au CRSTRA ainsi que **Dr. Dilmi Lakhder** : Maître de Conférences au Département d'Economie de l'Université de Batna pour leur gentillesse, leur suggestions ainsi leur précieux moments qu'on m'avait consacré pour m'aider.

Enfin, ces remerciements ne seraient pas complets si je ne m'en adressais pas aux agriculteurs **Mr Larbi** et **Mr Taher** qui m'ont beaucoup aidé sur le terrain ainsi que tout le personnel du laboratoire, la bibliothèque et le secrétariat d'Agronomie : **Naim, Hichem, Mounia, Zineb, Shahinez, Mounira, Naima** et **Basma** pour leur souplesse, leur disponibilité, leur encouragement et de m'avoir créé les bonnes conditions pour la réalisation des travaux pratiques sans eux ce travail n'aurait pu terminer.

Dédicace :

A la plus chère personne dans ma vie ma mère qui m'a appris que le savoir, c'est un grand trésor et une grande richesse d'avoir un diplôme dans les études supérieures pour moi et surtout pour elle grâce à, son soutien morale durant toute ma carrière, sa souffrance et son affection je dédie ce modeste travail que Dieu la protège, la bénit et lui préserve une longue vie.

A mes petites chères sœurs : Aicha et Nour

A mes oncles : Salih, Rafik et leurs familles

Sans oublier le petit Mahdi

A mes amies : Linda et Manel

A la famille: Slimani, Aissaoui, Dellal et Bennat

Et toutes personnes qui ont contribué de loin ou du près de réaliser ce travail.

OURIDA

Sommaire

Remerciement

Dédicace

La liste des tableaux

La liste des figures

La liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre1:Généralités sur le palmier dattier

I.1. Première partie : Présentation de l'espèce 5

I.1.1.Introduction 5

I.1.2.Classification botanique..... 5

I. 1.3. Classification selon Munier, 1973 6

I.2. Origine et histoire 6

I.3. Description morphologique du palmier dattier..... 7

I.3.1. L'appareil végétatif..... 8

I. 4. Cycle de production du palmier dattier 13

I.5. Les exigences écologiques et édaphiques de la culture du palmier..... 14

I .5. 1. Ecologiques..... 14

I.5.2. Edaphiques..... 14

I.6. La repartition géographique..... 15

I.6.1. Dans le monde..... 15

I.6.2.La répartition des palmeraies en Algérie 16

I.7.L'importance économique 16

I.7.1.Au niveau mondial..... 16

I. 7.2 En Algérie... 17

I.7.3 A Biskra 18

Partie II : Généralités sur la pollinisation et les Dokkars 18

II.1.La pollinisation..... 18

II.1.1. Les méthodes de pollinisation 18

II.1.1.1.Naturelles..... 18

II.1.1.2. Artificielles..... 18

II.2.Les conditions limitant la pollinisation 19

II.3. Technique de récolte, extraction et stockage du pollen	19
II.4. La conservation du pollen	19
II.5. Le choix des meilleurs pollinisateurs	20
II.6. Le nombre de pieds mâles nécessaires pour la pollinisation	21
II.7. La période de floraison des pieds mâles	21
II. 8. L'heure de pollinisation	22
II. 9. La réceptivité des spathe femelles	22
II.10. L'efficacité de la pollinisation	22
II.11. L'effet métaxinique et la xénie	23

Chapitre II: Les ressources phytogénétiques du palmier

II. Biodiversité	26
II.1. Méthode de prospection du palmier dattier	26
II.1.1. Le recensement et inventaire variétal	27
II. 1.1.1. Systématique	27
II. 1.1.2. Par échantillonnage	27
II.2. L'état des ressources génétiques du palmier dattier en Algérie	27
II.3. Identification des cultivars	29
II.4. Les principaux critères caractérisation d'un palmier mâle (Dokkars)	29
II.4.1. Stade plantule	29
II.4.2. Stade adulte	30
II.5. Descripteurs des cultivars du dattier	30
II. 5.1. Morphologique	30
II.5.2. Les marqueurs moléculaires et biochimiques	33
II.6. Notion de cultivars, variété et Dokkars	34

Chapitre III: La Palynologie

III.1. Définition de la palynologie	37
III.1.1. Le pollen	37
III.1.2. La formation du pollen	37
III.1.3. La structure du pollen	38
III.1.4. La classification	39
III. 1. 5. La germination	41
III.2. Les caractéristiques du pollen du palmier dattier	42
III.3. Les critères de la qualité du pollen	43

III.3.1. Test de viabilité	43
III.3.1.1. Test de coloration.....	43
III.3.1.2. La germination in vitro.....	44
III.3.1.3. La germination in vivo.....	45
III.4. Détermination de la structure cellulaire	45

Partie expérimentale

Chapitre I : Présentation de la région et le site d'étude

II.1. Présentation de la wilaya de Biskra	48
II.2. Caractéristiques du climat	49
II.2.1. La Température.....	49
II.2.2. La pluviométrie.....	49
II.2.3. L'humidité.....	51
II.2.4. Les vents	52
II.3. Présentation du verger d'étude	52

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.1. Description morphologique et choix des cultivars.....	57
II.1.1. L'arbre	58
II.1.2. Les palmes	60
II.1.3. Les spathes mâles	60
II.1.4. Les épillets:.....	61
II. 2. Méthodes d'évaluation.....	62
II.2.1. Caractérisation morphologique.....	62
II.2.2. Caractérisation du pollen	67
II.2.2.1. Tests de viabilité.....	68
A. Test de coloration.....	68
B. Test de germination.....	68
II.3. Méthodes d'analyses statistiques	70
II.3.1. Description des données	70
II.3.1.1. Analyse de la variance (ANOVA).....	70
II.3.1.2. Méthodes statistiques multivariées.....	70

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Résultats de la caractérisation morphologique de la partie végétative.....	73
III.1.1. Pieds femelles.....	73

III.1.1.1. Descripteurs de la croissance de l'arbre.....	73
A. Evaluation des caractères qualitatifs.....	73
B. Evaluation des caractères quantitatifs.....	75
III.1.1.2. Résultats de corrélation entre l'ensemble des paramètres morphologiques (seuil de signification 1%)	77
III.1.1.3. Résultats de l'Analyse en Composante Multiple (ACM).....	78
III.1.1.4. Résultats de l'Analyse en Composante Principale (ACP)	82
III.1.1.4.1. Représentation des variables: cercle de corrélation sur le plan 1-2.....	83
III.1.1.4.2. Analyse du nuage de points-cultivars: graphique des individus.....	86
III.1.1.5. La classification hiérarchique en fonction de trente paramètres quantitatifs	90
III.2. Pieds mâles (Dokkars)	93
III.2.1. Description de la croissance et de la palme.....	93
A. Evaluation des caractères qualitatifs de l'arbre	93
B. Evaluation des caractères qualitatifs de la palme.....	94
III.2.2. Description des caractères qualitatifs de l'inflorescence et du pollen	95
III.2.3. Evaluation des caractères quantitatifs de reproduction	96
III.2.3.1. Analyse de la variance (ANOVA)	96
III.2.4. Evaluation des caractères quantitatifs végétatifs de la palme	101
III.2.4.1. Analyse de la variance (ANOVA).....	101
III.2.4.2. Résultats de corrélation entre l'ensemble des paramètres morphologiques (seuil de signification 1%).....	103
III.2.4.3. Résultats de l'Analyse en Composante Multiples (ACM).....	104
III.2.4.4. Résultats de l'Analyse en Composante Principale (l'ACP).....	108

III.2.4.4.1. Résultats de l'ACP de la partie de reproduction.....	109
A. Représentation des variables: cercle des corrélations sur le plan 1-2.....	110
B. Analyse du nuage de points-cultivars: graphique des individus.....	111
C. L'analyse de classification ascendante hiérarchique.....	114
III.2.4.4.2. Résultats de l'ACP de la partie végétative.....	115
A. La représentation des variables de la partie végétative: cercle des corrélations sur le plan 1-2 et 3.....	117
B. Analyse du nuage de points-cultivars: graphique des individus.....	120
C. L'analyse de classification ascendante hiérarchique.....	124
<i>Synthèse des résultats et discussions générales</i>	127
<i>Conclusion générale</i>	137
<i>Référence bibliographiques</i>	
<i>Annexes</i>	

La liste des tableaux :

Tableau 1: Répartition des variétés sur les différentes régions d'Algérie.

Tableau 2 : Les descripteurs IPGRI de la spathe et des épillets.

Tableau 3 : Les descripteurs IPGRI pour l'arbre.

Tableau 4: Les descripteurs IPGRI pour la palme.

Tableau 5 : Les résultats des observations des caractères qualitatifs.

Tableau 6 : Résultats des moyennes de répétitions des paramètres quantitatifs et leur signification.

Tableau 7: La classification des groupes homogènes pour les paramètres NE/tr (3) ; GPn3Plm ; a ; b ; LrPnAP ; DisPn (1) ; Kornaf ; Cr S.

Tableau 8: Valeurs propres et le pourcentage d'inertie.

Tableau 9: Somme et pourcentage des contributions des caractères qualitatifs étudiés à l'inertie totale expliquée par les axes 1 et 2.

Tableau 10 : Coordonnées principales et cosinus carrés des variables.

Tableau 11: Résultats de l'analyse sur les deux axes principaux.

Tableau 12: Corrélations et corrélations au carré entre les variables morphologiques et les axes principaux (F1 et F2).

Tableau 13: Cordonnées, contributions et cosinus au carré des cultivars (plan factoriel 1-2).

Tableau 14 : La classification ascendante hiérarchique.

Tableau 15: Les résultats des observations des caractères qualitatifs de l'arbre.

Tableau 16: Résultats des observations des caractères qualitatifs de la palme.

Tableau 17 : Les résultats des observations des caractères qualitatifs de l'inflorescence et du pollen.

Tableau 18: Les Résultats des moyennes de répétitions des paramètres de reproduction des dokkars étudiés et leur signification.

Tableau 19: La classification des groupes homogènes pour les paramètres très hautement significatifs, le poids de la spathe (PD), le nombre de fleurs par épillets (NbrF/Ept), test de germination (T germ%) et le test de coloration (Colr test%).

Tableau 20 : La classification des groupes homogènes pour les paramètres nombre de spathe par pieds (NSP/Pd), la longueur de la spathe (LSP), la longueur de l'épillet (L Ept) et la longueur de la partie à fleur (LpF).

Tableau 21: Résultats des moyennes des paramètres végétatifs des dokkars étudiés.

Tableau 22: La classification des groupes homogènes pour les paramètres significatifs.

Tableau 23: Valeurs propres et pourcentages d'inertie.

Tableau 24: Les moyennes et les pourcentages des contributions des variables.

Tableau 25: Coordonnées principales et cosinus carrés des variables.

Tableau 26: Résultats de l'analyse sur les deux axes principaux (F1 et F2).

Tableau 27: Corrélations et corrélations au carré entre les variables de la partie reproduction et les axes principaux (F1 et F2).

Tableau 28: Cordonnées et cosinus au carré des dokkars (plan factoriel 1-2).

Tableau 29: Classification ascendante hiérarchique.

Tableau 30: Résultats de l'analyse sur les trois axes principaux.

Tableau 31: Corrélations et corrélations au carré entre les variables de la partie végétative et les axes principaux (F1- F2 et F3).

Tableau 32: Cordonnées et cosinus au carré des dokkars (plan factoriel 1-2-3).

Tableau 33: Classification ascendante hiérarchique.

Tableau 34: Classification ascendante hiérarchique.

La liste des figures :

Figure 1: Schéma du palmier dattier (Munier, 1973).

Figure 2: Une palme (Peyron, 2000).

Figure 3 : Tronc de palmier dattier.

Figure 4: Les quatre types de racines (Peyron, 1995).

Figure 5: Inflorescences et fleurs du dattier (Munier, 1973).

Figure 6 : Jeunes inflorescences mâle et femelle du palmier dattier.

Figure 7 : coupe transversale de fleur du palmier dattier au stade bisexuel et d'une fleur mâle.

Figure 8 : Fruit et son noyau (Peyron, 2000).

Figure 9 : Répartition géographique du palmier dattier (Munier, 1973).

Figure 10: La production dattier en million de tonne par pays.

Figure 11: La production des dattes en Algérie.

Figure 12: Etape de la microsporogenèse et la microgametogenèse.

Figure 13: la structure du grain du pollen.

Figure 14: Les différents types de pollen selon leurs apertures.

Figure 15: Quelques formes du pollen.

Figure 16 : La structure de la paroi du pollen.

Figure 17 : les différents types du pollen.

Figure 18 : Les étapes de la germination du grain du pollen.

Figure 19 : La structure du pollen *Phoenix dactylifera* L (Boughdiri, 1991).

Figure 20: Carte de la wilaya de Biskra et ses délimitations administratives.

Figure n 21: Les Températures mensuelles moyennes de Biskra pour l'année 2013.

Figure 22: Variation des précipitations Moyennes mensuelles de Biskra pour l'année 2013.

Figure 23: valeurs de moyennes en pourcentage de l'Humidité relative dans la région de Biskra durant 2013.

Figure 24: La vitesse du Vent enregistrée en km/h durant l'année 2013.

Figure 25: Images illustrant l'exploitation.

Figure 26 : Illustration des pieds mâles et femelles étudiés.

Figure 27: les spathes étudiées des quatre cultivars.

Figure 28 : Illustration de la mesure de la longueur d'épillet et la partie à fleur.

Figure 29: Kornaf.

Figure 30 : Illustration de la mesure de la longueur max de penne au milieu.

Figure 31: Illustration de la mesure de la largeur max de penne au milieu.

Figure 32: Illustration de la mesure de la largeur max.

Figure 33: Illustration de la mesure de la longueur totale de la palme.

Figure 34: La divergence apicale.

Figure 35: Illustration de la mesure de l'épaisseur max d'épine au milieu.

Figure 36: Illustration de la mesure de la longueur de la partie épineuse.

Figure 37 : Illustration du Test de coloration.

Figure 38 : Illustration du Test de la germination.

Figure 39: Représentation de la carte factorielle superposant les individus et variables des femelles engendrées par les deux axes.

Figure 40: Cercle de corrélation des variables étudiés (F1 et F2).

Figure 41: Représentation des individus sur le plan factoriel 1-2.

Figure 42: Projection des variables et des cultivars sur le plan factoriel 1-2.

Figure 43 : Dendrogramme du regroupement des 4 cultivars (Paramètres de la partie végétative).

Figure 44: Profil illustrant les paramètres les plus discriminants entre les classes.

Figure 45: Illustration des grains de pollen pour le test de germination.

Figure 46: Illustration du test de coloration des grains de pollen chez les cultivars.

Hamray (HM) et Safray (SF).

Figure 47: Représentation de la carte factorielle superposant les individus et variables des mâles engendrées par les deux axes.

Figure 48: Représentation des variables: cercle des corrélations sur le plan 1-2.

Figure 49: Projection des dokkars sur les plans 1-2.

Figure 50: Projection des variables et des dokkars sur les plans 1-2.

Figure 51: Dendrogramme du regroupement des 4 dokkars (Paramètres de la partie reproduction).

Figure 52: Profil illustrant les paramètres les plus discriminants entre les classes.

Figure 53: Représentation des variables sur le plan engendrées par les deux axes F1, F2 et F3.

Figure 54: Représentation des variables sur le plan engendrées par les deux axes F1, F3.

Figure 55: Projection des dokkars sur le plan factoriel 1-2.

Figure 56 : Projection des dokkarssur le plan factoriel 1-3.

Figure 57 : Projection des variables et des cultivars sur les plans 1 et 2.

Figure 58 : Projection des variables et des cultivars sur les plans 1 et 3.

Figure 59 : Dendrogramme du regroupement des 4 dokkars (Paramètres de la partie végétative).

Figure 60 : Profil illustrant les paramètres les plus discriminants entre les classes.

La liste des abréviations :

ACP : Analyse en Composante Principale

ACM : Analyse en Composante Multiple

AFLP Amplified Fragment Length Polymorphism

ANOVA : Analysis Of Variance (Analyse de la variance)

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

GH : le cultivar Ghars

HM : le cultivar hamray

HR : le cultivar Hrorra

IPGRI : Institut international des ressources phytogénétiques

MT : Million de tonnes

OADA : L'organisation Arabe pour le Développement Administratif

PG : le Pourcentage de germination

RAPD Random-Amplified Polymorphic DNA

RFLP Restriction Fragment Length Polymorphism

SF : le cultivar Safray

SSR. Simple Sequence Repeat

USDA: United States Department of Agriculture

Les paramètres qualitatifs de l'arbre :

Abréviations	Le paramètre
VrA	La vigueur de l'arbre
PrA	port de l'arbre
AsCrn	L'aspect de la couronne
FrSt	La forme du stipe
CPR	Capacité de production des rejets

Les paramètres qualitatifs de la palme :

Abréviation	Le paramètre
NivCrbPm	Niveau de courbure de palme
AngPlm	Angle de la palme
AngDr	Angle dorsal au milieu penné
Ang Vr	Angle ventral au milieu penné
RtPlm	Rotation de la palme
Clr Ptl	Couleur du pétiole
RgdEp	La rigidité des épines
Clr Pn	Couleur des pennes
FxPnM	Flexibilité des pennes au milieu
DvgAp	La divergence apicale

Les paramètres qualitatifs de la spathe et du pollen :

Abréviation	Le paramètre
FrSp	La forme de la spathe
ODR	Odeur
CLR	La couleur
MdCs	Mode de conservation
FrCs	La forme de conservation

Les paramètres quantitatifs de reproduction :

Numéro des variables	Abréviation	Le paramètre
Var 1	NSP/Pd	Nombre de spathe /pied
Var 2	LSP	Longueur de la spathe
Var 3	LrmSP	largeur max
Var 4	PD	Poids
Var 5	NE/SP	Nombres d'épillets/spathe
Var 6	L Ept	Longueur d'épillet
Var 7	NbrF/Ept	Nombre de fleurs/épillet
Var 8	LpràF	Longueur de la partie à fleur
Var 9	T germ%	Test de germination
Var 10	Colr test	Test de coloration

Les paramètres quantitatifs végétatifs de la palme :

Numéro des variables	Abréviation	Le paramètre
Var1	LttP	Longueur totale de la palme
Var 2	LrMaxPlm	Largeur max
Var 3	LpEPlm	Longueur partie épineuse
Var 4	ERPlm	épaisseur du rachis de la palme
Var 5	NME/Plm	Nombre moyen des épines/Palme
Var 6	NE/trPm(1)	Nombre d'épines/type de regroupement1 Par palme
Var 7	NE/trPm(2)	Nombre d'épines/type de regroupement2 Par palme
Var 8	NE/trPm(3)	Nombre d'épines/type de regroupement Type3 Par palme
Var 9	EpME1/2	Epaisseur max d'épine au milieu
Var 10	LME1/2	longueur max de l'épine au milieu
Var 11	NMPn/Plm	Nombre moyen des pennes/Palme
Var 12	GPn1Plm	Nombre de pennes regroupées en Type1
Var 13	GPn2Plm	Nombre de pennes regroupées en Type2
Var 14	GPn3Plm	Nombre de pennes regroupées en Type3)
Var 15	GPn4Plm	Nombre de pennes regroupées en Type4)
Var 16	GPn5Plm	Nombre de pennes regroupées en Type5)
Var 17	LMPn1/2	longueur max de penne au milieu
Var 18	LrMPn1/2	largeur max de penne au milieu
Var 19	aPlm	La distance entre 1 et 2 groupe de pennes
Var 20	b Plm	La distance entre 2 et 3groupe de pennes
Var 21	c Plm	La distance entre 3 et 4 groupe de pennes
Var 22	D Plm	La distance entre 1 et 4 groupe de pennes
Var 23	IndEsp	Indice d'espacement
Var 24	LPnAPlm	longueur de la penne apicale Par palme
Var 25	LrPnAPlm	largeur de la penne apicale Par palme
Var 26	DisPn(1)	disposition des pennes en1
Var 27	DisPn(2)	disposition des pennes en2
Var 28	DisPn(3)	disposition des pennes en3
Var 29	Krnaf	largeur du kornaf
Var 30	Cr S	circonférence du stipe

Introduction :

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L*) est une plante emblématique du désert, l'axe et le pivot principal de l'agriculture saharienne vue sa très grande valeur écologique, agronomique, économique et sociologique qu'il occupe dans les zones arides. En effet, il assure les principales ressources vivrières et financières des oasiens (**Messar, 2010**).

L'Algérie est considérée parmi les principaux pays producteurs de dattes dans le monde. Elle est classée dans la 4^{me} rangé à l'échelle mondiale, le deuxième pays producteur de datte dans la zone arabe et le leader à l'échelle Maghrébine avec une production qui avoisine les 789357 MT en 2012 (**Babahani et Bouguedoura, 2009**).

En plus de l'érosion génétique que connaissent nos palmeraies, les phoeniculteurs ont toujours soulevés d'autres problèmes importants qui sont d'une part liés à la difficulté d'identification des meilleurs pollinisateurs, à des stades précoces, et d'autres part, est que le nombre de rejets qu'un pied mâle produit au cours d'un cycle de vie est faible par rapport à la demande. De plus, l'entrée en production de ces palmiers mâles obtenus par rejet nécessite au moins cinq ans.

En effet, chez le palmier dattier la multiplication par semis (graines) donne une population composée de 50% de palmiers mâles et 50% de palmiers femelles (**Saiidi, 1990 in Frederique et al., 2010**). Les pieds mâles issus de semis ont un cycle très long et selon les phoeniculteurs cela nécessite une dizaine d'années, voire plus, pour rentrer en production et donc pour identifier, tôt, les pieds les plus intéressants et ressemblant au palmier femelle à polliniser. Souvent, les phoeniculteurs sélectionnent les palmiers mâles dont la floraison correspond à celle des palmiers femelles.

La sélection des palmiers mâles est basée surtout sur des critères morphologiques et de production (Production de nombreuses inflorescences, fleurs très pollinifère avec pollen à indice de nouaison élevé). Cela pose un sérieux problème car non seulement l'identification est subjective mais aussi nécessite une expérience pour éviter un mauvais choix qui pourrait nuire au maintien d'une homogénéité acceptable de cultivars existants depuis des décennies.

Plusieurs travaux ont été menées sur l'étude de la diversité et l'évaluation des ressources génétiques du palmier dattier, moyennant les marqueurs morphologiques axés plutôt sur les pieds femelles (Mohamed *et al.*, 1983, Reynes *et al.*, 1994, Bouabidi *et al.*, 1996, Vallet

al., 2001 ;Azequouret *al.*, 2002 ; Belguedj, 2002 ; Elhomaiziet *al.*, 2002, Rhouma, 2005 ;Ould Mohamed Salem et *al.*,2008 ;Hamadi et *al.*, 2009 ; Mohamed Ahmed et *al.*, 2011). Les palmiers mâles appelés «Khats » (ou mélange), forment des populations hétérogènes dans lesquelles chaque individu possède ses propres caractéristiques. Ils sont très rarement clonés et ils constituent le plus souvent des génotypes uniques dont la qualité des pollens est très variable et mal connu d'un individu à l'autre, ce qui menace de plus en plus le maintien d'une production de dattes de bonne qualité comme la « DegletNour » **(Boughdiri, 1994).**

Notre étude vise en premier lieu à l'évaluation et la caractérisation morphologique, en utilisant les descripteurs de l'IPGRI, des palmiers femelles et mâles (dokkars) de quelques cultivars présents dans la région de Biskra. Le deuxième objectif consiste à identifier les caractères morphologiques les plus discriminants qui permettent l'identification des ressemblances morphologiques entre les pieds mâles et femelles du même cultivar dans le but de ne garder que les dokkars, les plus intéressants et ressemblants le plus aux pieds femelles du cultivar recherché. Cette démarche visant ainsi à identifier les marqueurs morphologiques de la partie végétative, qualitatifs et quantitatifs, les plus discriminants qui vont sur le terrain faciliter non seulement une sélection précoce des dokkars, donc les meilleurs pollinisateurs, mais aussi ceux donnant du pollen de meilleure qualité.

Notre travail s'est articulé sur ce qui suit :

Prospection et identification des dokkars les plus utilisés dans les palmeraies de Biskra.

Une comparaison des caractéristiques morphologiques, qualitatives et quantitatives, notamment de la partie végétative, des dokkars avec les palmiers femelles des cultivars étudiés.

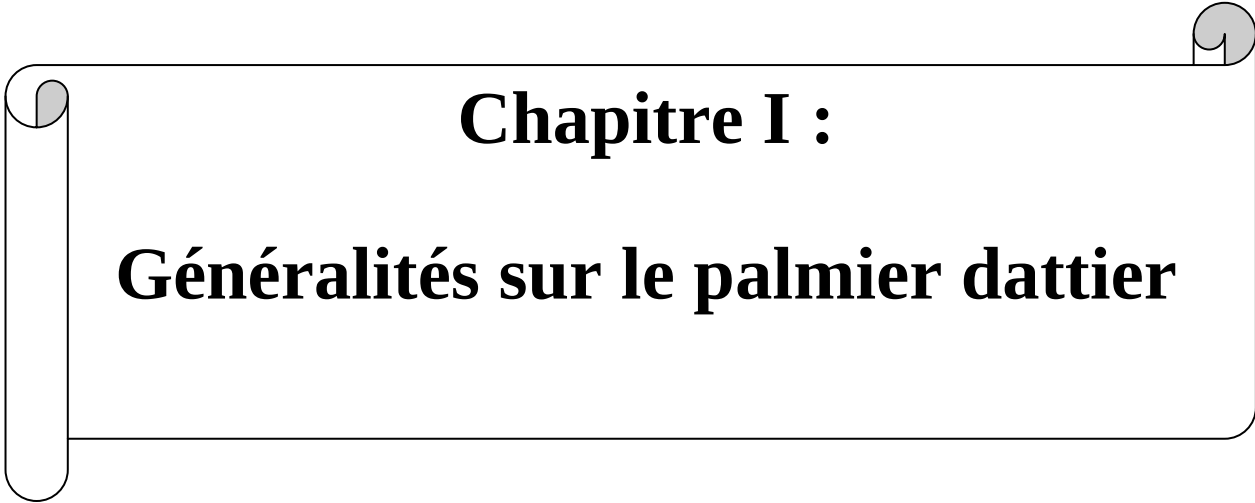
Le document est présenté selon le plan suivant et qui comprend :

Une première partie relative à l'étude bibliographique comprenant trois chapitres dont le premier décrit le palmier dattier, le deuxième présente les ressources phytogénétiques du palmier dattier et enfin, la palynologie.

Une deuxième partie présentant le matériel végétal utilisé, les méthodes d'analyses statistiques.

Une troisième partie concernant les résultats obtenus, leurs analyses et leurs discussions.

Et enfin, une conclusion générale qui résumera les différents résultats obtenus et les perspectives de ce travail.

A decorative horizontal scroll graphic with a light gray background and a thin black border. The scroll is partially unrolled at both ends, with the unrolled portions showing a darker gray color. The text is centered within the scroll.

Chapitre I :

Généralités sur le palmier dattier

Généralités sur le palmier dattier

I.1. Première partie : Présentation de l'espèce

I.1.1.Introduction

Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L, appartient à une grande famille d'arbre à palme " Palmacées" .Ses noms en anglais: Date palm; en arabe:Nakhla ou tamar. C'est **Carlos Linné**« le prince du monde végétal », en 1734 qui a repris le nom de *Phoenix dactylifera* et qui a fait sa description morphologique complète.

Par contre, le nom de Dactylifera, du latin : dactylus, dérivant du grec : dactulos qui désigne doigt d'où la forme du fruit (**Munier, 1973**).Le palmier dattier est largement cultivé pour son fruit qui à une forme ovoïde «baie », un aliment excellent, et sa commercialisation constitue une source de revenu pour les populations des oasis. C'est la plante verte des oasis sahariennes; il est indispensable dans ces régions, car son bois, ses palmes, ses rachis et ses régimes sont utilisés pour le chauffage, à la lutte contre la désertification. On peut aussi extraire à partir de sa sève des boissons très appréciées comme : lagmi. Ou faire de la confiture, sirop, rob à partir des dattes. (**Moncciero, 1961in Alloum, 2007**).

Le palmier dattier est une plante monocotylédone arboricole, dioïque (individus mâles et femelles sont séparés). Selon **Aug Chevalier (1952)**, ce genre comprend 12 espèces réparties dans le monde entier. L'espèce, *Phoenix Dactylifera* se trouve en Europe méditerranéenne, l'Afrique, l'Asie occidentale, les USA, et l'Australie.

I.1.2.Classification botanique

La famille des *Arecaceae* comprend environ 2500 espèces présentant des morphologies diverses (**Dansfield et al., 2008**). **Moore (1973)**, subdivise les palmiers en 15 groupes taxonomiques distincts sur la base des caractères morphologiques des feuilles, des fleurs et de leur répartition géographique. Le genre *Phoenix* est inclus dans le groupe des palmiers Phoenicoïdés.La position systématique actuelle, est basée sur des données

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier

récentes de l'international code of botanical nomenclature (**Moore, 1963; Uhl et Moore, 1971; Dransfeld, 1999; Henderson, 1999) (Daher, 2010).**

- Règne : Végétale
- Embranchement : Angiosperme/ Magnoliophida
- Classe : Monocotylédone /Lilopsida
- Ordre : *Arécale*
- Famille : *Palmales/Arécacées*
- Genre : Phoenix
- Espèce : ***Phoenix dactylefera L***

Dans une nouvelle classification basée à la fois sur l'analyse de données morphologiques et de séquences de l'ADN nucléaire, Asmussen *et al.* (2006) ont proposé une subdivision de la famille des Arecaceae en cinq sous-familles au lieu des six *Coryphoideae, Calamoideae, Nypoideae, Ceroxyloideae* et *Arecoideae*. Le genre *Phoenix* est ainsi classé actuellement dans la sous famille des *Coryphoideae* Griffith.

I. 1.3. Classification selon Munier, 1973

- Catégorie : Metaphyta
- Division : Tracheophyta
- Classe : Angiosperme
- Famille : Palmales
- Sous famille : Carphynceae
- Genre : Phoenix
- Espèce : *Phoenix dactylifera* L 1973

I.2. Origine et histoire

Le dattier cultivé est connu depuis l'antiquité, son origine serait située dans l'ouest de l'Inde, il est rependu dans toutes les zones chaudes (arides et semi -aride) : Afrique du nord, Sahara depuis l'Atlantique vers la mer rouge ainsi qu'au moyen orient, et de l'est jusqu'à l'Indus.

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier

Des travaux plus récents selon (Pintaud et al., 2010 ; Daher, 2010), ont montré que le palmier dattier proviendrait de la domestication d'une population sauvage de la même espèce. A partir de son aire d'origine dans l'ancien continent, la propagation de la culture du palmier dattier progressa en basse Mésopotamie vers l'Iran puis vers la vallée de l'Indus; à partir de l'Egypte (ouest) la culture du palmier dattier gagna la Libye d'où elle progressa dans différentes directions (Djerbi, 1995) :

Vers le Maghreb : en Tunisie dans le Djérid

En Algérie : dans Souf, Oued Rhir, Tidikel, Saoura, et Zibans.

En Maroc : dans Tafilalet et la vallée du Draa.

En Mauritanie : dans Adrar de Mauritanie.

I.3. Description morphologique du palmier dattier

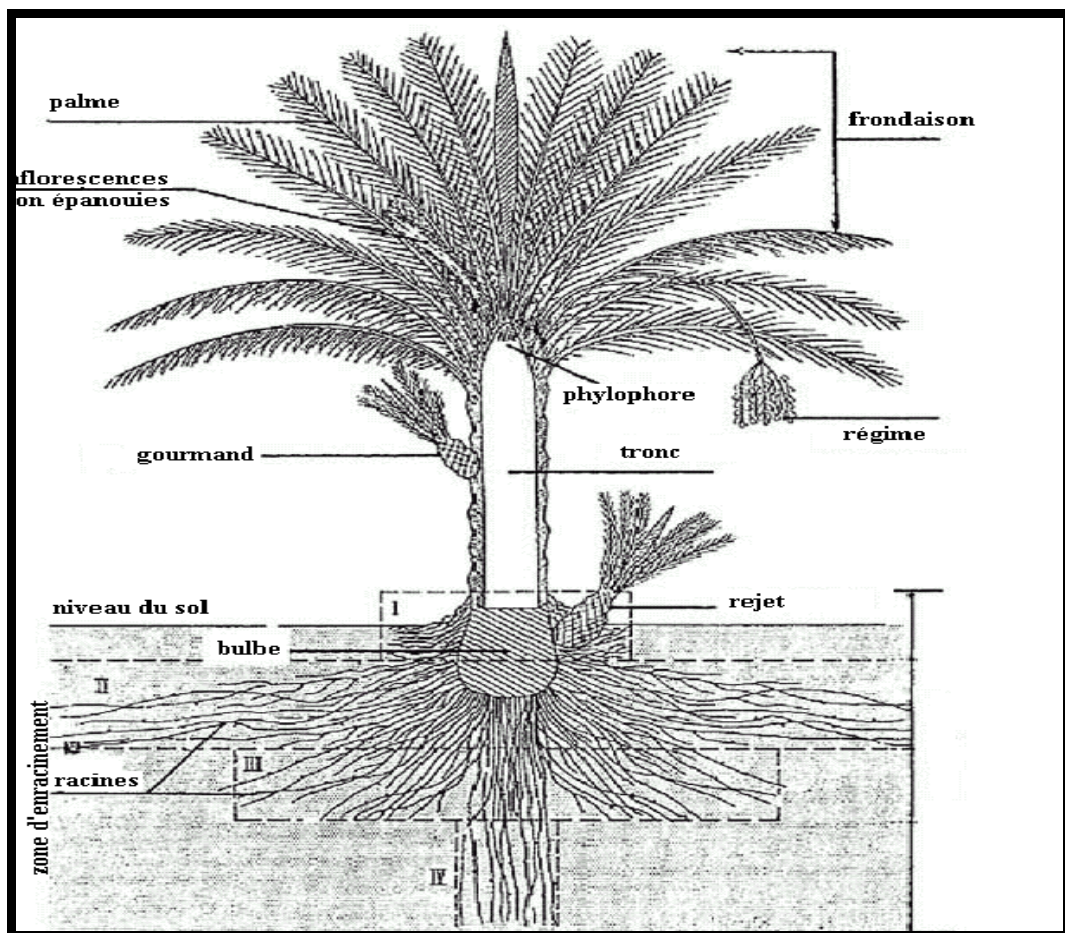


Figure 1: Schéma du palmier dattier (Munier, 1973).

I.3.1. L'appareil végétatif

I.3.1.1. Les palmes

Elles sont issues du bourgeon terminal, ce sont des feuilles composées, pennées, disposées sur le tronc en hélice c'est la phyllotaxie.

Les feuilles sont longues, ont un limbe divisé en deux rangs de folioles étroites, pliées raides, piquante au sommet disposées en position oblique sur le long du rachis, isolées ou groupées, leur épiderme est recouvert d'un enduit cireux, la couleur varie avec les clones (**Munier, 1973 ; Peyron, 2000**).

A l'extrémité inférieure de la palme il ya le rachis qui s'élargi afin de former le pétiole (Kornaf) où sa base est recouverte par le fibrillum ou le lif. Il est semi-cylindrique plus ou moins ailé, dure et relativement rigide portant les épines (chouk ou sreb) (Figu.2). Parmi les index taxonomiques qui nous permettent de différencier les clones c'est bien les caractères de la palme.

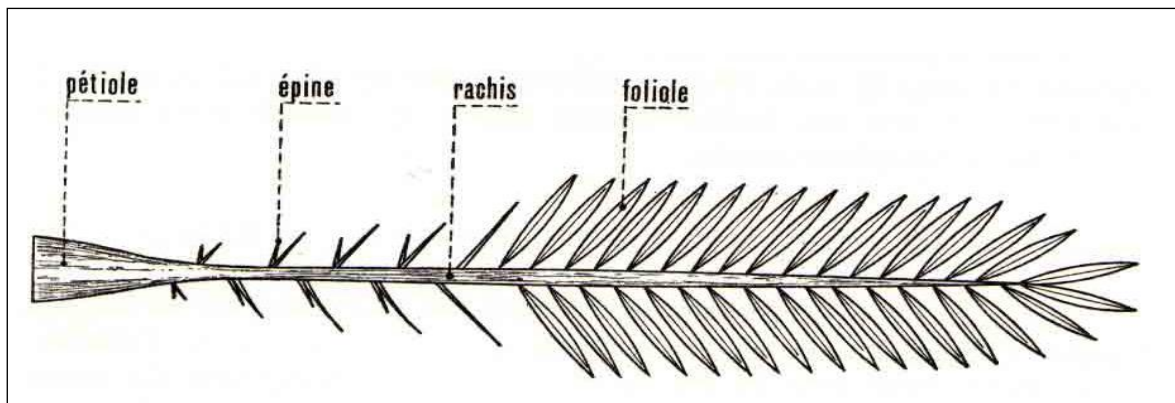


Figure 2: Une palme (Peyron, 2000).

I.3.1.2 Le tronc

Appelé aussi « stipe » peut atteindre et dépasser 20m de hauteur, généralement de forme cylindrique ou tronconique, parfois lignifié, de couleur brune, son élongation est assurée par la croissance du bourgeon terminal (apex) ou encore phyllophore (**Munier, 1973**) (Figure.3). La croissance en épaisseur du tronc est assurée par un cambium extra fasciculaire qui disparaît très tôt ce qui confère au dattier d'avoir la même épaisseur durant toute sa vie (**Benabdallah, 1990**).



Figure 3 : Tronc de palmier dattier.

Il est recouvert à la base par des pétioles (kornaf) qui restent collées au stipe après le desséchement et la mort des palmes tout en assurant sa protection. Aussi, leur présence permet de grimper le palmier **(Peyron, 2000)**.

A l'aisselle de chaque palme, se retrouve un bourgeon adventif ou axillaire qui en se développant peut donner naissance à une inflorescence (dans la partie coronaire), à un rejet (dans la partie basale) et un gourmand (dans la région médiane) **(Munier, 1973)** où ses derniers peuvent donner un pseudo ramification.

1.3.1.3 Les racines

Le système racinaire du palmier dattier est de type fasciculé, très développé, les racines ont que peu de radicelles. Le plateau racinal ou bulbe est volumineux où sont accumulées toutes les réserves. Le système présente quatre zones d'enracinement (Figure.4):

Zone 1 : racines respiratoires (superficielles) servent aux échanges gazeux (0-20cm) ;

Zone 2 : racines nutritives (moyennes) de 20- 100cm ;

Zone 3 : racines d'absorption (inférieures) ;

Zone 4 : les racines du faisceau pivotant sont très développées lorsque les nappes phréatiques se trouvent à une grande profondeur **(Peyron, 2000)**. La variabilité de profondeur de ces zones dépend de la nature du sol, les conditions climatiques et les cultivars et le niveau de la nappe.

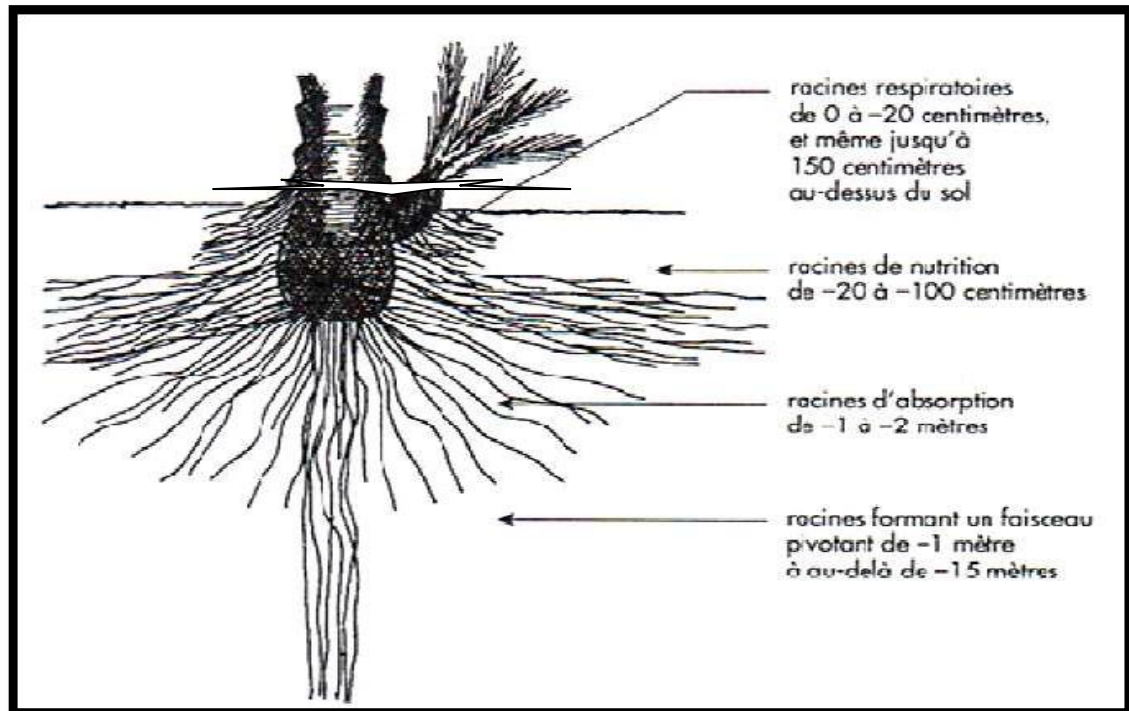


Figure 4: Les quatre types de racines (Peyron, 1995).

I.3.1.4. La couronne (frondaison)

L'ensemble des palmes forme chez l'arbre du désert la couronne, comptant 50-200 palmes chez un adulte, vivant de trois à sept ans, ainsi on distingue :

- couronne basale : palmes âgées ;
- couronne centrale : palmes adultes ;
- les palmes du cœur : palmes non ouvertes et n'ayant pas encore atteints ; leur tailles définitives (Peyron, 2000).

I.3.1.5. Les inflorescences

Les inflorescences naissent par le développement du bourgeon axillaire situé dans la partie coronaire du tronc. Dès l'âge de 3-4 ans, l'arbre issu d'un rejet commence à fleurir, (entre 5 et 8 ans après la germination), contenant plusieurs fleurs enfermées dans une bractée c'est la spathe (Benabdallah, 1990). Les spathes ont une forme allongée pour les femelles, plus courte et renflée pour les mâles avec une légère dépression en haut, c'est une caractéristique utilisée pour différencier entre les sexes (Figure 5).

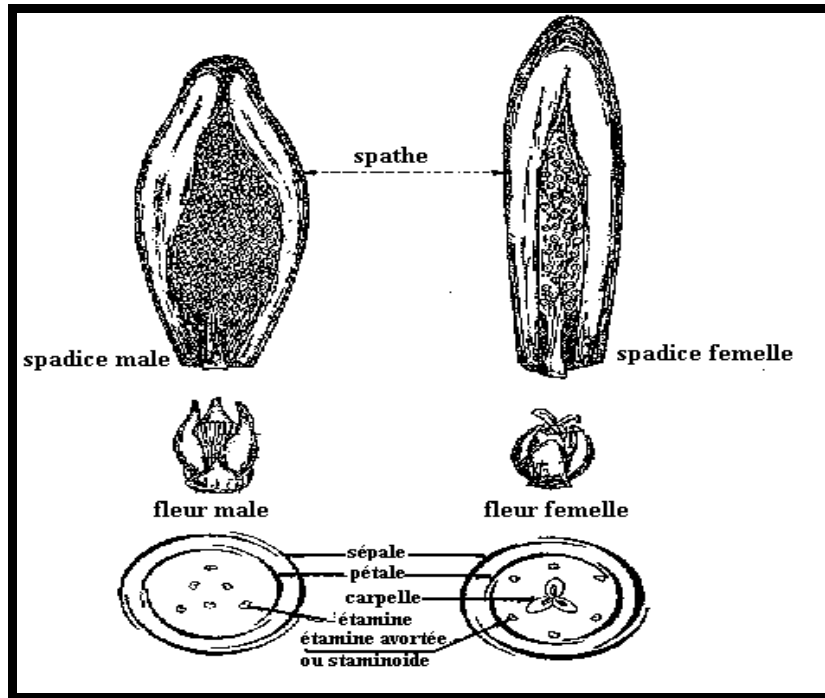


Figure 5: Inflorescences et fleurs du dattier (Munier, 1973).

I.3.1.6. Les organes floraux

3.1.6.1 Les fleurs

Sont déclinaées, unisexuées, à pédoncules très courts, portées par des pédicelles rassemblées en épis composés (Djerbi, 1996).

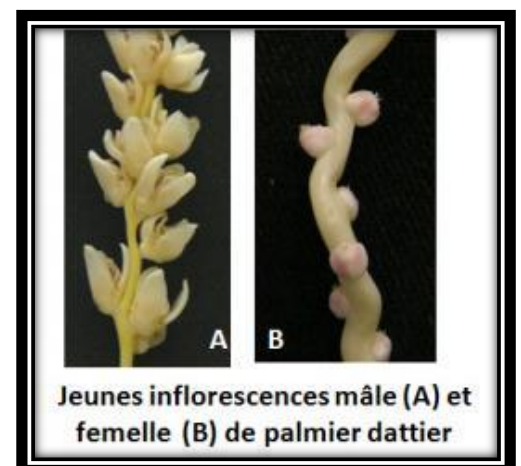
3.1.6.1.1. Fleurs femelles :

Elles sont de forme globulaire, de couleur entre blanc ivoire et vert clair avec un diamètre entre 3-4mm elle comporte (Figure 6)

un calice : court en forme de cupule « cupuliforme » qui contient 3 sépales soudées (Peyron, 2000) ;

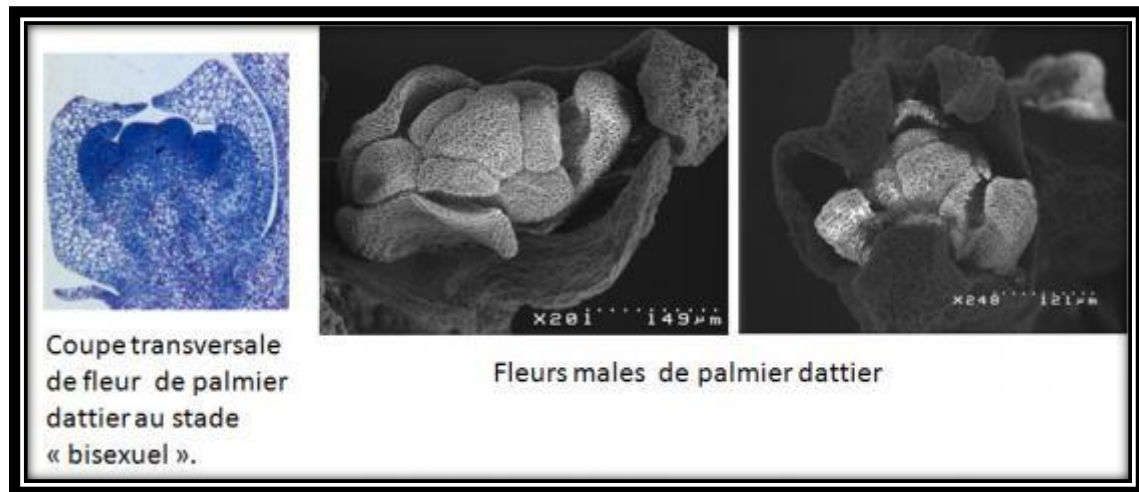
la corole : constituée de 3 pétales ovales ou arrondies et de 3 étamines avortées ;

Le gynécée: est formé de 3 carpelles indépendants.
(Figure 6)



3.1.6.1.2. Fleurs mâles

Ont une forme légèrement allongée, de couleur blanche ivoire, inodores. Elles sont constituées de calice court (Figure 6) avec trois sépales soudées, trois pétales en pointe et six étamines.



3.1.6.2. Le fruit

Après la fécondation, le carpelle se développe en donnant le fruit qui est une baie contenant une seule graine (noyau) (Figure 8). Il est constitué de trois enveloppes :

un mésocarpe: enveloppe plus ou moins charnue représente la partie comestible de datte, elle est très riche en sucre, protégé par une fine péricarpe et un endocarpe membraneux parcheminé ;

la graine: est fusiforme dont la face dorsale présente un sillon de forme variable, tant que la face ventrale est convexe ; dans la partie basale, il y a le péricarpe (calice) adhérente au fruit.

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier

La couleur du fruit, varie selon l'espèce et le stade de maturité. Elle peut être jaune plus ou moins clair, jaune ambré translucide, brun plus ou moins prononcé, rouge ou encore noire. La consistance est variable selon les cultivars, elle peut être molle, demi molle ou sèche (Munier, 1973).

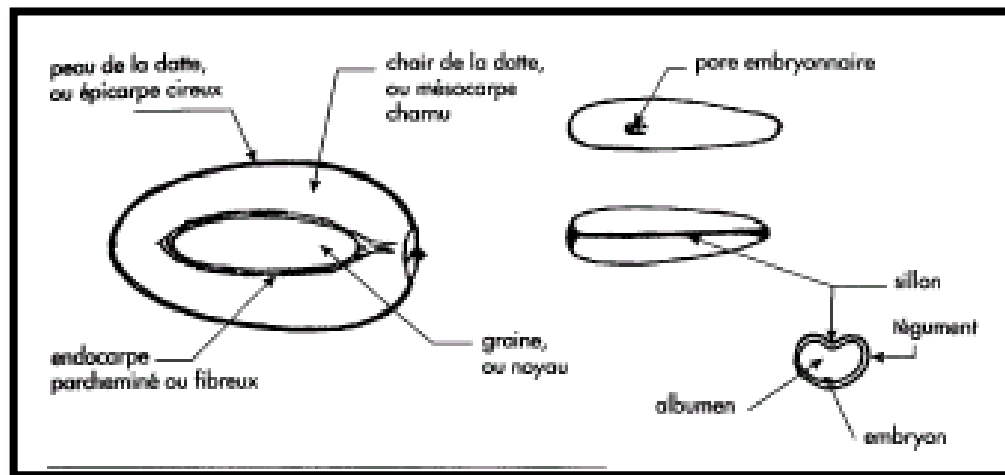


Figure 8 : Fruit et son noyau (Peyron, 2000).

I. 4. Cycle de production du palmier dattier

Le cycle comporte généralement 4 principales phases suivantes (Belguedj, 2002 in Bousdira, 2007):

- **Phase I jeune** : depuis la plantation jusqu'à la première production " période de croissance", Cette phase dure entre 5 à 7 années, selon le milieu et soins apportés à la culture.
- **Phase II juvénile** : c'est l'entrée en pleine production, elle se situe autour de 30 ans d'âge.
- **Phase III adulte** : autour de 60 ans d'âge, début de décroissance de la production surtout si le palmier est dans des conditions de culture médiocres.
- **Phase IV de sénescence** : 80 ans et plus. Chute de la production.

I.5. Les exigences écologiques et édaphiques de la culture du palmier

I.5.1. Ecologiques

Le palmier dattier est une espèce thermophile cultivée dans les régions arides et semi arides du globe terrestre, ayant une activité végétative qui se manifeste entre +7 et +10°C.

Selon Candolle *in* Ben Abdallah (1990), une température de plus 10°C est considérée comme le zéro de végétation. A partir de 32°C, l'activité biologique se stabilise à l'optimum, mais dès que la température dépasse 38-40° elle décroît. Le palmier est aussi une plante héliophile où la forte luminosité favorise la photosynthèse et la maturation du fruit qui est facilitée par la disposition des folioles sur les palmes. Par contre, la pluviométrie des régions sahariennes est insuffisante pour couvrir les besoins du palmier dattier qui sont estimés de 2370mm/an (**Khachai, 2007**). Mais si les pluies interviennent durant la période de la fécondation des fleurs et la maturation des dattes, elles causent de graves dégâts comme la pourriture des spathes, l'avortement et la réduction de l'action du pollen, la déchirure du péricarpe, et la chute de fruit (**Peyron, 2000**). De même, l'humidité idéale est estimée entre 48-52% d'humidité de l'air. En effet, les meilleures dattes sont récoltées dans les régions où l'humidité relative est faible, 15- 20%, si elle est élevée, elle cause la pourriture des inflorescences au moment de la floraison et affecte la qualité des dattes pendant la période de la maturation les fruits qui deviennent mous et collants (**Munier, 1973**). Cependant, à une basse humidité, les fruits deviennent très secs surtout en l'occurrence de vents chauds et secs (Ch'hili) (**Azeiz, 2007**). Toutes fois, il est connu que le palmier résiste bien aux vents qui sont généralement chargés de sable et de poussière minérale favorisant la pollinisation s'ils sont légers mais ils peuvent aussi influencer négativement l'état du fruit en causant la chute, pique, dessèchement, échaudage des dattes. Sur d'autres organes, les vents cassent les hampes des régimes et palmes (**Azeiz, 2007**).

I.5.2. Edaphiques

Pour couvrir ses besoins, le palmier, a besoin de 15 000-18 000 m³ /ha submersion (**ITDAS, 2007**). Pour la région de Oued Rhir ; les résultats obtenus par **Saker et al. (2011)** indiquent que les besoins peuvent atteindre jusqu'à 26 000 m³/ha/an.

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier

Le palmier dattier s'accommode dans des sols de formations désertiques et subdésertiques très divers. Il est considéré comme une espèce fruitière peu exigeante, on le trouve depuis les sables presque pures jusqu'au sol à forte teneur en argile, mais se développe mieux pour les sols légers que pour les lourds. A Biskra le sol présente dans certains secteurs Zab dahraoui "Toulga" une croûte de roche tendre gypseux-calvaire "debdeb" recouvre le sable, la nappe phréatique 2- 3 m de profondeur.

I.6. La repartition géographique

I.6.1. Dans le monde

Le palmier dattier couvre les cinq continents dont:

Le Moyen Orient, l'Afrique méditerranéenne, L'Europe, et L'Amérique du nord. (**Munier, 1973 ; Zabar, 2012**). Les limites extrêmes s'étendent sensiblement entre 10° de latitude Nord (Somalie) et le 39° de latitude Nord (Elche en Espagne au Turkménistan), les zones les plus favorables sont comprises entre le 24 et le 34° de latitude Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie, Egypte, Irak) et aux Etats unis la culture s'étend du 33° au 35° parallèle (Figure 9).

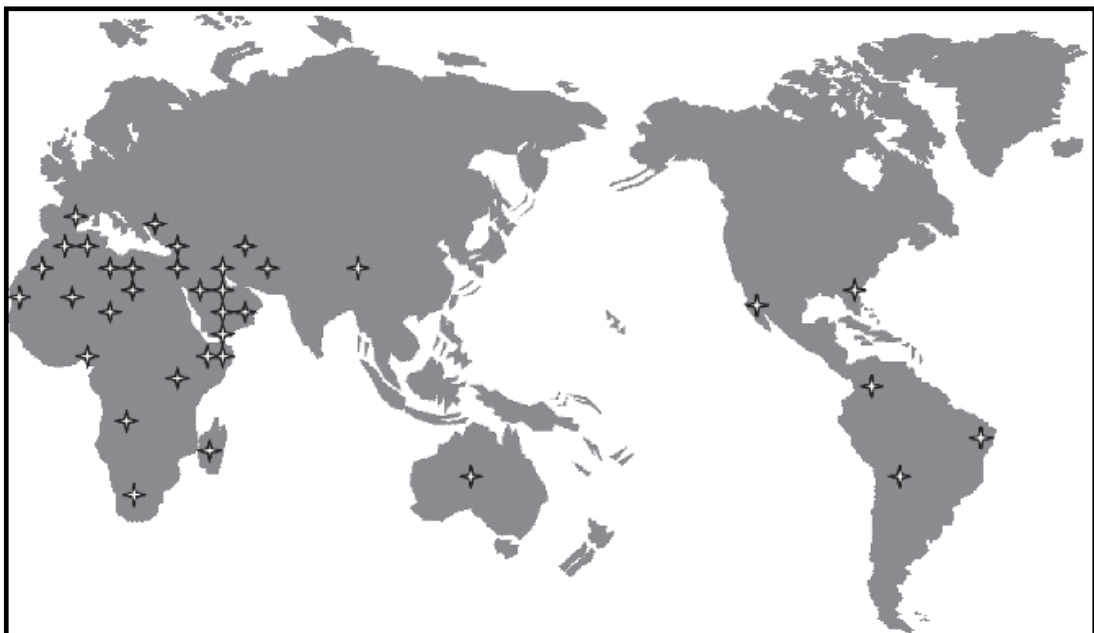


Figure 9 : Répartition géographique du palmier dattier.

(El Hadrami et El Hadrami, 2007).

1.6.2. La répartition des palmeraies en Algérie

Le palmier dattier en Algérie est établi dans plusieurs oasis couvrant deux millions kilomètres carrés, sa culture s'étend depuis la frontière Marocaine à l'ouest jusqu'à la frontière tuniso-libyenne à l'est, et depuis l'Atlas Saharien au nord jusqu'à Reggane (sud-ouest), Tamanrasset (centre) et Djanet (sud-est) (**Babahani et Bouguedoura, 2009**). Les palmeraies commencent bien avant la zone saharienne, puis qu'on les retrouve au niveau de la zone steppique, dans une bande de transition encadrée au Nord par les l'isohyète 200mm et 100mm au sud où les palmerais sont peuplées de cultivars peu intéressants.

Les véritables palmeraies commençants sur le versant sud de l'Atlas Saharien par les palmeraies de Deglet Nour de Biskra, Tolga à l'Est, par celle de M'zab au centre et Beni ounif à l'Ouest. L'oasis de Djanet constitue la limite méridionale de la palmeraie algérienne.

C'est dans le Nord Est du Sahara que l'on trouve $\frac{3}{4}$ du patrimoine phoenicicole : région des Zibans Oued Rhir et la cuvette d'Ouargla.

1.7. L'importance économique

1.7.1. Au niveau mondial

Selon la FAO (2012), la production mondiale est illustrée dans la Figure 10.

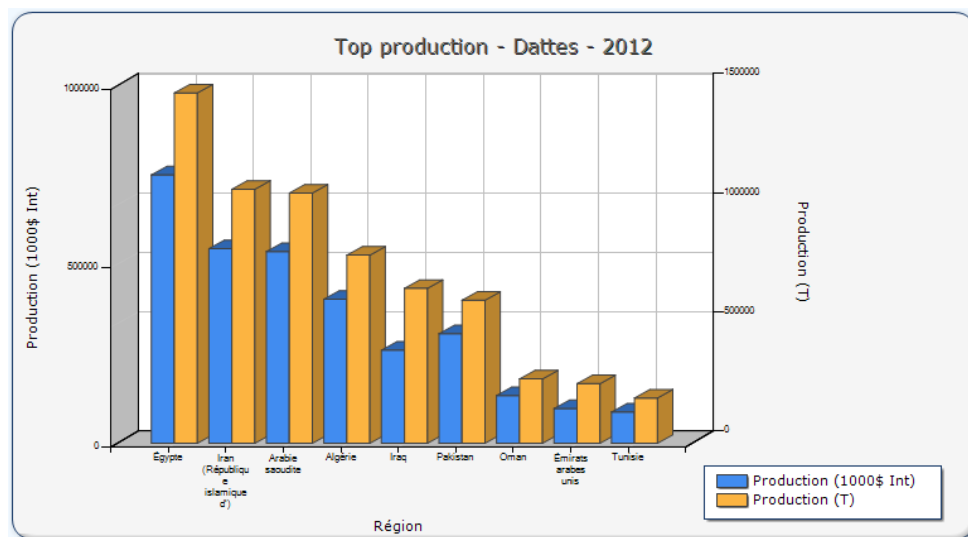


Figure 10: La production dattier en million de tonne par pays. FAO 2012

La majorité de la production est située dans le Moyen Orient et Nord d'Afrique remarquant que l'Egypte prend la première place avec une production de 1470000 MT en 2012, suivie

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier

par l'Iran, l'Arabie saoudite, l'Algérie et Pakistan avec une production respectivement de 1066000, 1050000, 789357 et 600000 MT.

I. 7.2 En Algérie

La phoeniculture occupe une grande place dans les régions sahariennes de l'Algérie avec une surface moyenne de 155000 ha avec 16 millions de palmiers dattier en 2007 (FAO, 2008) augmentant à 170 000 ha en 2013 avec 18,7 millions de palmiers (greenalgerie, 2013). Elle est considérée parmi les principales spéculations qui contribuent au développement de l'économie nationale, à travers ses revenus en devises qui la place dans la 4^{me} position au niveau mondiale. la production est passée de 600696 en 2009 (Babahani, 2011) à 724894 MT en 2011 et 789357 MT en 2012 (FAO stat, 2012). La production de dattes connaît une augmentation substantielle selon les prévisions du ministère de l'Agriculture et du Développement rural qui a estimé que la récolte atteindrait en 2013 ; 8,5 millions de quintaux comme indique la (Figure 11).

Selon les statistiques d'OADA (L'organisation Arabe pour le Développement Administratif) l'Algérie est le deuxième pays producteur de dattes dans la zone arabe. Elle occupe la place de leader dans le Maghreb grâce à la variété Deglet Nour et sa diversité génétique en nombre de cultivars qui est estimé à plus de 900 cultivars dans les vergers phoenicoles Algériens (Hannachi et Khithri., 1998 in Siboukeur et Mimouni, 2011).

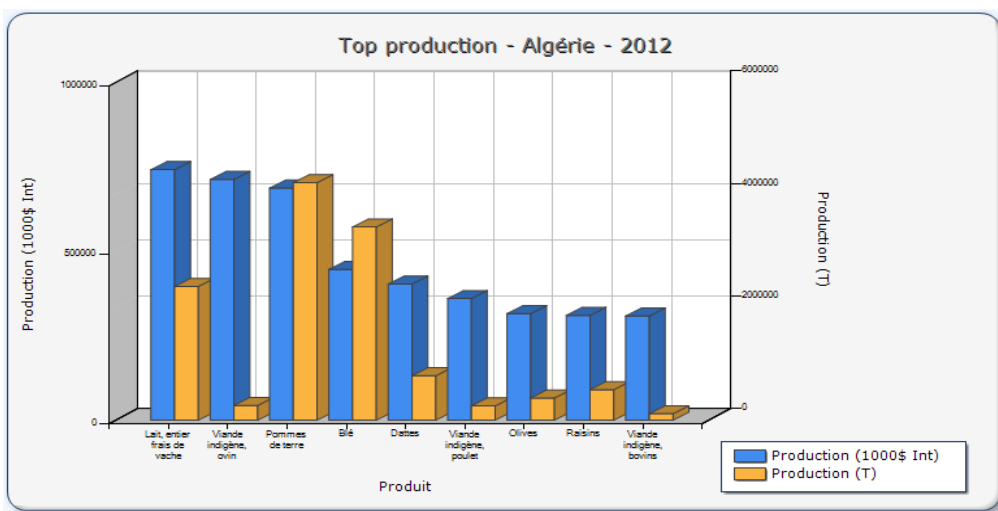


Figure 11: La production des dattes en Algérie.

Source: FAOSTAT, 2013

I.7.3 A Biskra

Les Zibans sont l'un des pôles de la production dattière en Algérie jouant un rôle capital et régional. La phoeniciculture dans cette région est représentée par des palmerais traditionnelles ainsi des que modernes.

C'est dans la zone de Zab el Gharbi que s'étend les riches palmerais (Toulga, fourala et ourelal). Actuellement, la wilaya de Biskra compte environ quatre millions de palmier dattier, dont plus de 2,8 millions producteurs et 2,6 millions de pieds fournissent la Deglet Nour.

Grâce à l'entrée en production de 200.000 nouveaux palmiers dattier, la mise en œuvre de techniques modernes d'irrigation et l'efficacité des mesures prise dans le cadre de la lutte contre les parasites ont aidé à cette tendance à la hausse de production phoenicicole dans les Zibans (**Zaim, 2013**).

Partie II : Généralités sur la pollinisation et les Dokkars

II.1. La pollinisation

Elle est considérée comme l'opération la plus importante d'où le rendement et la qualité dépendent directement de sa réussite ou de son échec (**Babahani et Bouguedoura, 2009**).

II.1.1. Les méthodes de pollinisation

II.1.1.1. Naturelles : Elle est anémophile, effectuée par les vents (la région d'Elche où la proportion des pieds mâles est satisfaisante), ou bien entomophile, opérée par les insectes, mais le taux de nouaison est faible vu que le poids du grain de pollen est élevé, son humidité est forte et que les fleurs femelles sont dépourvues d'odeur pour attirer l'insecte (**Nadif, 1993**).

II.1.1.2. Artificielles :

Il a deux types

Traditionnelle: elle est effectuée à la main, en Mésopotamie, selon Nacer (1983) on utilise 3-5 épillets mâles pour un spadice femelle après son ouverture puis l'entourée par une foliole (**Dowson, 1982 in Aouda, 2008**).

a. Les techniques mécaniques : consistent à transporter le pollen aux fleurs en utilisant des machines. Selon Brown (1966), les poudreuses à mains ou à dos contenant du pollen dilué avec du talc ou cendre de bois tamisé (Ben Abdellah, 1990) peuvent être utilisés. Des essais avec cette technique ont montré qu'on peut utiliser jusqu'à 9% uniquement du pollen dans le mélange (Babahani et al., 2011) ; il y a bien sûr d'autres techniques telles que l'utilisation d'épillet mâles frais, la suspension du pollen dans des solutions ou encore le dépôt de ce dernier sur les épillets femelles à l'état séché.

II.2. Les conditions limitant la pollinisation

La température : l'optimum de conservation se situe entre 25 – 30°C avec maximum 40°C. La température minimale de conservation est estimée à 8°C.

Le vent : les vents secs causent le dessèchement rapide des stigmates donc diminuent la période de réceptivité du pollen.

Les pluies : conduisent au lavage des inflorescences mâles et à la déperdition du pollen avec l'eau (Aouda, 2008).

L'humidité relative : à l'époque de la floraison, une forte humidité favorise les attaques cryptogamiques provoquant la pourriture des influences et gêne la pollinisation.

II.3. Technique de récolte, extraction et stockage du pollen

Selon Houcine et al. (1979) et Khalifa (1983), la spathe mâle est coupée dès son éclatement et son ouverture naturelle de préférence tôt le matin.

Les anciens phoeniculteurs coupent les épillets et les mettent sur un tapis, papier kraft ou des plateaux dans un endroit frais, à l'abri du soleil, en évitant le courant d'air pour une déshydratation rapide (Gerard, 1930 in Babahani, 2011).

Pour l'obtention de la poudre de pollen, les épillets sont secoués manuellement ou par une machine d'extraction (Brown, 1983 in Babahani, 2011).

II.4. La conservation du pollen:

La vitalité du pollen est conditionnée essentiellement par des conditions de conservation et stockage. Plusieurs méthodes de conservation ont été utilisées à savoir:

*le séchage à l'air libre à une température de 25°C pendant 2-3 semaines ;

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier

- * la réfrigération à 3 – 8 °C, pendant une année dans des boîtes en plastiques et boucaux contenant des sachets de substances dessicatives (**Peyron, 2000**) ;
- * la congélation à 0 – (-18) °C, pendant 2 ans ;
- * la Cryoconservation : dans l'azote liquide pendant 435 jours à (- 196°C) (**Grauford et Aldrich, 1941**);
- * la lyophilisation : à une température de [- 60, -80°C] (**Boughdiri, 1994**).

II.5. Le choix des meilleurs pollinisateurs

Généralement les agriculteurs ne donnent pas d'importance pour la sélection des dokkars et certains pensent que les pieds femelles sont capables d'être pollinisés par n'importe quel pollinisateur. Certains agriculteurs sont inconscients du rôle que jouent les dokkars sur le taux de nouaison. **Nacer et al. (1986)**, rapportent que les dokkars issues du semis se différencient entre eux dans leurs caractéristiques florales dont le nombre de fleurs par épillet, la quantité de pollen produite et leur viabilité. Selon l'étude menée en Irak par **Mouhamad Ikbali (2009)**, les résultats ont montré que le bon choix du pollinisateur avec 95% de viabilité donnera un taux de nouaison élevé arrivant à 85%.

Selon Masson, les dokkars se multiplient par les graines des meilleurs cultivars femelles et portent leur noms exemple: dokkar Jandila et barkaoui. La même chose est observée en Algérie, à Ghardaïa, les agriculteurs préfèrent mélanger les épillets des meilleurs pollinisateurs: U'cht, bentkbala, ghars et Timedjhart (**Belguedj et Tirichine et al., 2008**).

La sélection des pollinisateurs est très importante vu que sa grande influence sur non seulement la qualité et la quantité des dattes produites mais aussi sur la période de maturation. C'est pour ces raisons qu'il faut prendre en considération certains critères de choix. **Houcine (1983)** et **Belguedj (2008)** décrivent, ci-dessous certains critères pour choisir le pollinisateur à utiliser:

- La spathe la plus volumineuse et bien chargée en poudre ;
- Le grand nombre de spathes/pied et leur poids (10- 15) ;
- La date de maturation et l'ouverture qui coïncide avec celle des femelles ;
- Une compatibilité sexuelle, il faut utiliser le pollen donnant un taux de nouaison élevé ;

- Le pollen doit avoir une forte odeur et une viabilité élevée ;
- Le nombre élevé d'épillets/ spathe ;
- Le nombre élevé de fleurs/épillets ;
- Le pollen utilisé doit donner de bons fruits ;
- Eviter d'utiliser le pollen précoce ou tardif suite à sa faible viabilité par rapport à celui pris récolté au milieu de la période.
- L'abondance du pollen est déterminée par le nombre de fleurs et la quantité du pollen (**Zaid et Wet, 2002**). Selon **Djerbi** (1994), un bon pied mâle doit produire en moyenne 500g de pollen.

II.6. Le nombre de pieds mâles nécessaires pour la pollinisation

Si on laisse nos pieds femelles pollinisés naturellement (par le vent ou par les insectes) le taux de nouaison sera faible donc sa nécessite de planter 50% de pieds mâles pour 50% de pieds femelles mais cela n'est pas rentable. C'est pour cette raison qu'on a recours à la pollinisation artificielle qui est nécessaire pour augmenter le rendement et de diminuer le nombre de dokkars/superficie. Selon **Houcine (1983)** et **Taher (1988)**, il faut consacrer un pollinisateur pour chaque vingt- cinq femelles.

Un pied mâle porte entre 10 -20 spathes/an et parfois plus, et les spathes du même pied se différencient par le poids et les dimensions. Celles qui sont proches du cœur sont les plus longues et les plus larges [60-125 cm longueur, 10- 17cm largeur, 1- 3.5 kg de poids]. Il ya aussi une différence du nombre d'épillets/spathe 60- 285. En général, le poids total de pollen/arbre/an varie entre 150- 1300 g. Selon **Monciero** (1950) et **Houcine** (1983), pour polliniser une spathe femelle il faut en moyenne cinq épillets mâles. Hassan (1983), ajoute qu'il faut au moins 10 épillets/spathe et voir même 20 !

Des résultats des recherches expérimentales menés à l'USDA à la station Indo de Californie, ont montré que plus de 100 variétés ont des résultats satisfaisants en utilisant 2- 3 épillets mâle/femelle (**Zaid et Wet, 2002**).

II.7. La période de floraison des pieds mâles :

D'après **Bouguedoura** (1991), l'âge de la floraison varie selon la variété, la région, la qualité du sol et le mode de propagation. Un rejet rentre en production 4 à 6 ans après sa plantation; alors que les issus de graines fleurissent après 8 à 10 ans, du fait du passage par un état juvénile de deux ans.

Il faut que la période de floraison des pieds mâles et femelles soit synchronisée afin d'avoir assez de pollen lors de l'ouverture des spathes femelles. Généralement l'époque de la floraison chez les pieds mâles s'étale de fin janvier à avril; celle des pieds femelles, de fin février à avril (**Hussein, 1983**). Selon **Oppenheim et Reuveni (1965)**, il est préférable que les spathes mâles s'ouvrent 2-4 jours avant les spathes femelles.

II. 8.L'heure de pollinisation

Le moment d'effectuer la pollinisation varie selon les régions. Il a été remarqué que le pourcentage de nouaison augmente de 10 à 15% si elle est pratiquée à 10 Am-15 h (Nord d'Afrique) que celle réalisée tôt le matin et le soir où l'eau de rosée s'est évaporée. En effet, l'eau de rosée facilite la disposition du pollen dont elle augmente avec une température, entre 7,6- 32,2°C, (**Nacer et Khalifa, 1983**) et diminue quand la température atteint 43,1°C (**Nadif, 1993**).

II. 9.La réceptivité des spathes femelles

C'est la période pendant laquelle la fleur femelle est apte à être féconder, ce laps de temps diffère selon les conditions climatiques et les cultivars, elle s'étend de 1- 15jours (courte-longue) (**Albert, 1930**). Il ya ceux qui se pollinisent dès leur ouverture (1^{ers} jours) Achrassi (Irak), Bentkbala, Sbaa badra (Ghardaïa), par contre DegletNour et Ghars, ont une période plus longue, 14jours (**Belguedj et Tirichine et al, 2008**). Cependant, les meilleurs résultats ont été observés quand la pollinisation a lieu à 3-7 jours (**Peyron, 2000**).

Les résultats trouvés par **Babahani et Bouguedoura (2013)**, montrent que le taux de nouaison diminue avec l'allongement de la période entre l'ouverture des spathes des cultivars Ghars et DegletNour. Chez le cultivar Ghars, les meilleurs taux de nouaison dans la région d'Ouargla, sont obtenus quand la pollinisation se fait dans les quatre jours qui suivent l'éclatement des spathes.

II.10. L'efficacité de la pollinisation

La fécondation de 60 à 80% des fleurs femelles est considérée comme satisfaisante, donc elle est confirmée par le taux de nouaison, mais qui dépend de plusieurs facteurs qu'il faut prendre en considération. Selon **Zaid et al.,(2002)**, ils se résument en :

- Le moment de pollinisation ;
- la période de floraison des pieds mâles ;
- le type de pollen (qualité et quantité) ;
- la réceptivité des fleurs femelles ;
- envelopper les inflorescences.

II.11. L'effet métaxinique et la xénie

Elle est définie par l'effet direct du pollen sur les caractéristiques physiques et chimiques du fruit. La métaxénie agit sur la morphologie des fruits, des graines et sur l'endosperme (**Nixon, 1928**). Ce dernier, rapporte que les dimensions des fruits et des graines ; ainsi que l'époque de maturité présentent des différences significatives suivant le pollen utilisé. L'influence du pollen se manifeste : sur la grosseur du fruit, la taille de la graine, rapport pulpe / graine, la forme et la couleur de la datte, précocité ou le retard de la maturation, etc.

L'effet métaxinique a été décrit la première fois par **Vinson (1911)**, qui a constaté la maturation précoce par 15 jours des fruits de DegletNour avant les autres cultivars malgré l'utilisation d'un même pollen (**David, 1927**). Ce constat a été aussi signalé par plusieurs auteurs dans le passé et récemment, en Iran (**khan, 2009**).

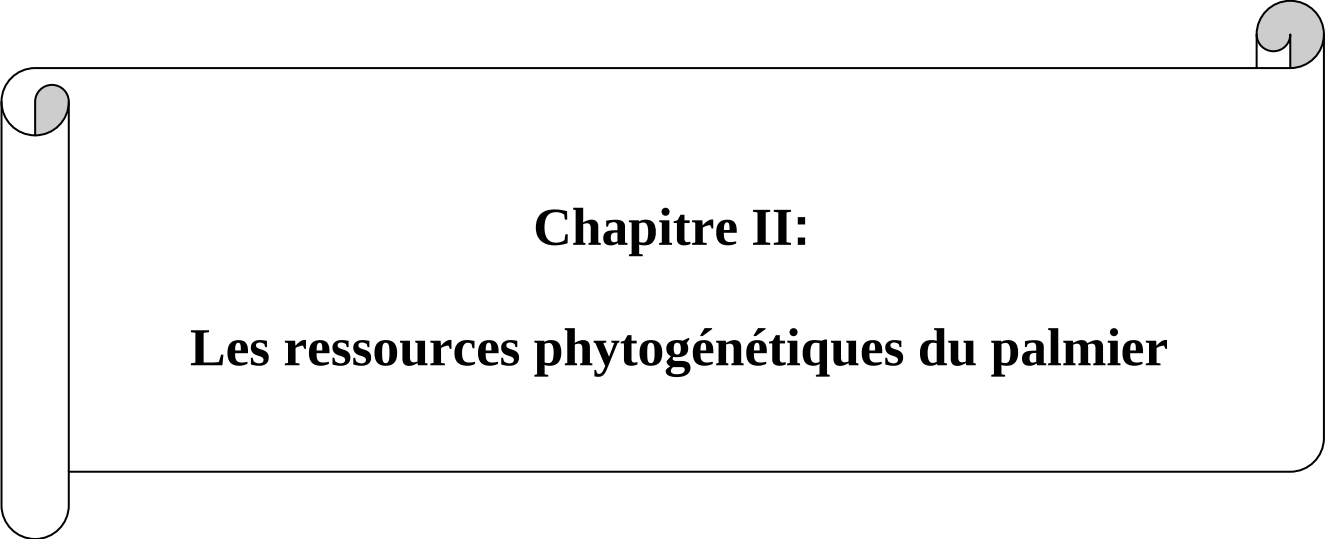
Des résultats obtenus par Nacer Al-khalifah (2006), ont montré des variabilités significatives sur la forme, la taille, le poids de la datte et la graine, la date de maturation par l'utilisation de quatre types de pollen sur deux cultivars Barhi et Nebtet saif , le type Heet provoque la production des dattes de petites taille, cependant l'effet de Fouzan et Muzahmiya induit à la production des dattes de grande taille pour le cultivar Berhi alors que le meilleur résultat, chez Nebtet saif, est obtenu par l'utilisation de Dilim.

En ce qui concerne la xénie, elle est définie par (**Swinglé, 1928**) comme l'influence du pollen sur la graine et l'embryon (génétique du fruit).

Le terme Xénia a été inventé par **Wilhelm Focke (1881)**, dans sa publication "plant mixtures", pour décrire l'effet de certains pollens juste sur des tissus végétaux maternels sur la graine et le péricarpe. Elle a des applications non seulement en génétique et en recherches physiologiques (**Denny, 1992**). Plusieurs définitions ont été données au préromain de Xénie. Quelques définitions sont données ci-dessous à titre d'information.

Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier

Selon **Kirk patrick (1987)**, c'est l'influence directe du pollen sur l'endosperm (expliqué par la double fertilisation) ou sur l'embryon des plantes mères. Et pour **Neufeldt (1988)**, c'est l'influence immédiate du pollen venant d'une seule souche d'une plante sur l'endosperme d'une autre souche résultant sur les caractéristiques d'hybride.

A decorative graphic of a scroll, with the title text centered within its body. The scroll has a light gray background and a thin black border. The top and bottom edges are rounded, and the left and right sides feature small, stylized scroll folds.

Chapitre II:

Les ressources phytogénétiques du palmier

Les ressources phytogénétiques du palmier

II. Biodiversité

La biodiversité est devenue le cadre de réflexion et de discussion dans lequel on est amené à revoir l'ensemble des questions posées par les relations que l'homme entretient avec les autres espèces et les milieux naturels. Les ressources génétiques en général et les ressources phytogénétiques en particulier sont fondamentales pour la survie de notre planète, elles sont définies, par la convention sur la diversité biologique, comme étant: le matériel génétique ayant une valeur effective ou potentielle, le matériel d'origine végétale, animale, microbienne ou autre, contenant des unités fonctionnelles de l'hérédité » (Hadyatou *et al.*, 2007).

Le 5 juin 1992, au sommet planétaire de Rio de Janeiro, La diversité biologique a été définie comme suit:

« La variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes. » — Article. 2 de la *Convention sur la diversité biologique*, 1992.

II.1. Méthode de prospection du palmier dattier

La prospection est faite en fonction des objectifs que l'on veut atteindre. Au cours de l'atelier de travail maghrébin, tenu à El-Goléa en mai 1990, trois types d'objectifs ont été identifiés à savoir:

II.1.1. Le recensement et inventaire variétal

II. 1.1.1. Systématique

On procède à un dénombrement exhaustif de tous les palmiers mâles, francs, cultivars, ce qui nous permet d'avoir une cartographie complète et une description simplifiée.

II. 1.1.2. Par échantillonnage

Permet à une seule équipe d'accéder rapidement à une grande part d'information sur les ressources génétiques régionales, elle se réalise en trois étapes :

1. une étape d'enquête et de repérage: permettant d'établir une première liste des cultivars et repérage des zones de potentialité en diversité génétique du dattier ;
2. une étape échantillonnage globale: compléter la liste des cultivars et de faire des observations sur chaque cultivar recensé ;
3. une étape d'échantillonnage complémentaire: donnant une synthèse des informations et une identification des cultivars manquants.

II.2. L'état des ressources génétiques du palmier dattier en Algérie

Le patrimoine phoenicicole algérien est connu par sa richesse exceptionnelle en diversité génétique représentée par plus de dix millions de différentes catégories de ressources génétiques avec d'une part importante de cultivars femelles, à un degré moindre de francs, et d'autre part les cultivars mâles appelés «dokkars ». L'ensemble forme l'essentiel du stock génétique phoenicicole. Ce dernier évolue sur le plan quantitatif et qualitatif certains ont disparu ou rares, représentés par des sujets très vieux tels que Baidir, Babati, Taneslit, Ammari, Boufegous. D'autres sont apparues en raison de l'allogamie stricte du palmier dattier qui favorise les hybrides. Ceux qui ont des caractéristiques intéressantes et d'une importance économique sont multipliés par voie végétative pour donner un ensemble de cultivars adaptés aux conditions écologiques d'une région donnée. Nous pouvons ainsi distinguer dans un capital génétique des types ayant des possibilités d'adaptation beaucoup plus élastiques que d'autres.

Chapitre II : Les ressources phytogénétiques du palmier

D'après (**Hanachi et al., 1998**), les travaux d'inventaire variétal réalisés sur une 15 de régions, ont montré que la palmeraie algérienne est riche avec plus de 940 cultivars (**Hakkoum, 2008**) contre 115 au Maroc et 305 en Tunisie (**Bousdira, 2007**). Le Tableau 1 donne une idée sur la répartition des variétés sur les différentes régions d'Algérie.

La richesse génétique du palmier, est sujette à une érosion des écosystèmes oasiens suite à différents facteurs ayant aboutis à la dégradation progressive d'une grande partie de la palmeraie traditionnelle algérienne, entre autre, vieillissement des pieds, déficit hydrique, l'attaque du bayoud, l'exode rurale, désintérêt de jeunes locaux, manque de formation ainsi que, l'orientation vers la culture monovariétal dans la nouvelle plantation. Des divers travaux visant à inventorier les cultivars de dattiers n'ont pas encore permis de répertorier l'ensemble du patrimoine à travers le pays. De ce fait, il est impératif d'étudier les ressources génétiques du palmier dattier pour identifier, caractériser et évaluer de nouveaux cultivars afin de les conserver. Les études prospectives constituent l'étape primordiale de tout programme d'amélioration des plantes, c'est l'un des moyens, souvent le seul, de sauvegarder des espèces en voie de disparition.

Tableau 1: Répartition des variétés sur les différentes régions d'Algérie

Région	Nombre de variété	Région	Nombre de variété
Tassili	184	Souf	69
Aurès	171	M'zab	72
Gourara	229	Saoura	133
Ziban	115	Ourgla	59
Ouad Rhir	121	Tidikelt	36
Metlili	39	El -mniaa	60

(**Belguedj, 1996**).

II.3. Identification des cultivars

La reconnaissance des cultivars est difficile en dehors de la période de fructification et maturation des dattes. Toutefois, Il est possible de noter des différences morphologiques d'une palmeraie à une autre, mais seuls les phoéniculteurs sont encore capables de distinguer les cultivars de leur propre jardin (**Bouguedoura, 1991**). **Rhouma** (1994), pense que pour un même cultivar les caractéristiques peuvent varier en fonction des conditions de culture, l'entretien, l'âge du cultivar et l'aspect général de la plante.

Les différentes descriptions des cultivars du palmier ont été faites par des Américains, au cours de la période 1970-1991. En Tunisie, par **Browne** (1924), en Egypte, par **chevalier** (1930) et en Mauritanie par **Maatalah** (1969). Au Maroc, les premiers travaux sur la morphologie ont été faits par **Rohfels et Haris** en 1968 dans les palmeraies d'Errachidia. Les premières clés de détermination des cultivars ont été réalisées par **Masson** (1915) et **Nixon** (1950) pour 194 cultivars aux USA basés sur le phénotype variétal quantitatif de la palme.

Par la suite, les études morphologiques se sont focalisées sur les caractères chimiques de la dattes (**Khairi et al., 1983; Alsaid et al., 1986; Ismail et al., 1986**) et les caractères végétatifs restreints **Saad et Wassim (1972); Rhouma et al., (1998), Belguedj et al., (2002)** ont établi des fiches de description de certains cultivars tunisiens et algériens (**IPGRI, 2005**).

De nouvelles méthodes d'identification plus précises et plus rapides permettent d'améliorer les techniques d'évaluation génétique des dattiers, en introduisant d'autres caractéristiques tels que les composés flavoniques, par chromatographie et spectrophotométrie, et les systèmes isoenzymatiques, par la technique de l'électrophorèse ainsi que les marqueurs moléculaires.

II.4. Les principaux critères caractérisation d'un palmier mâle (Dokkars)

II.4.1. Stade plantule

- Plantule dressée et vigoureuse ;
- Plantule rigide alors que la femelle est plus tendre.

II.4.2. Stade adulte: Généralement, on donne le nom d'une variété femelle à un arbre mâle dont la morphologie et l'apparence extérieure rappellent l'arbre femelle (**Tirichine, 1997**).

En effet, plusieurs critères sont utilisés, à savoir :

- le diamètre du tronc est plus important surtout à la base que celui de la femelle qui est long ;
- les palmes rigides ;
- les épines nombreuses, larges, rigides, dressées ;
- la couronne dense ;
- Les folioles rigides et plus foncées ;
- les kornafs grands, sérés entre eux.

II.5. Descripteurs des cultivars du dattier

Chez le palmier dattier il existe des différences dues aux caractéristiques génétiques et phénotypiques par les quelles on peut faire la reconnaissance et la distinction entre les différents cultivars. Sur cette base, l'IPGRI (Institut international des ressources phytogénétiques) a publié, en 2005, des descripteurs du palmier dattier décrit comme suit :

II. 5.1. Morphologique

Rhouma (1994), indique que ces caractéristiques peuvent varier pour un même cultivar en fonction des conditions de culture, de l'entretien, de l'âge du cultivar et l'aspect général.

II.5.1.1. Le tronc

Il ya des différences entre les palmiers concernant l'épaisseur du tronc. Ces dernières sont dues à plusieurs facteurs comme le type du sol, la fumure, l'entretien, on distingue ceux qui sont:

- Fort comme barhi et semani ;
- mince comme khadraoui et zarloul.

II.5.1.2. La palme: On peut utiliser les palmes dans la distinction, où on trouve une différence de :

- ✓ **Longueur:** Elle se mesure depuis la dernière épine jusqu'à la dernière penne. Elle est courte lorsqu'elle est petite et croit avec l'âge, mais dans des conditions similaires la comparaison est facile (**Fathi, 2005**) :

Chapitre II : Les ressources phytogénétiques du palmier

- Longue: > de 425 ;
- moyenne: entre 325-425 ;
- courte: < de 325.
- ✓ **Le port** : Pour la forme de la palme on le trouve soit érigé ou retombant avec différent degrés soit (simple; moyenne ou total). Aussi le niveau de courbure de la palme est soit concernant toute la palme soit juste au sommet ou encore enroulé sur l'adroite ou la gauche. Tout ça donne une forme spéciale de la couronne qui nous aide à faire la distinction entre les cultivars.
- ✓ **La couleur** ;
- ✓ **la rigidité.**

II.5.1.3. Les pennes: Il ya plusieurs caractéristiques des pennes qui peuvent être utilisées pour la reconnaissance des cultivars, on peut en citer:

- ✓ **La longueur:** considérée comme caractéristique importante
 - Courte: < 20cm ;
 - moyenne: entre 60- 75 ;
 - longue: > 75cm.
- ✓ **Le regroupement:** Les pennes sont groupées en deux au trois rarement en 4 et 5 ;
- ✓ **La disposition:** perpendiculaire, inclinée vers l'extérieur ou l'intérieur ;
- ✓ **La largeur:** on peut la diviser en trois classes:
 - Serrée: < 38 mm ;
 - moyenne : entre 38- 44 mm ;
 - large: > 44 mm.
- ✓ **La couleur** ;
- ✓ **La rigidité.**

II.5.1.4 La partie épineuse

- ✓ **La longueur** : Est mesurée depuis la première épines sur le pétiole jusqu'à la première penne, on peut la divisée en classes:
 - Courte: moins de 15% de la longueur de la palme ;
 - moyenne: entre 15-25% de la longueur de la palme ;
 - longue: plus de 25% de la longueur de la palme.

Chapitre II : Les ressources phytogénétiques du palmier

- ✓ **Le nombre d'épines:** Il peut être utilisé comme moyen de distinction mais, il est fortement influencé par les facteurs environnementaux et l'âge de l'arbre. On peut les quantifier comme suit:
 - Peu: < de 20 épines ;
 - moyen: entre 20-30 épines ;
 - beaucoup: > de 30 épines.
- ✓ **La longueur d'épine:** elle est soit:
 - Courte: si sa longueur est < 10 cm ;
 - moyenne: entre 10 – 15cm ;
 - longue: > 15cm.
- ✓ **L'épaisseur ;**
- ✓ **la rigidité:** Il y a ceux qui sont rigides et ceux qui sont souples ;
- ✓ **le regroupement:** soit seule soit en deux ou en trois.

II.5.1.5. Le rachis

- ✓ la rigidité ;
- ✓ le diamètre.

II.5.1.6. La kornafs: Selon **Nadif** (1998), les kornafs des cultivars du palmier dattier se différencient entre eux par:

La largeur :

- Large: plus de 25cm ;
- moyenne: entre 10-25cm ;
- étroite: moins de 10cm.
- ✓ La grosseur ;
- ✓ Point d'attachement ;
- ✓ degré de convexité ;
- ✓ couleur.

II.5.1.7 Les dattes: Elles sont appréciées selon les critères ci-dessous :

- ✓ goût ;
- ✓ couleur ;

- ✓ longueur ;
- ✓ largeur ;
- ✓ consistance.

II.5.1.8. Le noyau: caractérisé par la forme, l'adhérence au péricarpe, la présence de stries et la consistance.

II.5.1.9. Le périanthe: classé selon la forme, la couleur et la taille. Par contre le jommar est caractérisé par le goût.

II.5.1.10. Le legmi: caractérisé par le goût, la couleur, la quantité produite.

II.5.2. Les marqueurs moléculaires et biochimiques

Chez le palmier dattier l'utilisation des marqueurs biochimiques a été faite par de nombreuses études visant, entre autres, à chercher des marqueurs capables de distinguer les cultivars résistants et sensibles à la maladie du Bayoud ont été entreprises (**Cherkaoui, 2010**). Le polymorphisme enzymatique a été utilisé pour l'étude de plusieurs systèmes enzymatiques, en particulier les peroxydases, les estérases, oxydases, hydrolases, et transférases, et qui ont été proposés en tant que marqueurs biochimiques pour la sélection de génotypes résistants au Bayoud.

Il existe plusieurs types de marqueurs moléculaires qui sont utilisés pour la caractérisation des génotypes des différentes ressources phytogénétiques, mais généralement les plus utilisés sont les marqueurs RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) ou polymorphisme de longueur des fragments de restriction, les RAPD (Random-Amplified Polymorphic DNA), les AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) ou polymorphisme de longueur des fragments et les microsatellites ou SSR (Simple Sequence Repeat) (**De Vienne, 1996**).

En ce qui concerne les marqueurs moléculaires de type ADN, plusieurs études ont été réalisées en utilisant différents marqueurs moléculaires, RAPD, SSR et ISSR pour étudier et identifier les cultivars résistants du Bayoud (**Benslimane, 1994 ; Ouenzar et al., 2001**) et /ou la relation de la diversité génétique avec la résistance au Bayoud (**Corniquel et Mercier 1997 ; Zehdi et al., 2004**). Les marqueurs microsatellites ont été utilisés les plus utilisés pour évaluer la diversité génétique et les relations de variétés de palmier dattier en Tunisie (**Zehdi et al., 2004**), au Soudan (**Elshibli et Korpelainen, 2007**), à Oman (**Al-**

Chapitre II : Les ressources phytogénétiques du palmier

Ruqaishi *et al.*, 2008), et au Qatar (**Ahmed et Al-Qaradawi 2009, Elmeer *et al.*, 2011**), en Iran (**Arab nezhad *et al.*, 2012**).

Quelques travaux ont été effectués par des chercheurs algériens on peut citer quelques exemples. Les résultats obtenus par Ouafi *et al.*, (2009), sur la caractérisation des glycosides et flavoniques de neuf cultivars algériens. Et ceux de Bennaceur *et al.*, (1991), conduit sur 31 cultivars algériens et dont les résultats ont montré que 20 systèmes enzymatiques ont donné un grand polymorphisme.

II.6. Notion de cultivars, variété et Dokkars

Selon, **Mazoyer *et al.* ; (2002)**, le terme cultivar est un synonyme de « variété cultivée » désigne toute structure génétique cultivée, correspond à une population artificielle ayant des caractéristiques agronomiques définies. Par contre celui de variété, désigne l'ensemble de plantes (individus) au sein d'une espèce donnée ayant une ou plusieurs caractéristiques en commun qui les distingues des autres plantes de la même espèce mais avec les quelles elles peuvent se croiser sans obstacle (**Mazoyer *et al.* ; 2002**).

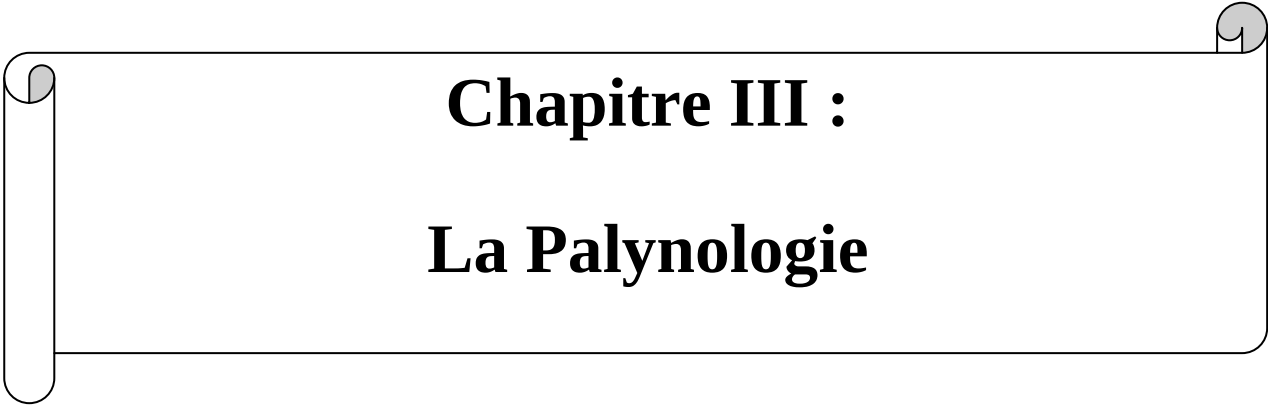
Aussi **Ben abdallah (1990)**, un cultivar désigne l'ensemble des dattiers aux caractéristiques phénotypiques homogènes et portant localement le même nom (**Tirichine, 1997**). On pense qu'il sera plus simple d'utiliser seulement le terme « cultivar », surtout lorsqu'on parle de palmiers mâles.

Les palmiers mâles ont fait l'objet d'une sélection massive empirique mais ne conduisent jamais de populations homogènes (**Bounaga, 1991**). Ils forment des populations hétérogènes dans les quelles chaque individus possède ses propres caractéristiques, par conséquent, posent des problèmes de distinction et de caractérisation, sauf les anciens phoeniciculteurs peuvent les connaître en les rapprochant des cultivars femelles qui les ressemblent par leur morphologie et leur apparence extérieure.

Il existe plusieurs appellations qui ont été donné aux pieds mâles du palmier dattier à travers les régions de culture. On peut citer quelques exemples à savoir : Dokkar: appellation locale et Fahl utilisée au Moyen- Orient (**Asif *et al.*, 1987**).

Chapitre II : Les ressources phytogénétiques du palmier

De plus, il a été rapporté que les différences dans la qualité et la phénologie des fruits a permis de distinguer ce que l'on appelle communément des « variétés » qui ne sont en réalité que des races ou métis non fixés ou phénotypes (**Munier, 1973; Tirichine, 1997**).

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and rounded corners on the right, framing the chapter title.

Chapitre III :

La Palynologie

La Palynologie

III.1. Définition de la palynologie

Cette terminologie est une combinaison du verbe grec « palunein » qui signifie rependre, saupoudrer avec le nom « pale » poussière ou farine et logos : science et discours. C'est une branche distincte de la biologie, s'intéresse à l'étude du grain de pollen et spore dont les caractères sont : la structure, l'aspect, la forme, la taille, la stratification, la sculpture, et la granulation (Heidemarie *et al.*, 2009).

III.1.1. Le pollen

Les grains de pollen sont de minuscules particules, produites par les anthères et contenant les gamètes mâles (Halimi, 2004).

III.1.2. La formation du pollen

La partie mâle des fleurs est connue comme l'androcée où elle forme les étamines. Chaque étamine comprend deux parties : le filet et l'anthère. La figure 12 reprend les étapes de la formation du pollen.

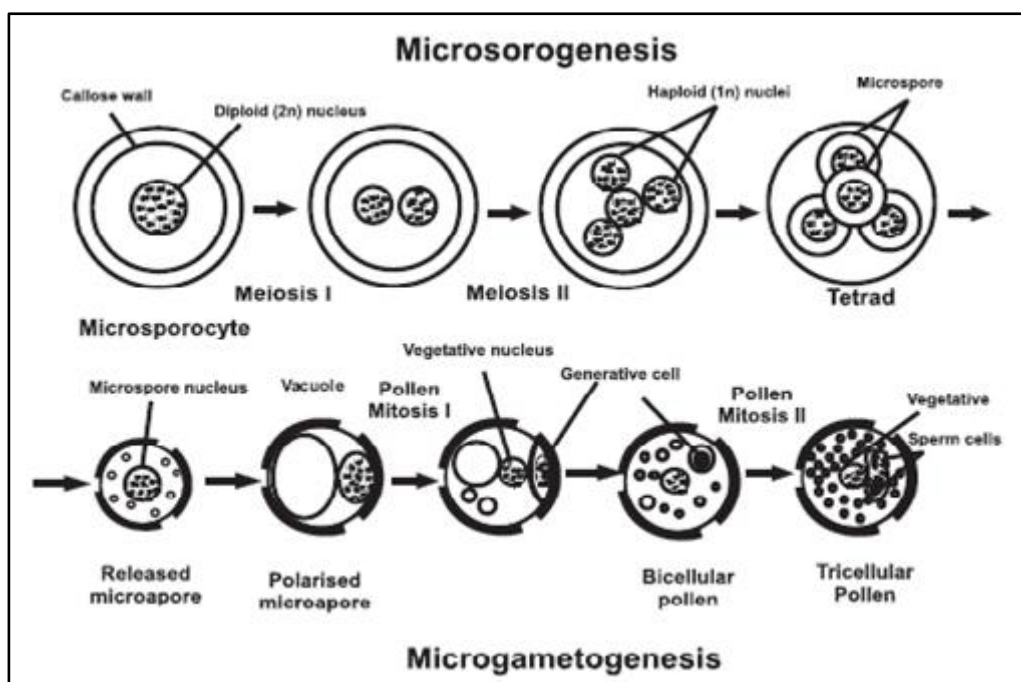


Figure 12: Etape de la microsporogénèse et la microgamétogénèse (Caulten, 2009).

III.1.3. La structure du pollen

Le grain de pollen mature, (Figure13), est constitué habituellement de:

- Deux noyaux haploïdes : le plus gros est le noyau végétatif, l'autre noyau est génératif ou reproducteur.
- Une double enveloppe externe (le sporoderme) formée de deux parois distinctes:

1 - Une couche externe très résistante, l'exine et la deuxième couche interne appelée l'intine, qui forme l'endospore.

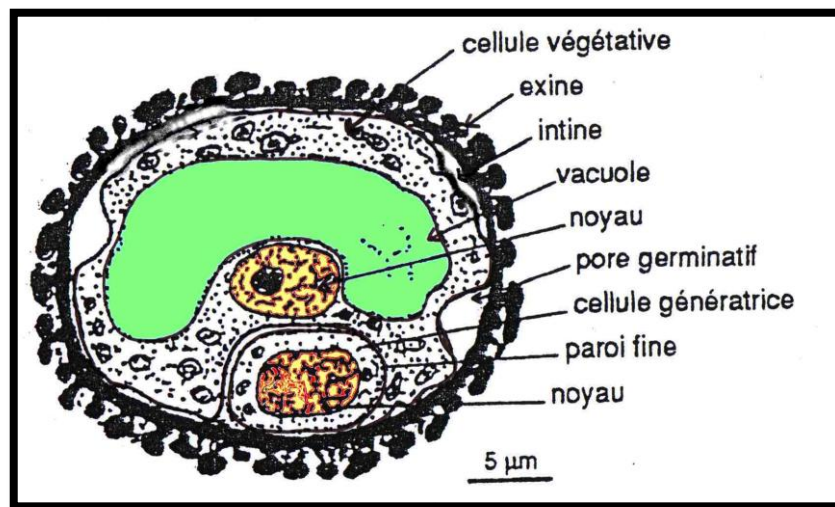


Figure 13: la structure du grain du pollen (Caulten, 2009).

➤ Les Apertures:

Sont généralement des zones à paroi mince dans l'exine à travers laquelle le tube pollinique s'émerge au moment de la germination.

Le grain de pollen peut être aperturé ou non recouvert d'une membrane lisse ou ornementée (Figure 14).

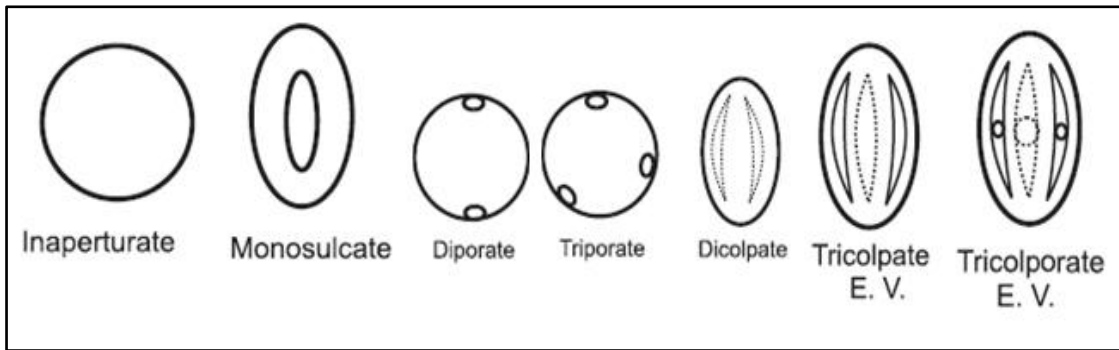


Figure 14: Les différents types de pollen selon leurs apertures (Cautlen, 2009).

III.1.4. La classification

La classification des types de pollen est basée sur plusieurs critères morphologiques à savoir :

- a) **La taille** : Elle varie selon les espèces, de 5 à 200 μm de diamètre pour les angiospermes.
- b) **La forme** : Les grains de pollens ont généralement des formes très variables, sphériques, ovale, allongés, triangulaires, semi-circulaires, cubiques, hexaédriques ou pentagonal.

Erdtman (1943), suggéra des méthodes pour décrire la forme des grains de pollen, basée surtout sur le ratio des axes polaire et équatorial (Figure 15).

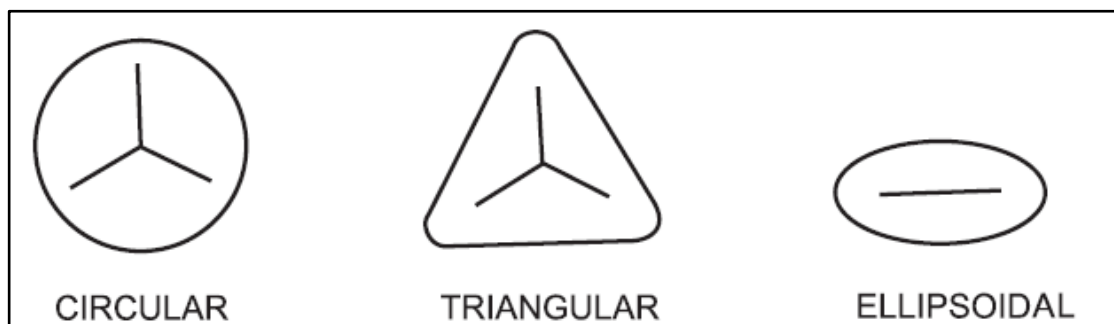


Figure 15: Quelques formes du pollen (Cautlen, 2009).

c) La paroi: La présence des ouvertures en surface, des pores (poré) ou des sillons (colpi), sont les importantes caractéristiques morphologiques du pollen et les plus utilisées pour l'identification et la classification du pollen (Figure 15). De plus, l'ornementation de l'exine (lisse, granulée, striée) (Heidemarie *et al.*, 2009) et (Hesse., Halbriter, *et al.*, 2009) (Figure 16).

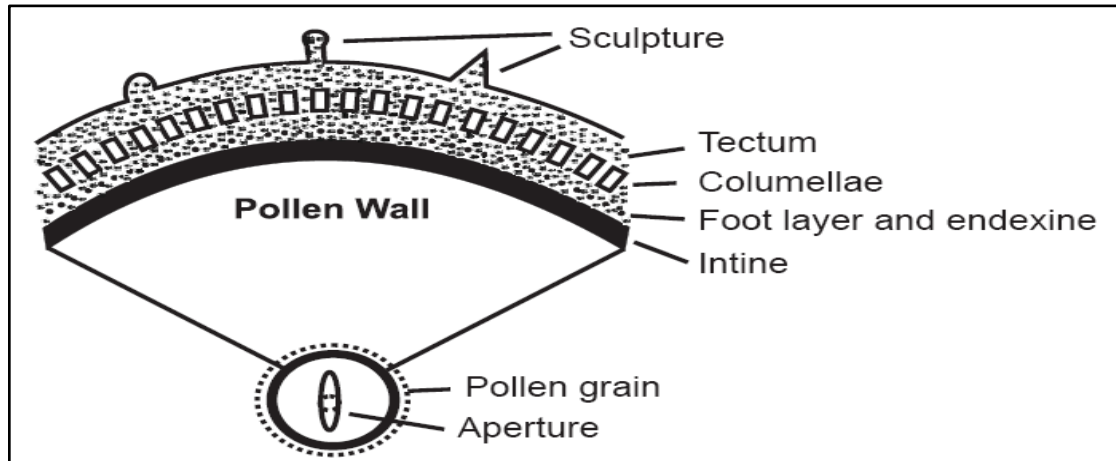


Figure 16 : La structure de la paroi du pollen (Cautlen, 2009).

d) Regroupement des grains pollen

Plusieurs classes ont été identifiées selon le nombre et le mode de regroupement des grains de pollens (Figure 17).

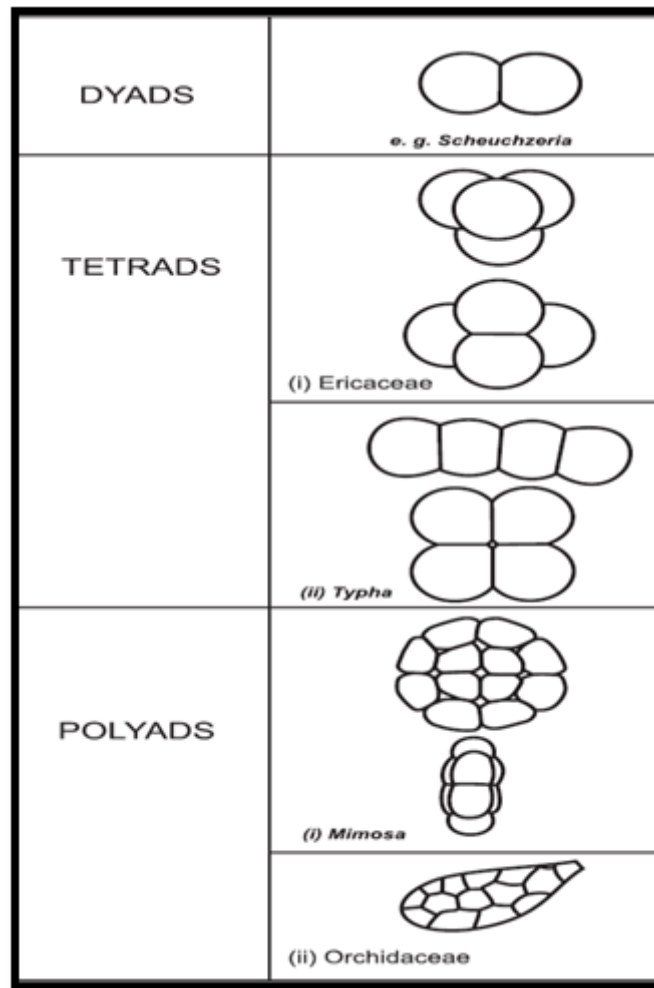


Figure 17 : les différents types du pollen (Caulten, 2009).

III. 1. 5. La germination

La germination de grain de pollen et l'allongement de tube pollinique caractérisent la phase progamique de fertilisation (Figure 18). Contrairement aux animaux, la cellule spermatozoïdes est immobile, par conséquent, elle doit être transférée. C'est le tube pollinique qui assure la fécondation des stigmates, après sa sortie de l'un des pores présents sur la paroi.

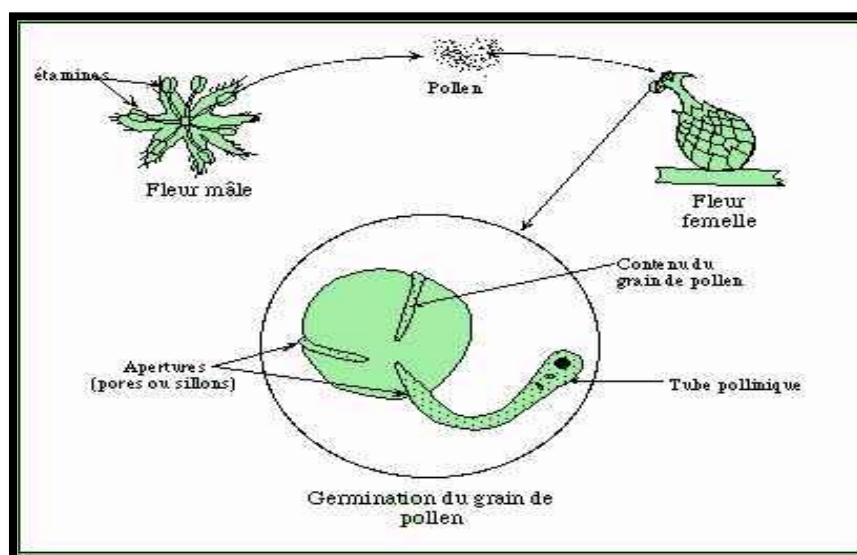


Figure 18 : Les étapes de la germination du grain du pollen (Caulten, 2009).

III.2. Les caractéristiques du pollen du palmier dattier

Parmi les principaux travaux palynologiques sur le palmier dattier, nous citons ceux de Wodehouse (1935), Thanikaimoni (1970), Tisserat et Demasson (1982), Boughediri (1985), Asif et al (1987), Al djibouri et Adham (1990), Boughedoura et al (1990) et Boughediri (1994).

En effet, cette série de travaux a conduit à la description morphologique du pollen du dattier et à la définition des critères de distinction entre cultivars. Les caractères morphologiques pour classer le pollen du palmier dattier selon les travaux de Boughediri (1994) sont:

- ▶ la forme: ellipsoïdale (Figure 19) ;
- ▶ Largeur équatoriale (L) : les intervalles de valeurs varient de 22.00 -25,8 μm (grande largeur équatoriale) à 11.60- 13.9 (petite largeur équatoriale (l)) μm selon les cultivars ;
- ▶ Une seule ouverture monocarpée en forme de sillon occupant le pôle distal, type hétéropolaire ;
- ▶ Un pôle distale concave ;
- ▶ Un tectum de type discontinu, perforé à réticulé (**Tisserat et Demason, 1982**).

La forme, le nombre et la surface des perforations varient d'un pollen à l'autre ;

- ▶ L'infratectum est de type columellaire qui est très courte ;
- ▶ Sole continue et plus ou moins épaisse ;

- Au niveau apertural, le tectum devient complet, sans perforation et columelles et la sole s'amincit ;
- La stratification du sporoderme est un caractère stable chez tous les pollens, seulement son épaisseur varie de 0.51 à 0.69 μm .

L'ensemble de ces caractères a été utilisé dans la distinction systématique et l'estimation de la qualité des pollens des palmiers mâles.

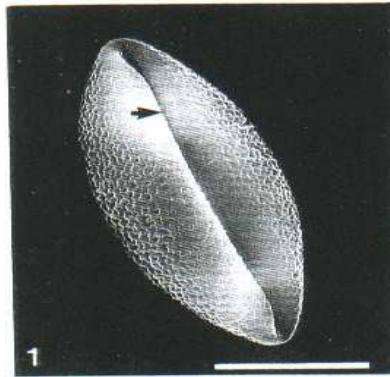


Figure 19 : La structure du pollen *Phoenix dactylifera*L. (Boughdiri, 1991).

III.3. Les critères de la qualité du pollen

La qualité du pollen a été définie comme l'aptitude du pollen à féconder un pistil réceptif et compatible (**Boughdiri, 1994**). Plusieurs tests ont été mis au point pour évaluer et renseigner sur la qualité du pollen:

III.3.1. Test de viabilité

Il permet d'évaluer la proportion d'individus vivants dans un échantillon de pollen. Deux techniques sont décrites ci-dessous:

III.3.1.1. Test de coloration (colorimétrique)

Il nous indique le pourcentage des grains de pollens viables. Il est basé sur la coloration chimique des constituants vivants du pollen (**Chaouche khouane, 2012**) on distingue:

➤ coloration basée sur une réaction enzymatique

Selon **Stanly et Linskens, 1974 in (Colas et Mercier, 2000)**, ce test consiste sur le fait que certains colorants réagissent en présence d'une molécule organique spécifique. La concentration de molécule déterminera l'intensité de coloration qui indiquera l'état de maturation du grain du pollen exemple: l'isatine est un colorant spécifique de la proline (**Palfi et Gulyas, 1985**).

➤ coloration cytoplasmique

Repose sur la présence du cytoplasme dans la cellule végétale, elle a pour but de déterminer non seulement les grains fonctionnels mais aussi les stériles (**Cerceau et challe, 1986**).

Ces tests présentent l'avantage d'être rapides et économiques bien-que les résultats qui les produisent surestiment encore d'avantage la viabilité réelle de l'échantillon testé parce que même ceux qui meurent se colorent car le cytoplasme toujours présente.

Trois types de colorants sont utilisés : le carmin acétique à 45%, Alexander et le M.T.T [3(4- 5-diméthyl-thiazolium 2) 2,5-diphényl tétrazolium bromide]. Le pollen est montré entre lame et lamelle dans une goutte de colorant et après un temps de latence de 30min observé sous microscope optique.

III.3.1.2.La germination *in vitro*

Ce test nous permet d'évaluer l'aptitude de grains de pollens à germer. Il est l'un des tests qui sont considérés comme valable car il se traduit par des activités, la formation et la croissance de tube pollinique.

Mesquida (1987) et **Jahier (1992)**, considèrent un grain de pollen comme étant germé lorsque son tube pollinique devient plus long que son diamètre (**Tirichine, 1997**).

La réussite du test de germination "*in vitro*" dépend de plusieurs facteurs comme la température d'incubation, le pH, la pression osmotique, la teneur en eau, la composition en minéral, la technique et la densité d'ensemencement ainsi que les facteurs liés au pollen (**Boughediri, 1994**).

III.3.1.3. La germination *in vivo*

Ce test est le plus difficile à mettre en place. Il indique par comparaison relative la capacité d'un pollen à féconder correctement les inflorescences femelles (**Peyron, 2000**).

Le principe consiste à tester sur un même arbre femelle, plusieurs échantillons de pollen.

Par la suite, le taux de nouaison est compté pour chaque échantillon de pollen et sur tous les régimes d'un même palmier, selon la formule de calcul suivante:

$$\text{Nouaison}\% = \frac{\text{Le nombre de fleurs nouées}}{\text{le nombre total de fleurs}} \times 100$$

III.4. Détermination de la structure cellulaire

Elle nous indique si le pollen est bi ou tricellulaire.

Mulcahy et Mulcahy (1983), dans une étude comparative entre l'état bi et tricellulaire du pollen ont constaté ce qui suit:

- Le pollen bicellulaire germe beaucoup plus facilement *in vitro* que le tricellulaire ;
- le pollen bicellulaire peut souvent tolérer le stockage prolongé alors que le tricellulaire perd sa viabilité peu après la déhiscence des anthères.
- Selon Hoekstra et Bruinsma (1975), la vitesse de la respiration dans les Pollens tricellulaires est 3 fois plus élevée que celle des bicellulaires.

L'étude cytologique des pollens du palmier dattier montre que l'état biologique à l'ouverture des spathe et la déhiscence des anthères correspondent à un stade bicellulaire (Bouguedoura, 1991 et Boughediri, 1994).

A decorative graphic of a scroll, rendered in a light gray color. It features a central rectangular area with rounded corners, and two vertical strips on the left and right sides that curve inward at the top and bottom, mimicking the shape of a rolled-up document.

Partie expérimentale

Chapitre I :
Présentation de la région d'étude et le
site d'étude

Présentation de la région et le site d'étude

II.1. Présentation de la wilaya de Biskra

La wilaya de Biskra s'étale sur une superficie de: 509.821km². Elle comprend 33 communes et 22 daïras d'après le découpage administratif de 1974. Elle limitrophe de 6 Wilayas (Figure 20).

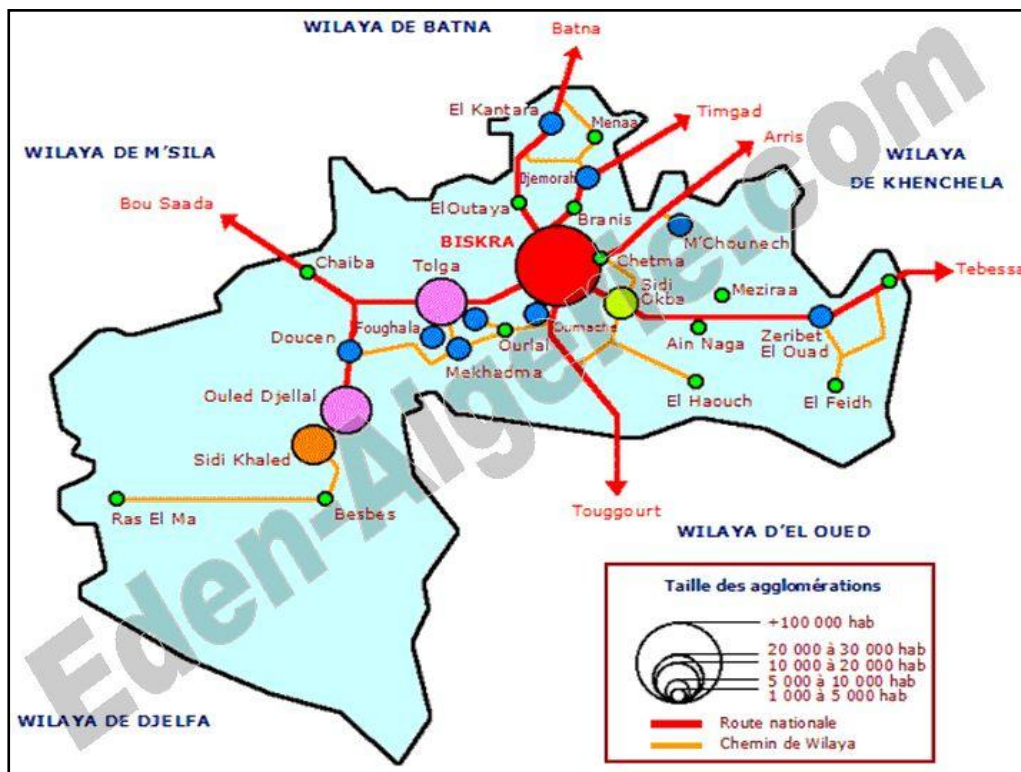


Figure 20: Carte de la wilaya de Biskra et ses délimitations administratives.

Source: <http://www.eden-algerie.com/images/cartes/biskra-carte.jpg>

II.2. Caractéristiques du climat

II.2.1. La Température

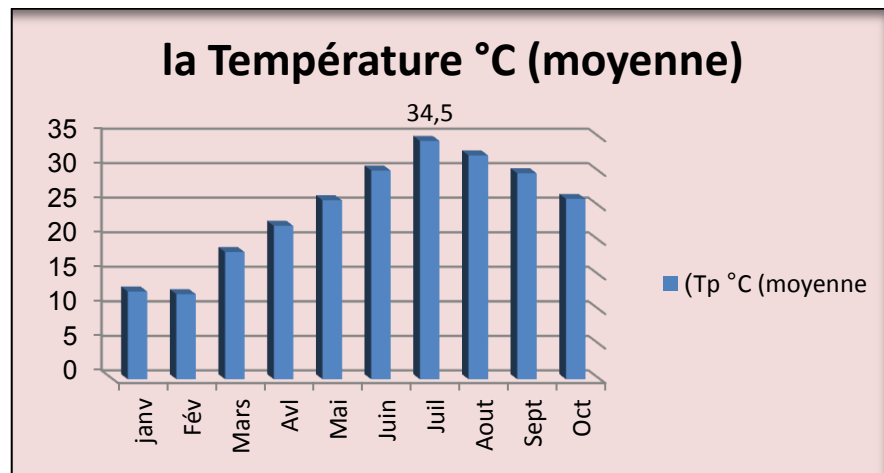


Figure 21: Les Températures mensuelles moyennes de Biskra pour l'année 2013.

Source: www.tutiempo.net/clima/Biskra/2013

La température est le facteur climatique le plus important (**Dreux, 1980 in Azaeiz, 2007**) pour la réussite des cultures en général et pour la maturation des dattes en particulier.

La Figure 21, montre la variation des températures mensuelles moyennes de la Wilaya de Biskra, au cours de notre expérimentation en 2013. En effet qui s'est caractérisée par des températures élevées dont on remarque une augmentation à partir du mois de Février (12,3°C) pour y atteindre 35,5°C au mois de Juillet.

II.2.2. La pluviométrie

Les récoltes sont dépendantes de son importance et sa répartition dans l'année (**Sapin, 1977, in Lebid, 2006**).

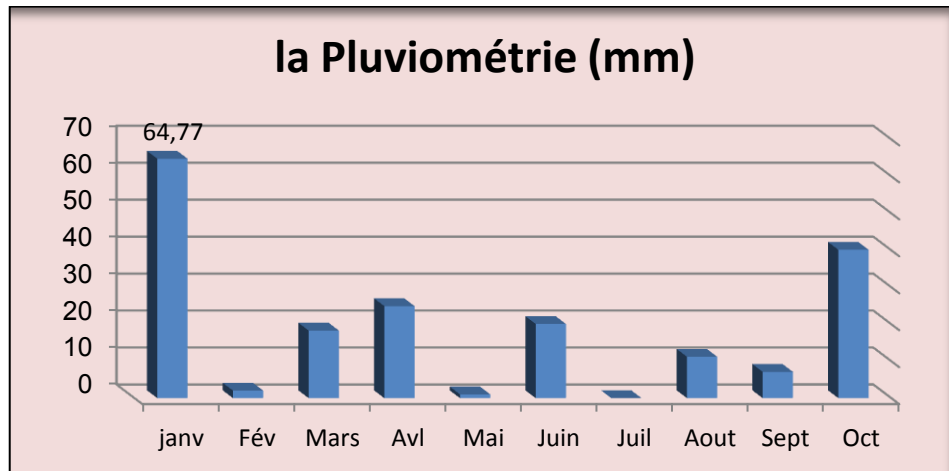


Figure 22: Variation des précipitations Moyennes mensuelles de Biskra pour l'année 2013.

Source: www.tutempo.net/clima/Biskra/2013

Selon Khachai, (2001), la région de Biskra est caractérisée par des précipitations faibles, mal réparties, brutales et localisées. D'après la Figure 22, on remarque une irrégularité de précipitations entre les saisons avec un maximum de 64,77 mm au cours des mois de Janvier, Mars, Avril et Octobre mais presque nulles durant les mois de Février, Mai et juillet.

II.2.3. L'humidité

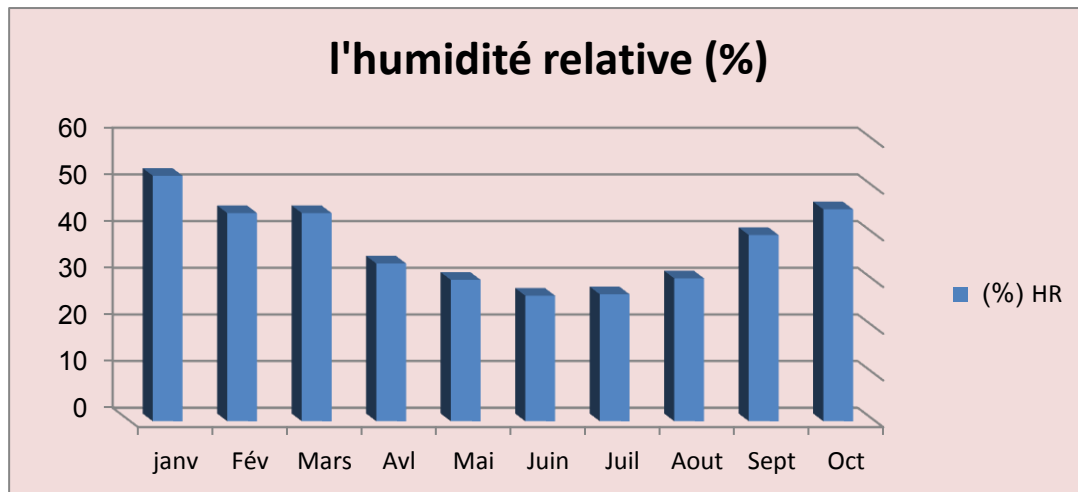


Figure 23: Valeurs de moyennes en pourcentage de l'Humidité relative dans la région de Biskra durant 2013.

Source: www.tutiempo.net/clima/Biskra/2013

Dans les oasis des Zibans, l'humidité relative de l'air constitue un facteur important de production de dattes. Le palmier dattier exige une hygrométrie comprise entre 48 et 52%. Nous remarquons à travers les données énoncées Figure 22, que l'humidité atteint son apogée au mois de Janvier avec un pourcentage de 52,6% et un minimale en mois de Juin avec 26,9%, pour la période d'Avril et mai on remarque une diminution favorisant la pollinisation.

II.2.4. Les vents

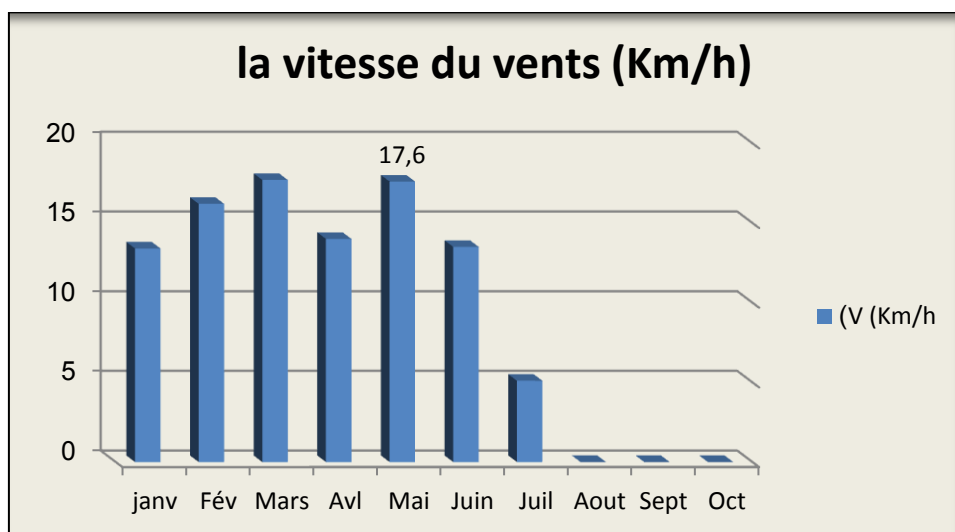


Figure 24: La vitesse du Vent enregistrée en km/h durant l'année 2013.

Source: www.tutiempo.net/clima/Biskra/2013

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant, Le vent a tout d'abord une action indirecte :

- En abaissant ou en augmentant la température, suivant les cas;
- En augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant.

Dans la région de Biskra, les vents soufflent durant toute l'année beaucoup plus fin d'hiver et le printemps.

D'après la Figure 24, on remarque que la vitesse maximale du vent a été enregistrée au courant des mois de Mars 17,7 Km/h et Mai facilitant le transport des grains du pollen nulle au courant des mois de Aout Septembre et Octobre.

II.3. Présentation du verger d'étude

Notre travail a eu lieu dans l'exploitation agricole El firdaous de Monsieur el haj Mohamad, qui se situe à une distance de 50 km au sud – ouest de la ville de Biskra

(Figure 25).

Ourelal est l'une des communes et oasis constituants de Zab sahraoui (Gebli) limitée au Nord par Bouchagroune, au Sud par stil, et à l'Est par Mlili et à l'Ouest par Mkhadma. L'exploitation est moderne, caractérisée par une diversité végétale variétale élevée, s'étend sur une superficie de 100 ha, comprend 762 palmiers jeunes et adultes, dont 730 pieds

Chapitre I : Présentation de la région et le site d'étude

femelles et 32 pieds mâles (4%). Les cultivars sont variés citant : Deglet Nour; Mech degla; Ghars; Helwa; Tontbocht; Hamray; Safray; Itima et Arehti.

Les arbres fruitiers (les agrumes, figuier, grenadier, néflier, l'olivier, pommier, prunier, pêcher, l'abricotier) sont utilisées comme culture sous-jacente ainsi que le maraîchage de tomate, piment, aubergine, poivron. Et comme toute agriculture moderne, ou traditionnelle l'élevage ovin occupe aussi une grande place avec, canards, les chèvres. L'exploitation utilise un système d'irrigation en submersion et le goutte à goutte.



Figure 25: Images illustrant l'exploitation.

A decorative frame resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both featuring rounded ends and a slight shadow effect.

Chapitre II :

Materiel et méthodes

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Contexte : Notre travail vise à améliorer nos connaissances sur la diversité morphologique de quelques dokkars de la région de Biskra. Pour se faire nous nous sommes rapprochés de quelques phoeniciculteurs afin de nous autoriser à travailler sur leurs pieds. Malheureusement un seul phoeniciculteur a accepté de nous laisser travailler sur ces pieds.

II.1. Description morphologique et choix des cultivars

Dans ce présent travail, des prospections ont été faites et nous avons sélectionné et étudié, d'une manière aléatoire et en fonction de la proximité du centre ville, quatre cultivars "Dokkars" et femelles de palmier dattier de phénotype connu par l'agriculteur à savoir Hamray, Safray, Ghars et Horra dont l'âge varie de 7-15 ans et sont issues du semis par graine. Ces cultivars proviennent de la palmeraie de la région d'Ourelal, de la Wilaya de Biskra. On a choisi ces cultivars selon la disponibilité des pieds mâles et femelles. La caractérisation morphologique a été faite en suivant les descripteurs de l'IPGRI (2005). Une fiche d'enquête extraite du descripteur du palmier dattier (IPGRI, 2005) a été établie pour la collecte de renseignements sur la partie végétative et la partie reproduction pour les pieds mâles et femelles (cf. annexe VIII).

Pour la réalisation de cette partie du travail, des sorties sur terrain ont été effectuées au cours des différents stades phénologiques.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.1.1. L'arbre: Trois pieds mâles et femelles /cultivar ont été évalué par rapport à la vigueur, le nombre de rejets et l'aspect de la couronne (Figure 26).



GH



HM



HR



HM



SF



GH



HR

Figure 25 : Illustration des pieds femelles et mâles étudiés.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.1.2. Les palmes

Trois pieds /cultivar ont été évalués. Pour chaque pied trois palmes, ont été caractérisés pour les cultivars mâles et femelles (sur base de leur ressemblance avec les pieds femelles).

II.1.3. Les spathes mâles

Pour les quatre dokkars choisis, période fin mars-mi -mai, trois spathes mâles /pied ont été étudiés dont le poids, la longueur, la largeur, la forme ont été évalués (Figure 27). Une quantité de pollen collectée pour chaque pied et deux tests de viabilité, la coloration et la germination, sont décrits plus loin, ainsi que sa caractérisation en point de vue odeur et couleur.



a)HM



b) GH



c) HR



d) SF

Figure 27: les spathes étudiées des quatre cultivars

a)Hamray ; b) Ghars ; c)Horra ; d)Safray.

II.1.4. Les épillets: pour notre étude, 3 épillets ont été échantillonnés au hasard au niveau (base-milieu-haut) /spathe/pied et évalués pour leur longueurs totales ainsi que la partie à fleur et le nombre de fleurs par épillet (Figure 28).



Figure 28 : Illustration de la mesure de la longueur d'épillet et la partie à fleur.

II. 2. Méthodes d'évaluation

II.2.1. Caractérisation morphologique

Vu l'importance du pollinisateur sur la production dattier en terme de qualité et de quantité, notre prospection visée à caractériser morphologiquement quelques cultivars locaux, afin d'identifier des critères discriminants pour que le phoeniculteur puisse sélectionner les meilleurs dokkars à des stades plus précoces précédant la rentrée en production. Cette caractérisation s'est faite sur base des descripteurs IPGRI du palmier dattier, proposés par SEDRA (2001), et élaboré par une équipe de spécialistes maghrébins. A cette fin, nous avons pris lors de notre étude tous les descripteurs qualitatifs et quantitatifs repris dans le guide IPGRI (Tableaux 2,3 et 4) et des illustrations de mesures de certains traits sont reprises par les Figures (de 27 à 36).

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Tableau 2: Les descripteurs IPGRI de la spathe et des épillets.

Caractères	Abréviations
Nombre de spathe /pied	NSP/Pd
La longueur de la spathe	LSP
largeur max	Lr mSP
Poids	PD
Nombres d'épillets/spathe	NE/SP
Longueur d'épillet	L Ept
Longueur de la partie à fleur	LpràF
Nombre de fleurs/épillet	NbrF/Ept
La forme de la spathe	FrSp
L'odeur du pollen	ODR
La couleur du pollen	CLR
Mode de conservation	MdCs
La forme de conservation	FrCs

Tableau 3:Les descripteurs IPGRI pour l'arbre.

Caractères	Abréviations
La vigueur de l'arbre	VrA
port de l'arbre	PrA
L'aspect de la couronne	AsCrn
La forme du stipe	FrSt
Capacité de production des rejets	CPR

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Tableau 4: Les descripteurs IPGRI pour la palme.

Caractères	Abréviations
Longueur totale de la palme	LttP
Largeur max	LrMax
Longueur partie épineuse	LpE:
Epaisseur du rachis	ER:
Nombre moyen des épines/Palme	NME/Plm
Nombre d'épines/type de regroupement	NE/tr
Epaisseur max d'épine au milieu	EpME1/2
Nombre moyen de pennes/palme	NMPn/Plm
Nombre de pennes regroupées en Type (1)	NMPn/Plm(1)
Nombre de pennes regroupées en Type (2)	NMPn/Plm(2)
Nombre de pennes regroupées en Type (3)	NMPn/Plm(3)
Nombre de pennes regroupées en Type (4)	NMPn/Plm(4)
Nombre de pennes regroupées en Type (5)	NMPn/Plm(5)
Longueur max de penne au milieu	LMP1/2
Largeur max de penne au milieu	LrMPn
Indice d'espacement (a+ b+ c/ D)	Ind Esp
Espace du 1 ^{er} groupe de penne au 4 ^{me}	a, b, c, D
Longueur de la penne apicale	LPnA
Largeur de la penne apicale	LrPnA
Disposition des pennes en 1- 2- 3	DisPn
Largeur du kornaf	Krnaf
Circonférence du stipe	Cr S
La divergence apicale	DvgAp
Niveau de courbure de la palme	NivCrb
Angle de la palme	AngPlm
Angle dorsal au milieu penné	Ang Dr
Angle dorsal au milieu penné	Ang Vr
Rotation de la palme	RtPlm
Couleur du pétiole	Clr Ptl
Rigidité des épines	RgdEp
Couleur des pennes	Clr Pn
Flexibilité des pennes au milieu	FxPnM
Divergence apicale	DvgAp



Figure 29: La Kornaf.



Figure 30 : Illustration de la mesure de la longueur max de penne au milieu.



Figure 31: Illustration de la mesure de la largeur max de penne au milieu.



Figure 32: Illustration de la mesure de la largeur max de la palme.



Figure 33: Illustration de la mesure de la longueur totale de la palme.



Figure 34: La divergence apicale.



Figure 35: Illustration de la mesure de l'épaisseur max d'épine au milieu.



Figure 36: Illustration de la mesure de la longueur de la partie épineuse.

II.2.2. Caractérisation du pollen

Vu que le pollen joue un rôle dans l'expression de certaines caractéristiques du fruit. Il est donc primordial de réaliser des études sur ce dernier à fin de déceler d'éventuelles variations existantes entre les cultivars étudiés qui permettront, éventuellement, de dresser une liste de bons donneurs de pollen de bonne qualité.

La collecte du pollen à analyser s'est faite, à plusieurs reprises, dont la durée s'est étalée de fin mars-fin avril en raison de la période échelonnée de l'ouverture des spathes. Le pollen collecté a été séché à l'air libre et conservé dans le réfrigérateur à 4°C.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.2.2.1. Tests de viabilité

A- Test de coloration

Selon **Jahier** et al (1992) in **Tirichine** (1997), la qualité des pollens viables est évaluée par le colorant cytoplasmique "Bleu de méthyle". Une petite quantité de pollen (prélevée par une petite plume) est dispersée sur une goutte du colorant sur lame, puis recouverte par une lamelle (Figure 37). La préparation est observée sous microscope optique après une heure. Nous avons compté ceux qui sont colorés en bleu-vert (viables). Ceux non colorés restent bleu (non viables). Le comptage est effectué en observant 03 champs microscopiques (à raison de 100 pollens /champ).

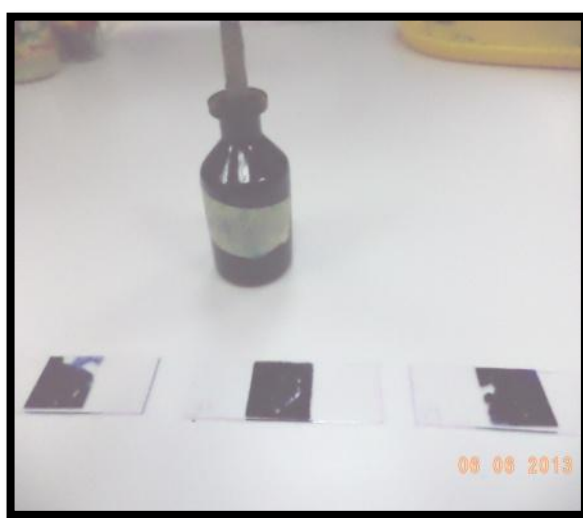


Figure 37: Illustration du Test de coloration.

B- Test de germination

Afin de pouvoir estimer de façon rapide et efficace le pouvoir germinatif du pollen, nous avons aussi opté pour la technique de germination *in vitro*. Nous avons utilisé le milieu Brewbacker et Kwack (1963), qui a été modifié et adapté au pollen de palmier dattier par Furr et Enriquez (1966). Le milieu solide, 100 ml, contient: 15 % de Saccharose, 0,05g de H_3BO_3 , 0,03g de $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, 0,02g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ et 0,01g de KNO_3 .

La stérilisation du milieu se fait à l'autoclave à 120°C pendant 20 mn. Le milieu de culture est ensuite coulé dans les boîtes de pétrie, à raison de 30 cm³/boîte (Figure 38). L'ensemencement, du pollen de chaque cultivar étudié, est effectué à l'aide d'un petit tamis saupoudré sur toute la boîte. L'incubation se fait pendant 24 heures, dans une étuve réglée

Chapitre II : Matériel et Méthodes

à 27°C et le pH est ajusté à 5,5. Le pourcentage de germination se définit comme étant le rapport entre le nombre de pollens germés et le nombre total de pollen mis à germer soit :

$$PG = \frac{\text{nombre de grains germés}}{\text{nombre total de grains mis à germés}} \times 100$$

Le dénombrement des pollens germés est effectué en examinant trois champs sous le microscope (à raison de 100 pollens / champ). La moyenne arithmétique correspond au pourcentage de germination (**Boughdiri, 1994**).



Figure 38: Illustration du Test de la germination.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.3. Méthodes d'analyses statistiques

II.3.1. Description des données

Pour mieux décrire les différentes variables morphométriques qui caractérisent chacun des cultivars de palmier dattier étudiés, nous avons calculés certains paramètres statistiques de base tels que la moyenne arithmétique ($\bar{x}$) et l'écart-type (s), qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne. Ces paramètres ont été calculés à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données XLSTAT version 2013 pour chacune des caractéristiques par cultivar.

II.3.1.1. Analyse de la variance (ANOVA)

Le test d'analyse de la variance à un critère ou à un facteur de classification consiste à comparer plus de deux moyennes de plusieurs populations à partir des données d'échantillons aléatoires simples et indépendants (Dagnelie, 2007).

La réalisation du test se fait soit en comparant la valeur de F_{obs} avec une valeur théorique $F_{1-\alpha}$ extraite à partir de la table F de FISHER pour un niveau de signification $\alpha=0.05$; 0.01 ou 0.001 et pour K_1 et K_2 degrés de liberté, soit en comparant la valeur de la probabilité p avec toujours les différentes valeurs de $\alpha= 5\%$, 1% ou 0.1%. Selon que cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau $\alpha= 0.05$; 0.1 ou 0.01, on dit conventionnellement que l'écart observé est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif. On marque généralement ces écarts d'un, deux ou trois astérisques (étoiles) (Dagnelie, 2007).

II.3.1.2. Méthodes statistiques multivariées

a- Recherche de cultivars similaires et les paramètres les plus discriminants : Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode exploratoire et descriptive (Dagnelie, 1986 ; Palm, 2000). Elle est utilisée pour interpréter une matrice de données sans structure particulière ne comportant, à priori, aucune distinction, ni entre les variables, ni entre les individus.

Elle a pour but de remplacer les p variables initiales fortement corrélées entre elles en p variables appelées composantes principales ou axes principaux synthétiques non corrélés entre eux et de variance progressivement décroissante. Les premières composantes

Chapitre II : Matériel et Méthodes

peuvent éventuellement faire l'objet d'une interprétation particulière et les dernières peuvent généralement être négligées (Dagnelie, 1986).

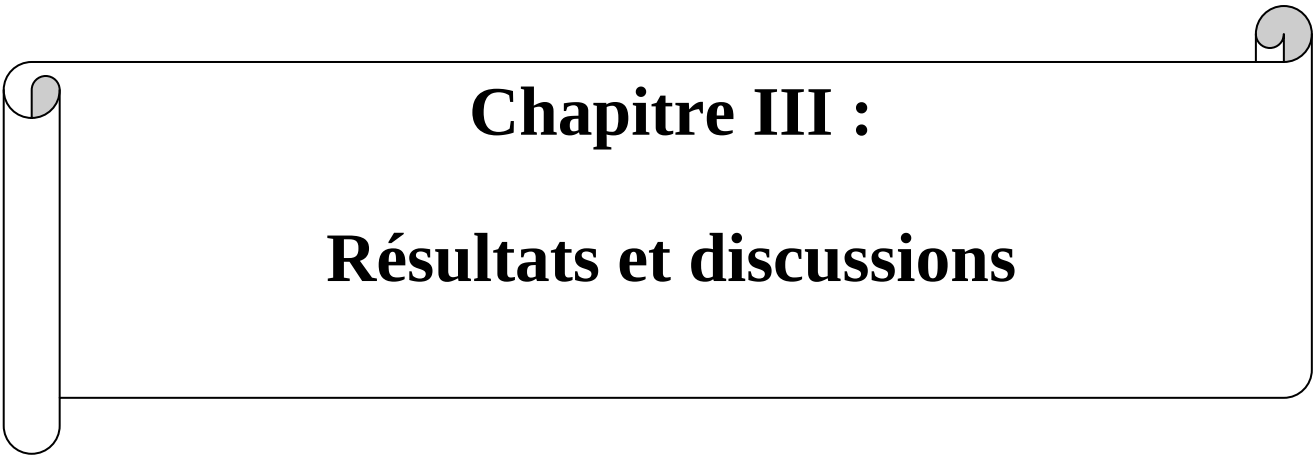
Dagnelie (1986), propose deux tests statistiques pour déterminer le nombre de composantes significatives à prendre en considération. Cependant, dans la pratique, l'expérience montre que ces tests conduisent souvent à considérer comme distincts, un nombre relativement élevé de composantes, dont certaines ne possèdent en fait aucun intérêt. Comme d'autre part, ces tests ne sont applicables que dans des conditions relativement strictes de normalité notamment. Certains auteurs préfèrent utiliser d'autres règles, les unes plus sommaires que les autres. Parmi celles-ci, citons l'idée de négliger a priori, pour toute la matrice de corrélations, les valeurs propres inférieures à l'unité, c'est-à-dire inférieures à la contribution moyenne des différentes variables (Dagnelie, 1986). Aussi, en ce qui nous concerne, nous ne prenons en considération que les composantes principales ayant une valeur propre, égale ou supérieure à l'unité. Cette méthode (ACP) a été appliquée à la matrice des données. Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel XLSTAT version 2013.

b- Recherche de classes de cultivars homogènes : classification hiérarchique

La recherche de groupes ou de classes de variétés homogènes peut également se faire par ce qu'on appelle la classification hiérarchique. Plusieurs méthodes sont proposées par Dagnelie (1986) pour atteindre ce but. Cependant, nous n'utiliserons que celle qui est proposée par Bouroche et Saporta (1980) et qui est reprise par Palm (2000) et Dagnelie (1986) et dont l'algorithme est programmé dans le logiciel XLSTAT version 2013. Cette méthode permet de déterminer le niveau de similitude ou de divergence entre les individus ou variétés et donne une répartition des individus ou variétés en groupes ou classes homogènes. C'est une méthode hiérarchique agglomérative qui utilise la procédure du lien moyen et la distance euclidienne pour classer les 4 cultivars en groupes aussi homogènes.

C - Analyse en Composante Multiples (ACM)

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est une méthode qui permet d'étudier l'association entre au moins deux variables qualitatives. Elle permet en effet d'aboutir à des cartes de représentation sur lesquelles on peut visuellement observer les proximités entre les catégories des variables qualitatives et les observations. Toute fois, cette analyse statistique élémentaire reste insuffisante pour identifier les interactions entre les différents paramètres et les paramètres significatifs permettant la classification des cultivars

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both featuring rounded ends and a slight shadow effect.

Chapitre III :

Résultats et discussions

Chapitre III : Résultats et discussions

Chapitre III : Résultats et discussions

L'un des objectifs de cette étude était de vérifier l'hypothèse et la règle générale adoptée par les phoeniculteurs dans leur choix de dokkars à retenir dans une palmeraie et qui consiste, en général, à prendre les caractères morphologiques comme critères de base, d'ailleurs le seul, pour choisir et déclarer l'appartenance d'un dokkar donné à un cultivar, pieds femelle, connu". Par ailleurs, il serait aussi intéressant de voir la variabilité existante entre et au sein des pieds mâles et femelles des mêmes cultivars. Ce modeste travail vise, aussi, à identifier les caractères morphologiques les plus discriminants qui permettent l'identification des ressemblances morphologiques entre les pieds mâles et femelles du même cultivar dans le but de ne garder que les dokkarsres semblant le plus au pied femelle du cultivar et de ce fait assurer une meilleure qualité pour la pollinisation.

III.1. Résultats de la caractérisation morphologique de la partie végétative

III.1.1. Pieds femelles

III.1.1.1. Descripteurs de la croissance de l'arbre

A. Evaluation des caractères qualitatifs

Tableau 5: Les résultats des observations des caractères qualitatifs

Cultivars	HM	SF	GH	HR
VrA	7,00	5,00	7,00	3,00
AsCrm	2,00	1,00	2,00	3,00
PrA	2,00	1,00	3,00	2,00
FrSt	1,00	1,00	1,00	1,00
CPR	7,00	3,00	5,00	7,00
NivCrb	3,00	3,00	1,00	3,00
AngPlm	2,00	1,00	1,00	2,00

Chapitre III : Résultats et discussions

AngDr	1,00	1,67	1,00	1,00
Ang Vr	2,00	2,00	2,00	2,00
RtPlm	1,00	0,00	1,00	1,00
ClrPtl	1,33	3,00	2,00	2,00
RgdEp	4,11	3,00	5,00	3,00
ClrPn	2,00	1,00	2,00	2,00
FxPn	3,00	3,00	3,00	3,00
DvgAp	3,00	5,00	3,00	5,00

D'après le Tableau 5, on remarque que la vigueur de l'arbre (VrA) la plus importante est enregistrée chez les cultivars Hamraya et Ghars et la plus faible chez le cultivar Horra. Pour l'aspect de la couronne (AsCrn), on note une différence, elle est moyenne chez les cultivars Hamray et Ghars, aéré chez le Safraya et dense chez Horra.

La capacité de production des rejets (CPR) est variable selon les cultivars, la plus forte est notée chez les cultivars Hamraya et Horra suivi par Ghars. Les cultivars présentent une variabilité du port de l'arbre (PrA), il est sphérique chez les cultivars Hamraya et Horra, alors qu'il est érigé et retombant chez le Safraya et Ghars respectivement.

En ce qui concerne les paramètres de la palme, en général, les cultivars présentent presque le même niveau de courbure au sommet de la palme (NivCrb) sauf pour le cultivar Ghars qui est au milieu. Aussi, pour la couleur du pétiole (ClrPtl), on a remarqué une différence de celle-ci et qui varie du jaune pour le cultivar Hamraya, noir pour le Safraya et marron pour Ghars et Horra. Les résultats ont montré que la rigidité des épines (RgdEp) se diffère aussi, elle est moyenne pour Hamraya et Ghars et souple pour le Safraya et Horra. Tous les cultivars présentent une couleur des pennes (ClrPn) vert olive sauf pour le cultivar Safraya, elle est vert jaunâtre. La divergence apicale (DvgAp) est faible pour les cultivars Hamraya et Ghars alors qu'elle est moyenne chez les cultivars Safraya et Horra. Les résultats indiquent que les cultivars présentent des pennes flexibles (FxPn).

Chapitre III : Résultats et discussions

B. Evaluation des caractères quantitatifs

Tableau 6 : Résultats des moyennes de répétitions des paramètres quantitatifs et leur signification

	HM	SF	GH	HR	Proba	Signification
Caractères	MOYENNES					
LttP	205,33	209,89	221,56	215,11	0,962	N.S
LrMaxPlm	58,44	48,00	56,00	60,78	0,190	N.S
LpEPlm	91,67	94,67	98,67	65,89	0,354	N.S
ERPlm	18,13	15,57	18,30	14,76	0,438	N.S
NME/Plm	34,44	32,00	34,78	20,56	0,070	N.S
NE/tr (1)	4,67	15,33	20,33	14,00	0,357	N.S
NE/tr (2)	37,33	33,33	38,67	22,00	0,078	N.S
NE/tr (3)	11,00	4,67	2,33	1,33	0,013	S
EpME 1/2	3,62	3,12	3,65	3,13	0,784	N.S
LME 1/2	10,89	11,06	12,50	6,50	0,072	N.S
NMPn/Plm	124,22	126,44	177,11	129,11	0,163	N.S
GPn1Plm	9,33	16,33	23,33	15,33	0,202	N.S
GPn2Plm	28,67	27,44	40,11	46,33	0,090	N.S
GPn3Plm	14,44	13,56	23,78	12,89	0,022	S
GPn4Plm	3,33	3,44	3,67	0,44	0,209	N.S
GPn5Plm	0,22	0,22	0,00	0,00	0,596	N.S
LMP 1/2	42,44	41,72	43,33	40,00	0,906	N.S
LrMPn 1/2	25,85	23,03	30,96	22,12	0,100	N.S
a	31,23	34,87	18,85	25,45	0,007	S
b	34,50	27,46	19,55	28,56	0,057	S
c	30,52	33,83	20,75	31,87	0,244	N.S
D	248,89	261,11	253,33	211,11	0,363	N.S
IndEsp	0,08	0,09	0,06	0,10	0,076	N.S
LPnAP	19,94	19,61	12,67	13,89	0,117	N.S
LrPnAP	14,25	11,38	9,82	11,15	0,051	S
DisPn (1)	33,22	37,67	55,11	19,56	0,001	T.H.S

Chapitre III : Résultats et discussions

DisPn (2)	40,56	45,33	54,44	69,33	0,160	N.S
DisPn (3)	44,44	39,78	50,89	41,00	0,421	N.S
Krnaf	12,33	11,12	11,11	9,00	0,036	S
Cr S	66,33	81,67	101,33	75,33	0,013	S

Les résultats de l'analyse de variance ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les quatre cultivars exceptés pour le nombre d'épines par type de regroupement en 3 (NE/tr (3)), le groupement des pennes en trois par palme (GPn3Plm), la distance entre le premier et le deuxième groupe des pennes (a), la distance entre le deuxième et le troisième groupe des pennes (b), la largeur de la penne apicale (LrPnAP) et la circonférence du Stipe (Cr S). La disposition des pennes en groupement de 1 (DisPn (1)) semble être le critère qui différencie le plus entre les pieds femelles étudiés où le cultivar Ghars possède le nombre le plus élevé et Horra le nombre le plus faible (Tableau 6).

La classification des groupes homogènes en fonction des paramètres ayant montrés une différence significative, indiquée dans le Tableau 7, fait ressortir que le cultivar Ghars forme un groupe distinct (A) pour le groupement des pennes en trois par palme (GPn3Plm) et la circonférence de la Stipe (Cr S), alors que les autres cultivars sont classés dans le même groupe (B). De même, la disposition des pennes en 1 (DisPn (1)) fait ressortir aussi, Ghars en un groupe distinct (A), avec la plus forte moyenne (55,12) et Horra, groupe C, avec la moyenne la plus faible (19,55). Pour le nombre d'épines groupées en 3 (NE/tr (3)), le cultivar Hamraya se distingue bien, groupe A, des 3 autres cultivars avec une moyenne de 3,67. Pour le reste des paramètres les cultivars Ghars et Hamraya sont classés dans deux groupes distincts, respectivement A et B, tandis que Safraya et Horra ont des moyennes qui oscillent entre les deux classes.

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 7: La classification des groupes homogènes pour les paramètres NE/tr (3) ; GPn3Plm ; a ; b ; LrPnAP ; DisPn (1) ; Kornaf ; Cr S

Paramètres significatifs	Groupes homogènes des cultivars			
	HM	SF	GH	HR
NE/tr (3)	A	B	B	B
GPn3Plm	B	B	A	B
a	A	A	B	A B
b	A	A B	B	A
LrPnAP	A	A B	B	A B
DisPn (1)	B	B	A	C
Krnaf	A	A B	A B	B
Cr S	B	B	A	B

III.1.1.2. Résultats de corrélation entre l'ensemble des paramètres morphologiques (seuil de signification 1%)

L'observation des résultats de la matrice de corrélation (Annexe II) révèle ce qui suit:

- Une forte corrélation négative, - 0.996, entre la disposition des penne en 3 (DisPn(3)) et la distance entre 3^{me} et 4^{me} groupe de penne de la palme (c Plm) ;
- le nombre de penne regroupées en type 1 par palme (GPn1Plm) à une forte corrélation négative, -0.999, avec la distance entre 2^{me} et 3^{me} groupes de penne par palme (b) ;
- aussi, une forte corrélation positive, 0.993, est observée entre la longueur max de l'épine au milieu (LME1/2) et la longueur de la partie épineuse (LpEPlm) ; ce dernier paramètre est aussi fortement corrélée, 0.995, avec le nombre de penne par palme regroupées en type 4 (GPn4Plm) ;

Chapitre III : Résultats et discussions

- il semble que la longueur de la penne apicale (LPnAPlm) a une forte corrélation positive, 0.991, avec le nombre de penes par palme regroupées en type 5 (GPn5Plm).

III.1.1.3. Résultats de l'Analyse en Composante Multiple (ACM)

L'ACM, permet en effet d'aboutir à des cartes de représentation sur lesquelles on peut visuellement observer les proximités entre les catégories des variables qualitatives et les observations. Elle a été appliquée pour l'ensemble des 15 caractères qualitatifs afin de déterminer ceux contribuant le plus à l'identification des 4 cultivars étudiés.

Tableau 8: Valeurs propres et le pourcentage d'inertie

Axes	F1	F2
Valeur propre	0,618	0,365
Inertie (%)	51,487	30,446
% cumulé	51,487	81,934
Inertie ajustée	0,349	0,102
Inertie ajustée (%)	67,500	19,822
% cumulé	67,500	87,323

D'après le Tableau 8, les inerties ajustées expliquées par les 2 axes de l'ACM sont respectivement de 67,50% et 19,82%, soit 87,32% de l'inertie totale. Cette forte représentativité des 2 axes de l'ACM témoigne de la présence d'une organisation phénotypique forte des cultivars étudiés. Les 15 caractères morphologiques pris en considération dans l'ACM contribuent d'une manière différente à l'inertie expliquée par les 2 axes. Cette contribution varie de 0% pour les variables: la forme du stipe (FrSt), l'angle ventral (AngVr) et la flexibilité des penes (FxPn), à 17,32% pour la production de rejets (CPR) et le port de l'arbre (PrA). (Tableau 9).

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 9 : Sommes et pourcentages des contributions des caractères qualitatifs étudiés à l'inertie totale expliquée par les axes 1 et 2

Les variables et modalités	F1		F2	
	Sommes des contributions des modalités	Pourcentages des contributions	Sommes des contributions des modalités	Pourcentages des contributions sur
VrA	0,11	10,79	0,09	8,72
AsCrn	0,11	10,79	0,09	8,72
PrA	0,11	10,55	0,17	17,32
FrSt	0,00	0,00	0,00	0,00
CPR	0,11	10,55	0,17	17,32
NivCrb	0,02	1,94	0,14	13,65
AngPlm	0,03	2,53	0,14	13,66
Ang Dr	0,10	10,44	0,00	0,33
Ang Vr	0,00	0,00	0,00	0,00
RtPlm	0,10	10,44	0,00	0,33
ClrPtl	0,11	10,50	0,02	1,83
RgdEp	0,06	5,52	0,14	13,66
ClrPn	0,10	10,44	0,00	0,33
FxPnM	0,00	0,00	0,00	0,00
DvgAp	0,06	5,52	0,04	4,14

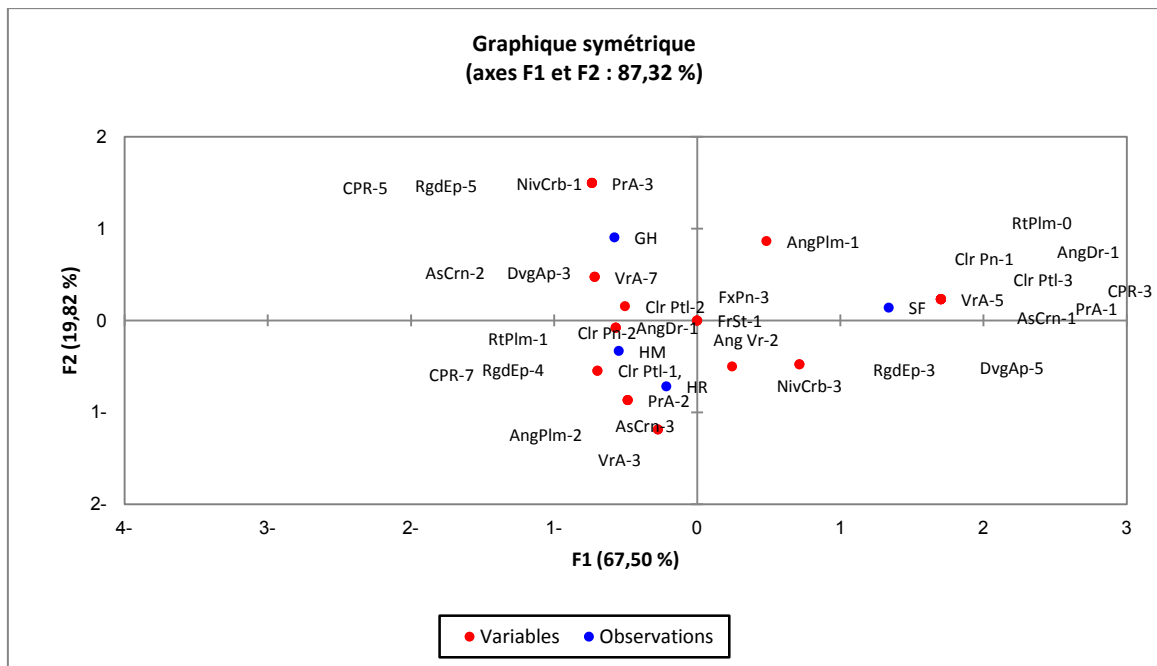


Figure 39: Représentation de la carte factorielle superposant les individus et variables des femelles engendrées par les deux axes.

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 10 : Coordonnées principales et cosinus carrés des variables

Les variables et modalités	Axe F1		Axe F2		Total des cosinus carré sur le plan 1-2
	Coordonnées	Cosinus carré	Coordonnées	Cosinus carré	
VrA-3	-0,273	0,025	-1,185	0,468	0,493
VrA-5	1,703	0,967	0,233	0,018	0,985
VrA-7	-0,715	0,511	0,476	0,227	0,738
AsCrn-1	1,703	0,967	0,233	0,018	0,985
AsCrn-2	-0,715	0,511	0,476	0,227	0,738
AsCrn-3	-0,273	0,025	-1,185	0,468	0,493
PrA-1	1,703	0,967	0,233	0,018	0,985
PrA-2	-0,485	0,235	-0,865	0,749	0,984
PrA-3	-0,734	0,180	1,498	0,748	0,928
FrSt-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CPR-3	1,703	0,967	0,233	0,018	0,985
CPR-5	-0,734	0,180	1,498	0,748	0,928
CPR-7	-0,485	0,235	-0,865	0,749	0,984
NivCrb-1	-0,734	0,180	1,498	0,748	0,928
NivCrb-3	0,245	0,180	-0,499	0,748	0,928
AngPlm-1	0,485	0,235	0,865	0,749	0,984
AngPlm-2	-0,485	0,235	-0,865	0,749	0,984
AngDr-1	-0,568	0,967	-0,078	0,018	0,985
AngDr-0	1,703	0,967	0,233	0,018	0,985
Ang Vr-2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RtPlm-0	1,703	0,967	0,233	0,018	0,985
RtPlm-1	-0,568	0,967	-0,078	0,018	0,985
Clr Ptl-1	-0,696	0,161	-0,546	0,099	0,261
Clr Ptl-2	-0,504	0,254	0,157	0,025	0,278
Clr Ptl-3	1,703	0,967	0,233	0,018	0,985
RgdEp-3	0,715	0,511	-0,476	0,227	0,738
RgdEp-	-0,696	0,161	-0,546	0,099	0,261
RgdEp-5	-0,734	0,180	1,498	0,748	0,928
Clr Pn-1	1,703	0,967	0,233	0,018	0,985
Clr Pn-2	-0,568	0,967	-0,078	0,018	0,985
FxPn-3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DvgAp-3	-0,715	0,511	0,476	0,227	0,738
DvgAp-5	0,715	0,511	-0,476	0,227	0,738

Sur base de la contribution moyenne des modalités, qui est de 3,03%, et les cosinus carrés, on constate que sur les 15 caractères morphologiques qualitatifs pris en considération,

Chapitre III : Résultats et discussions

Il semble contribuer fortement à l'explication de l'inertie des deux axes 1-2 supérieur à 10% excepté pour le caractère de la divergence apicale (DvgAp) (Tableaux 9 et 10). Il s'agit des variables: la vigueur de l'arbre (**VrA**); l'aspect de la couronne (**AsCrn**); le port de l'arbre (**PrA**); la capacité de production des rejets (**CPR**); le niveau de courbure de la palme (**NivCrb**); l'angle de la palme (**AngPlm**); l'angle dorsal (**Ang Dr**); la rotation de la palme (**RtPlm**); la couleur du pétiole (**ClrPtl**); la rigidité des épines (**RgdEp**); la couleur des pennes (**ClrPn**).

La projection des variables – individus des cultivars femelles sur les deux axes F1et F2 (Figure 39), indique qu'il ya une différence entre les cultivars expliquée par la différence au niveau phénotypique des paramètres étudiés, ce qui permet de distinguer trois classes différentes:

Classe I : regroupe le cultivar Safraya, caractérisée par beaucoup de paramètres: une vigueur d'arbre moyenne (VrA5), l'aspect de la couronne aéré (AsCrn1), le port de l'arbre érigé (PrA1), une faible production de rejets (CPR3), n'y a pas de rotation de la palme (RtPlm0), le pétiole d'une couleur noirâtre (ClrPtl3), les pennes de couleur vert-jaunâtre (ClrPn1) et l'angle dorsal aigu (Ang Dr2).

Classe II : présentée par le cultivar Ghars qui est caractérisé par: une forte vigueur d'arbre (VrA7); le port retombant (PrA3) avec une production moyenne de rejets (CPR5); une couleur du pétiole marron (Clr Ptl2); les pennes de couleur vert olive (ClrPn2);le niveau de courbure de la palme est au milieu (NivCrb1); les épines moyennement souples (RgdEp5), l'angle dorsal obtus (Ang Dr1), la rotation de la palme (RtPlm1).

Classe III : présentée par les cultivars Hamraya et Horra qui sont déterminés par une forte production des rejets (CPR7);le port sphérique (PrA2); le niveau de courbure de la palme est au 2/3 (NivCrb3); l'angle dorsal obtus (Ang Dr1);la rotation de la palme (RtPlm1); les pennes de couleur vert olive (ClrPn2); les épines moyennement souples (RgdEp5) ; et l'angle de la palme est non accentuée (AngPlm2).

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1.1.4. Résultats de l'Analyse en Composante Principale (ACP)

L'analyse en composante principale a été appliquée à la matrice des corrélations obtenue à partir de l'ensemble des 30 variables mesurées sur les 4 cultivars ayant fait l'objet de cette étude. L'objectif de l'analyse de ces paramètres quantitatifs est de déterminer la relation entre les caractères et évaluer ceux ayant la plus grande contribution dans la variabilité entre les cultivars et donc les plus discriminants qui permettront la comparaison entre les cultivars (**Sneath et Sokal, 1973**).

La recherche de variables qui sont très corrélées entre elles, et celles qui, au contraire qui ne le sont pas (Duby et Robin, 2006), va nous permettre d'identifier les caractères les plus discriminants qui vont nous permettre d'identifier les dokkars ayant le plus de ressemblance avec les pieds femelles d'un cultivar connu.

Tableau 11: Résultats de l'analyse sur les deux axes principaux

Axes	F1	F2
Valeur propre	14,369	12,342
Variabilité (%)	47,898	41,140
% cumulé	47,898	89,038

Les résultats de l'analyse ACP avec les 30 paramètres (Tableau 11) indiquent que le pourcentage de variabilité que nous avons obtenu est de 89, 038% associé respectivement aux axes 1 et 2. Ceci indique une forte variabilité entre les cultivars sur le plan morphologique avec des valeurs propres de 14,369 et 12,342 respectivement pour l'axe 1 et 2 (Figure 40).

La CP1 explique 47,897% de la variabilité totale a reçu une forte contribution de 13 paramètres (Tableau 12). Les variables : nombre moyen des pennes par palme (NMPn/Plm), le groupement des pennes en type 3 par palme (GPn3Plm), la longueur maximale de la penne au milieu (LMP1/2), la largeur maximum de la penne au milieu

Chapitre III : Résultats et discussions

(LrMPn1/2), la distance entre le troisième et le quatrième groupe des pennes (c), l'indice d'espacement (IndEsp), la disposition des pennes type 3 (DisPn(3)), et la circonférence du stipe (Cr S), sont bien représentées et ont eu la plus forte contribution à ce premier axe et à l'explication de la variabilité entre les individus.

Par contre, la CP2, qui explique 41,145%, a reçu une contribution de 11 variables (Tableau 12) avec une forte contribution positive des variables suivantes : la longueur de la partie épineuse (LpEPlm), le nombre moyen des épines par palme (NME/Plm), le nombre de pennes regroupées en type 2 par palme (GPn2Plm), la distance entre le premier et le quatrième groupe des pennes de la palme (D Plm), la disposition des pennes en 2 (DisPn(2)) et enfin la largeur du kornaf (Krnaf).

III.1.1.4.1. Représentation des variables: cercle de corrélation sur le plan 1-2

Généralement, les variables sélectionnées sont les plus significatives c'est à dire celles dont les corrélations entre variables / individus et les axes sont les plus importantes. En ACP, on considère que pour qu'une variable soit contributive à l'explication de la variabilité sur un axe donné, il faut que sa corrélation et sa corrélation au carré soit > 0.5 (50%). Aussi, selon Duby et Robin (2006), une variable sera d'autant mieux représentée sur un axe quand sa corrélation avec la composante principale correspondante est en valeur absolue proche de 1.

Tableau 12: Corrélation et corrélation au carré entre les variables morphologiques et les axes principaux (F1 et F2)

Chapitre III : Résultats et discussions

Numéro des variables	variables	Axes principaux				
		CP1		CP2		Plan factoriel 1-2
		Corr	Corr ² %	Corr	Corr ² %	Corr ² %
Var1	LttP	0,57	56,85	0,428	42,76	99,61
Var 2	LrMaxPlm	0,01	0,65	0,154	15,43	16,08
Var 3	LpEPlm	0,36	36,27	0,552	55,24	91,51
Var 4	ERPlm	0,42	42,18	0,383	38,26	80,44
Var 5	NME/Plm	0,18	18,26	0,814	81,44	99,70
Var 6	NE/trPm(1)	0,44	43,85	0,297	29,72	73,57
Var 7	NE/trPm(2)	0,37	37,38	0,626	62,62	100,00
Var 8	NE/trPm(3)	0,09	9,28	0,786	78,57	87,84
Var 9	EpME1/2	0,40	40,44	0,242	24,23	64,67
Var 10	LME1/2	0,47	46,65	0,487	48,65	95,30
Var 11	NMPn/Plm	0,96	96,02	0,038	3,75	99,77
Var 12	GPn1Plm	0,67	67,49	0,190	19,04	86,53
Var 13	GPn2Plm	0,04	3,99	0,846	84,64	88,63
Var 14	GPn3Plm	0,99	98,98	0,000	0,00	98,98
Var 15	GPn4Plm	0,28	27,91	0,654	65,44	93,35
Var 16	GPn5Plm	0,22	21,74	0,712	71,25	92,98
Var 17	LMP1/2	0,59	58,78	0,410	40,99	99,77
Var 18	LrMPn1/2	0,88	87,76	0,056	5,63	93,39
Var 19	aPlm	0,57	56,76	0,273	27,34	84,11
Var 20	b Plm	0,71	71,35	0,169	16,93	88,28
Var 21	c Plm	0,91	91,10	0,005	0,51	91,60

Chapitre III : Résultats et discussions

Var 22	D Plm	0,04	3,91	0,948	94,81	98,72
Var 23	IndEsp	0,90	90,13	0,096	9,64	99,77
Var 24	LPnAPlm	0,34	33,56	0,619	61,89	95,45
Var 25	LrPnAPlm	0,37	37,13	0,432	43,17	80,30
Var 26	DisPn(1)	0,86	86,49	0,080	7,98	94,47
Var 27	DisPn(2)	0,00	0,10	0,999	99,89	99,99
Var 28	DisPn(3)	0,86	86,11	0,018	1,79	87,89
Var 29	Krnaf	0,04	4,24	0,955	95,47	99,71
Var 30	Cr S	0,82	81,62	0,071	7,12	88,73

Concernant la représentation des variables sur le cercle des corrélations, une variable sera bien représentée sur un plan si elle est proche du bord du cercle des corrélations (Duby et Robin, 2006). La Figure 40 illustre le cercle des corrélations entre les différentes variables sur le plan factoriel 1-2 et permet de repérer rapidement les groupes de variables liées entre elles et celles opposées.

Pour l'axe 1: nous distinguons deux groupes;

✓ Le premier groupe dans l'extrémité positive, est formé par les paramètres dont la corrélation est importante : Var1 (LttP), Var11 (NMPn/Plm), Var12 (GPn1Plm), Var14(GPn3Plm), Var17 (LMP1/2), Var18 (LrMPn1/2), Var26 (DisPn(1)), Var28 (DisPn(3)) et Var30 (Cr S).

✓ Le deuxième groupe, de l'autre extrémité de l'axe, comprend les paramètres : Var19 (aPlm), Var20 (b Plm), Var21 (c Plm) Var23 (IndEsp) et qui sont corrélés négativement avec le premier groupe.

Pour l'axe 2 nous distinguons deux groupes ;

✓ le premier groupe dans l'extrémité positive;ne comprend que la disposition des pennes en type 2 (Var27) et le nombre de pennes regroupées en 2 (Var13).

Le deuxième groupe, de l'autre extrémité de l'axe est formé par : Var3 (LpEPlm), Var5 (NME/Plm), Var7 (NE/trPm(2)), Var8 (NE/trPm(3)), Var15 (GPn4Plm), Var16

Chapitre III : Résultats et discussions

(GPn5Plm), Var22 (D Plm), Var24 (LPnAPlm) et Var29 (Krnaf). Ces variables sont corrélées négativement avec les variables du premier groupe.

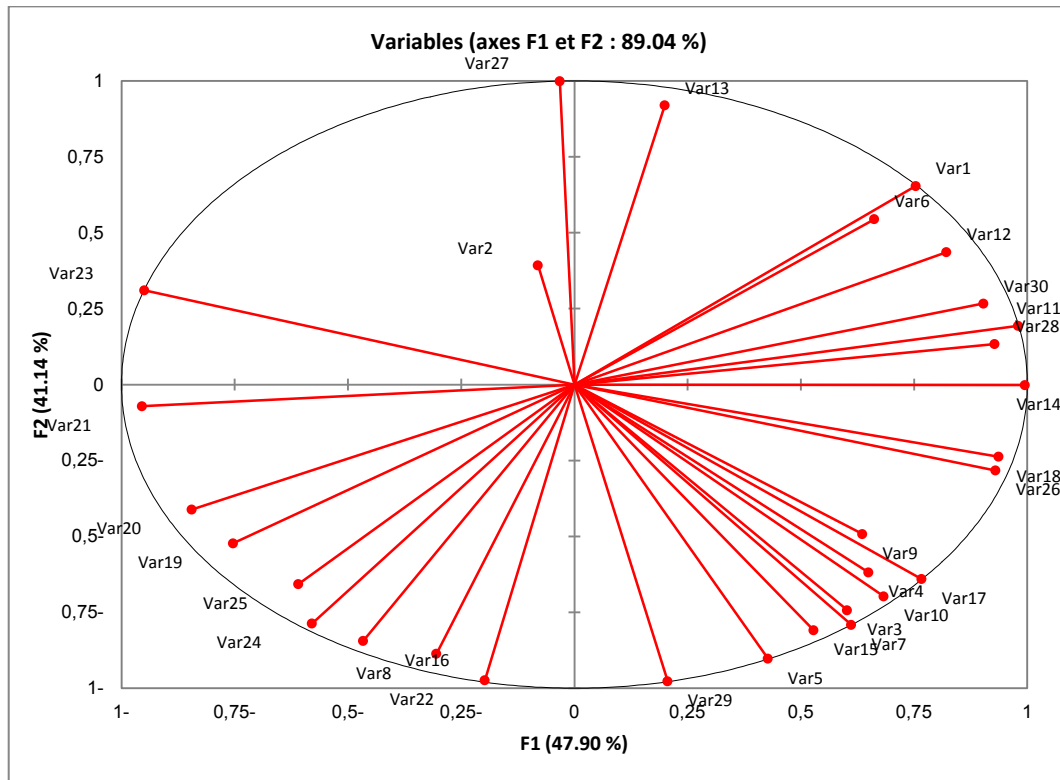


Figure 40: Cercle de corrélation des variables étudiées (F1 et F2).

III.1.1.4.2. Analyse du nuage de points-cultivars: graphique des individus (les cultivars)

Selon Duby et Robin (2006), pour qu'un individu (cultivar) soit bien représenté sur un plan, il faut calculer le cosinus carré, s'il est proche de 1 on peut dire qu'il est bien représenté par sa projection sur l'axe; et si deux individus sont bien représentés en projection sur un axe et proches on pourra, alors dire qu'ils sont proches dans l'espace. Ainsi, selon Palm (1998) et Morineau et Aluja-Banet (1998), la qualité de la représentation d'un point dans le plan peut être obtenue en additionnant les cosinus carrés relatifs aux deux axes qui donnent un pourcentage de la représentation du point sur le sous-espace défini par ces axes.

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 13: Cordonnées, contributions et cosinus au carré des cultivars (plan factoriel 1-2)

Axes	F1			F2			Plan factoriel 1-2
Cultivars	Contribution	Coordonnées	Cos ² %	Contribution	Coordonnées	Cos ² %	Cos ² %
HM	6,342	-1,909	13,61	38,97	-4,386	71,81	85,42
SF	4,597	-1,625	19,35	4,833	-1,545	17,47	36,83
GH	73,683	6,508	98,73	1,026	0,712	1,18	99,91
HR	15,379	-2,973	24,11	55,17	5,219	74,29	98,40

D'après le Tableau 13 on peut observer ce qui suit:

- la 1^{ère} composante principale est formée par le cultivar Ghars (GH) qui contribue le plus à la formation du 1^{er} axe ;
- La 2^{ème} composante principale est représentée par les cultivars Hamraya (HM) et Horra (HR) expliquant la variation obtenue dans le 2^{ème} axe.

Par contre, il est à noter que le cultivar Safraya (SF) contribue très faiblement à la formation des deux axes 1 et 2 avec 19.35 et 17.45%, respectivement sur l'axe 1 et 2 (Tableau 13). De plus, on remarque à travers les Figures 41 et 42, que les cultivars sont dispersés sur le plan ce qui signifie qu'il existe une diversité entre eux. La répartition de ces génotypes sur le plan est une preuve de leur distance dans l'espace, donc de leur distinction par rapport aux caractères de la partie végétative. Et sur cette base, nous pouvons dégager les groupes homogènes suivants:

Chapitre III : Résultats et discussions

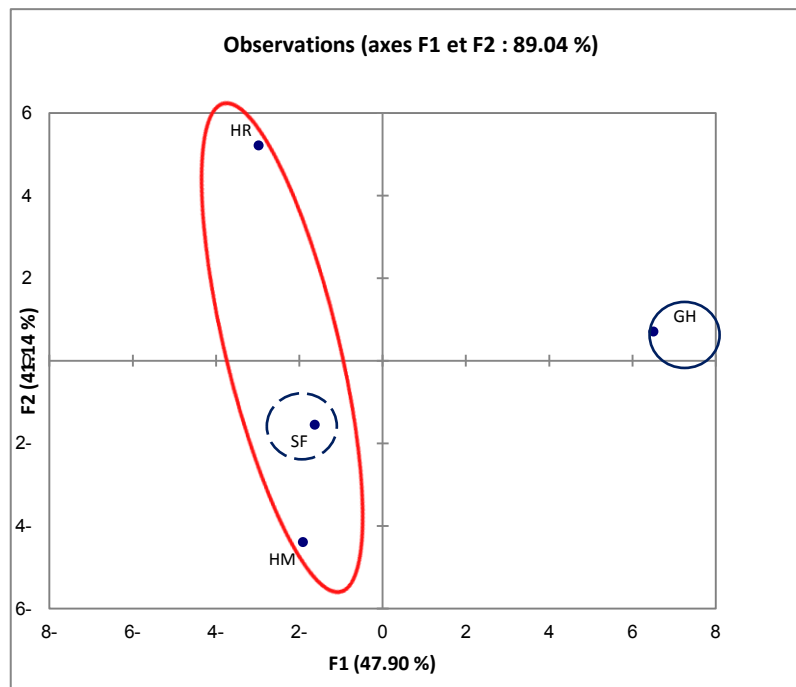


Figure 41: Représentation des individus sur le plan factoriel 1-2.

Legendre: HM: Hamraya; GH: Ghars; SF: Safraya; HR: Horra.

- ✓ Le cultivar Ghars (GH) est bien représenté par l'extrémité positive de l'axe 1 et contribue avec 73,68%. Pour le cultivar Safraya, (SF) il a une très faible contribution et il est mal représenté sur le plan factoriel 1-2, en additionnant les cosinus carrés relatifs aux deux axes, ils donnent un pourcentage inférieur à 50%.
- ✓ Le cultivar Hamraya (HM) est bien représenté sur l'axe 2 sur son extrémité négative et contribue avec 38,96%; alors que pour le cultivar Horra (HR), qui s'oppose à HM, sur l'extrémité positive de l'axe 2 contribue avec 55,17%. et ils sont très loin dans l'espace ce qui signifie qu'il existe une importante variabilité entre ces cultivars (Figure 41).

Chapitre III : Résultats et discussions

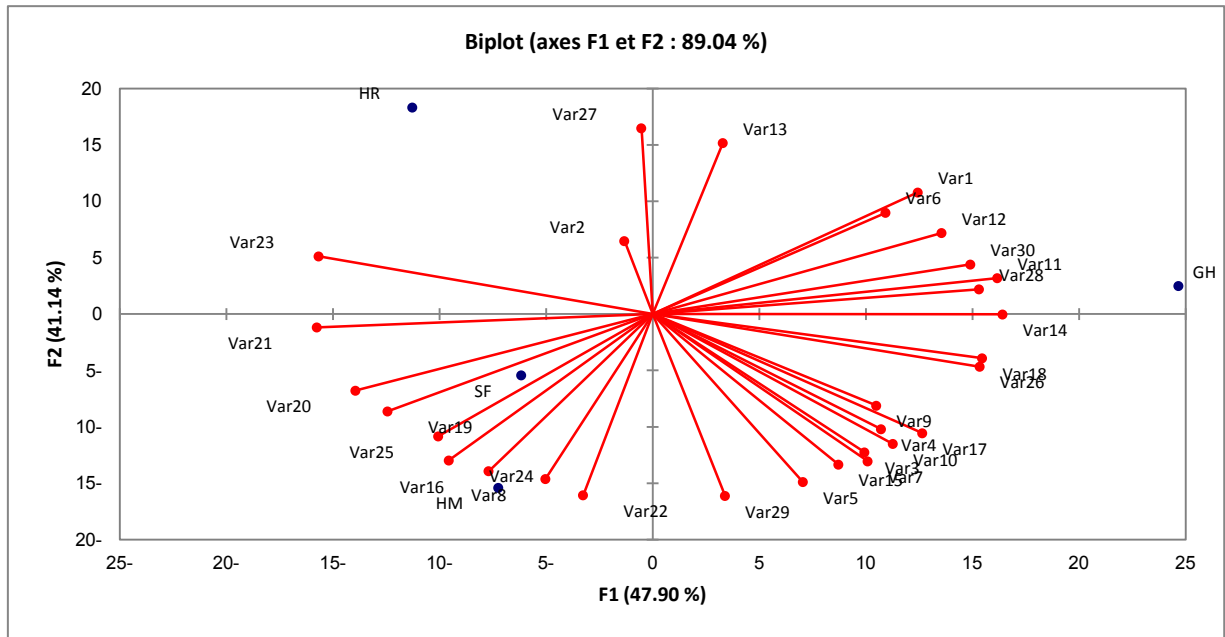


Figure 42: Projection des variables et des cultivars sur le plan factoriel 1-2.

En regroupant l'ensemble des analyses (variables - individus) nous constatons que les individus qui s'éloignent du centre vers la droite prennent les valeurs extrêmes des variables trouvant dans la même partie d'après la Figure 42, on peut caractériser les individus :

- ✓ Ghars se caractérise par : la longueur la plus importante de la palme (v1:Ltt), un nombre élevé d'épines groupées en 1 (v 6:NE/trPm(1)) ; grande épaisseur d'épine au milieu (v9: EpME1/2) ; un grand nombre de pennes (v11:NMPn/Plm) ; un nombre élevé de penne en 1 et en 3 (v12:GPn1Plm), (v14:GPn3Plm) ; une grande longueur et largeur de penne au milieu (v17:LMP1/2 ; v18:LrMPn1/2) ; un grand nombre de penne disposées en 1 et en 3 (v26:DisPn(1) ; v 28:DisPn(3)) ; grande mesure de diamètre de stipe (v 30:Cr S). Alors qu'il présente des valeurs minimales pour les valeurs suivantes : v19:aPlm ; v20:b Plm ; v21:c Plm ; v23:IndEsp.
- ✓ Horra : se caractérise par la largeur la plus importante de la palme (v2:LrMaxPlm), un nombre élevé des pennes groupées en 2 (v13:GPn2Plm) et la disposition des pennes en 2 la plus élevée (v27:DisPn(2)).
- ✓ Hamraya : se caractérise par la longueur de la partie épineuse et l'épine du milieu élevée (v3 : LpEPlm ; v10:LME1/2) ; un grand nombre d'épine/ palme et par type de regroupement en 2 et 3 (v5:NME/Plm ; 7:NE/trPm(2) ; 8 : NE/trPm(3)) ; de grande largeur et longueur de la penne apicale (v25:LrPnAPlm ; v24:LPnAPlm) ;

Chapitre III : Résultats et discussions

un nombre élevé de pennes groupées en 4 et en 5 (v15:GPn4Plm ; v16:GPn5Plm) ; v22:D Plm; grande dimension du kornaf (v29 : Krnaf), alors que pour le cultivar Safraya, il présente des valeurs proches de celles du cultivar Hamraya pour l'ensemble des variables suscitées.

III.1.1.5. La classification ascendante hiérarchique en fonction de trente paramètres quantitatifs

La CAH a produit un dendrogramme qui regroupe les 4 accessions étudiées du palmier dattier dans deux principaux groupes qui semblent phénotypiquement liés (Fig.43). Le niveau de dissimilarité varie de 0.42 à 1.2. Le premier groupe comprend les cultivars Hamraya (HM) et Safraya (SF).Le deuxième groupe renferme un seul cultivar, Ghars (GH). Le dernier groupe comprend aussi qu'un seul cultivar, Horra (HR) qui marque une grande divergence par rapport aux autres groupes (Tableau 14).

Tableau 14: La classification ascendante hiérarchique

Cultivars	Classe
HM	1
SF	1
GH	2
HR	3

Chapitre III : Résultats et discussions

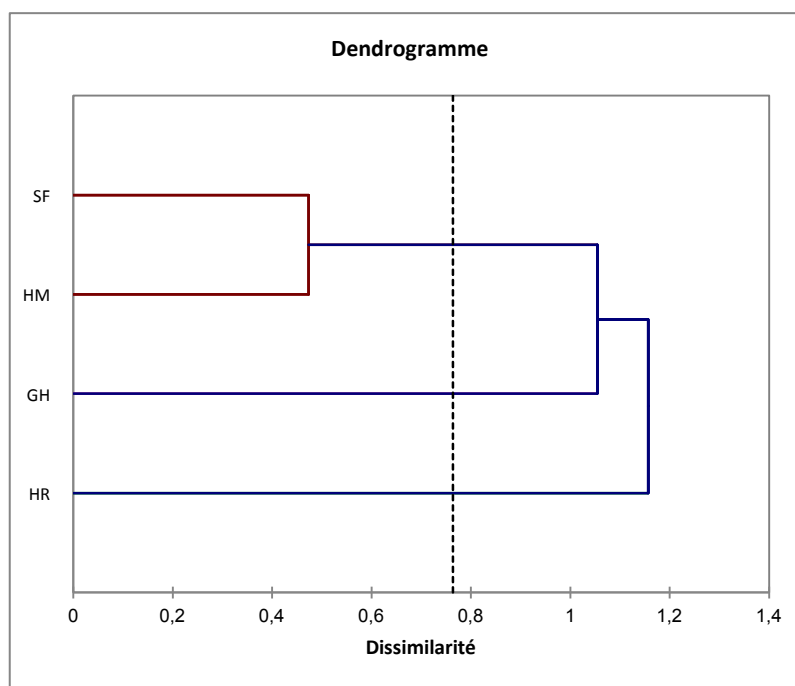


Figure 43 : Dendrogramme du regroupement des 4 cultivars (paramètres de la partie végétative).

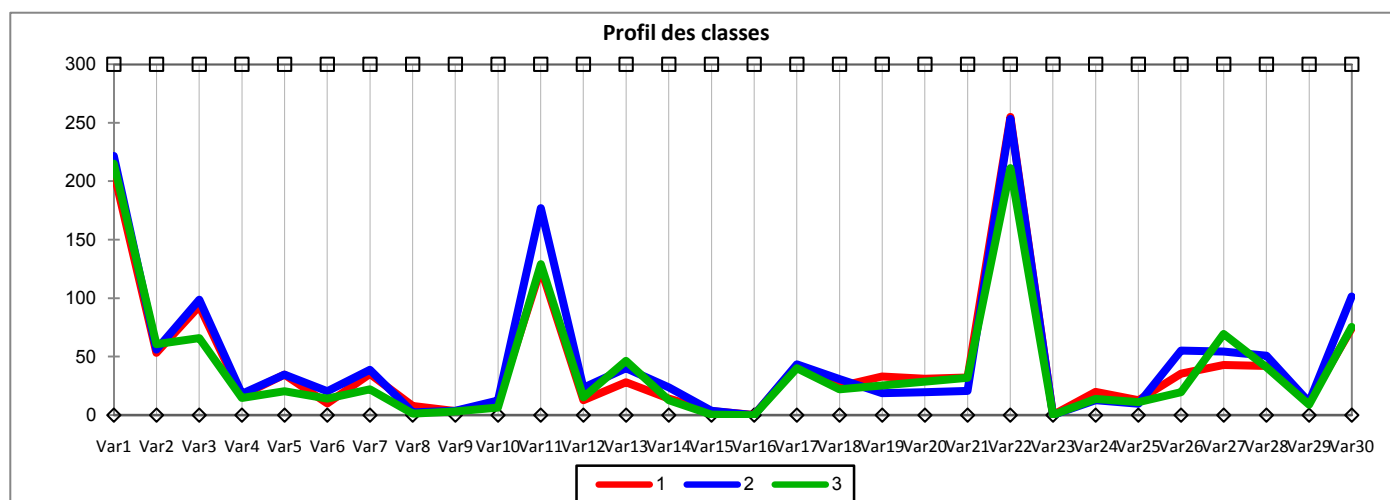


Figure 44: Profil illustrant les paramètres les plus discriminants entre les classes.

A travers la Figure 44, on remarque que les pics représentant les valeurs les plus importantes concernent les variables v1: LtP; v3: LpEPlm ; v5: NME/Plm; v7: NE/trPm(2); v11 : NMPn/Plm ; v13: GPn2Plm ; v17: LMPn1/2; v22: D; v27: DisPn(2) et v30: Cr S, qui

Chapitre III : Résultats et discussions

semblent être les caractères végétatifs les plus discriminants entre les cultivars dans cette étude.

Les cultivars Hamraya et Safraya, classe 1, détiennent la plus forte moyenne, de 261,11 mm, pour la distance mesurée entre 1^{er} et 4^{me} groupe de pennes (v22: D) et un nombre élevé d'épines/palme (v5: NME/Plm). Par contre, le cultivar Ghars, classe 2, détient les plus fortes moyennes, de 221,56 cm ; 98,67cm et 38,67 ; 177,11; 43,33 cm et 101,33 cm respectivement pour les caractères : la longueur totale de la palme (v1: LttP), la longueur de la partie épineuse (v3: LpEPlm), le nombre d'épines/type de regroupement 2 (v7: NE/trPm(2)) et le nombre moyen de pennes par palme (v11: NMPn/Plm), la longueur max de penne au milieu (v17: LMPn1/2) et la circonférence du stipe (v30:Cr S). Alors que le cultivar Horra, classe 3, détient le nombre le plus élevé de nombre de pennes regroupées en type 2 (v 13: GPn2Plm) et les pennes disposées en 2 (v 27 : DisPn(2)).

Chapitre III : Résultats et discussions

III.2.Pieds mâles (Dokkars)

III.2.1. Description de la croissance et de la palme

A. Evaluation des caractères qualitatifs de l'arbre

L'étude a été effectuée sur des palmiers avec une moyenne d'âge de 5 – 6 ans.

Tableau 15: Les résultats des observations des caractères qualitatifs de l'arbre

Caractères	Catégories	HM	SF	GH	HR
La vigueur de l'arbre	3. Faible 5. Moyenne 7. Forte	7	5	7	3
Port de l'arbre	1. Erigé 2. Sphérique 3. Retombant	2	1	3	2
l'aspect de la couronne	1. Aéré 2. Moyen 3. Dense	2	1	2	3
La forme du stipe	1. Cylindrique 2. Conique	1	1	1	1
Capacité de production des rejets	3. Faible 5. Moyenne 7. Forte	7	3	5	7

Les quatre dokkars étudiés ayant la même appellation que les pieds femelles, montrent une variabilité pour l'ensemble des descripteurs de l'arbre sauf pour la forme du stipe (**FrSt**) qui est cylindrique. Concernant la vigueur de l'arbre, elle est forte pour les dokkars Hamray et Ghars, moyenne à faible pour ceux de Safray et Horra respectivement.

Durant notre travail sur le terrain, nous avons constaté une différence entre les pieds mâles choisis, dont l'aspect de la couronne (**AsCrn**) est moyen pour les dokkars de Hamray et le Ghars, aéré pour celui de Safray, et dense pour les pieds de Horra. Cette variabilité semble être variable en fonction de type de port des pieds (Tableau 15). La capacité de produire des rejets se diffère d'un Dokkar à un autre, la plus forte production a été observée pour les Dokkars Hamray et Horra, moyenne chez le dokkar Ghars et la plus faible pour le dokkar Safray.

Chapitre III : Résultats et discussions

B. Evaluation des caractères qualitatifs de la palme

Tableau 16: Résultats des observations des caractères qualitatifs la palme

Caractères	Catégories	HM	SF	GH	HR
Niveau de courbure de palme	1. 1/2 2. 1/3 3. 2/3	3	3	1	3
Angle de la palme	1. Accentuée 2.Non Accentuée	2	1	1	2
Angle dorsal au milieu penné	1. Obtus 2.Aigu	1	1	1	1
Angle ventral au milieu penné	1. Obtus 2.Aigu	2	2	2	2
Rotation de la palme	0. Non 1.Oui	1	1	1	1
Couleur du pétiole	1. Jaunâtre 2.Marron 3.Noirci	1	3	2	2
La rigidité des épines	3. Souple 5. Moyenne 7. rigide	3	3	5	3
Couleur des pennes	1. Vert jaunâtre 2.Vert olive 3.Bleuâtre	2	1	2	2
Flexibilité des pennes au milieu	1. Légère 2. Moyenne 3. Prononcé	1	1	1	1
La divergence apicale	3. Faible 5. Moyenne 7. Forte	3	5	3	5

D'après les résultats d'observations portés au Tableau 16, les palmes des dokkars étudiés présentent une ressemblance au niveau de quelques paramètres, à savoir: l'angle dorsal et ventral au milieu penné, la rotation de la palme et la flexibilité des pennes au milieu. Aussi, on remarque que trois dokkars présentent une couleur identique des pennes, vert olive, sauf les pennes du dokkar Safray qui sont de couleur vert jaunâtre. D'autre part, des différences sont observées pour les autres traits, à savoir celle de la couleur du pétiole qui est jaune pour le dokkar Hamray, marron pour les dokkars de Ghars et Horra, et noire pour celui de Safray.

Aussi, ces dokkars présentent des différences pour la rigidité des épines. Elle est moyenne pour le dokkar Ghars et souple pour les autres Dokkars étudiés.

Chapitre III : Résultats et discussions

III.2.2. Description des caractères qualitatifs de l'inflorescence et du pollen

Le tableau 17 montre les caractères qualitatifs de la spathe et le pollen pour les quatre dokkars étudiés.

Tableau 17: Les résultats des observations des caractères qualitatifs de l'inflorescence et du pollen

Caractères	Catégories	HM	SF	GH	HR
La forme de la spathe	1. Lancéolée 2.Fusifforme 3.Gonflée	3	1	2	2
Odeur	1. Forte 2.Faible	1	2	2	1
La couleur	1. Blanchâtre 2.Jaunâtre	1	1	2	1
Mode de conservation	0. Aucun 1. Aire libre 2.Réfrigérateur	1	1	1	1
La forme de conservation	1. Spathe 2.Epillet 3.Poudre	1	1	1	1

D'après les résultats rapportés dans le Tableau 17, nous remarquons que les quatre dokkars sélectionnés présentent beaucoup plus des différences au niveau de la forme de la spathe, elle est gonflée chez le dokkar Hamray, lancéolée pour celui de Safray et fusiforme chez les pieds de Ghars et de Horra.

Le pollen des quatre dokkars est conservé à l'air libre généralement sous forme de spathe ou épillets. Le pollen a une couleur blanchâtre chez les dokkars excepté celui du dokkar Ghars caractérisé par une couleur jaunâtre.

L'odeur du pollen est forte pour les dokkars Hamray et Horra alors que celle des deux autres est faible.

Chapitre III : Résultats et discussions

III.2.3. Evaluation des caractères quantitatifs de reproduction

III.2.3.1. Analyse de la variance (ANOVA)

Tableau 18 : Les Résultats des moyennes de répétitions des paramètres de reproduction des dokkars étudiés et leurs significations:

Numéro des variables	Variables	Moyennes des paramètres évalués par dokkars				Probabilité	Signification
		HM	SF	GH	HR		
Var 1	NSP/Pd	15	17,33	9,00	6,67	0,015	S
Var 2	LSP	69,67	55,50	54,33	49,50	0,039	S
Var 3	LrmSP	18,33	18,00	16,00	15,00	0,367	NS
Var 4	PD (g)	416,667	145,00	196,667	557,67	0,008	THS
Var 5	NE/SP	120,33	71,33	80,67	91,00	0,265	NS
Var 6	L Ept	24,78	20,12	19,56	15,39	0,038	S
Var 7	NbrF/Ept	116,78	56,44	43,11	37,78	< 0,0001	THS
Var 8	LpràF	17,89	14,33	14,72	10,56	0,027	S
Var 9	T germ%	93,33	50,00	66,67	0,67	< 0,0001	THS
Var 10	Colr test	81,33	43,67	63,33	47,33	< 0,0001	THS

Il y a une haute différence significative entre les dokkars concernant les paramètres de reproduction exceptés pour : la largeur max de la spathe (**LrmSP**) et le nombre d'épillets par spathe (**NE/SP**). Le Poids de la spathe (**PD**), le nombre de fleurs par épillet (**NbrF/Ept**), le teste de germination (**T germ%**) et teste de coloration (**Colr test%**) avec des différences très hautement significatives, semblent être les paramètres qui différencie

Chapitre III : Résultats et discussions

le plus entre les dokkars étudiés où le dokkar Hamray possède les valeurs les plus élevées et celui de Horra les valeurs les plus faibles excepté pour le taux de coloration et le poids, (Figure 45, Tableau 18).

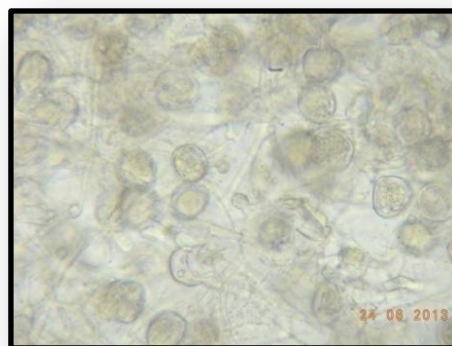
En effet, les résultats de l'analyse de variance reportés dans le Tableau 18, indique que le nombre de spathe par pied (NSP/Pd), se diffère d'un dokkar à un autre avec une moyenne de 17 pour les pieds de Safray, 15 pour ceux de Hamray, 9 pour le dokkar Ghars, et 6 pour celui de Horra. En ce qui concerne, la longueur totale de la spathe (LSP), elle varie de 49,50 cm pour le dokkar Horra à 69,67 cm pour les pieds de Hamray. De même, pour la largeur des spathes (LrmSP), celles des dokkars Hamray et Safray ont enregistrées les valeurs les plus élevées 18 cm, par rapport à celles mesurées sur les pieds de Ghars et Horra (Tableau 18).

Concernant le poids de la spathe (PD), les cultivars expriment une nette différence, les valeurs varient de 145,00 g pour le dokkar de Safraya à 557 g pour les spathes de Horra.

Le nombre d'épillets/spathe est représenté comme suit: 120 épillets pour Hamray, 71 pour Safray, 80 pour Ghars enfin 91 pour Horra. La longueur d'épillets est rapprochée chez les cultivars 24,78 cm pour Hamray; 20,12 cm pour Safray ; 19,56 cm pour Ghars; 15,39 cm pour Horra. Une différence relativement moyenne est observée pour les caractéristiques des épillets, la longueur de la partie à fleurs et le nombre de fleurs par épillets entre les dokkars excepté pour le dokkar Horra qui présente les plus faibles valeurs (Tableau 18). Les résultats des tests de germination montrent une grande différence entre les pollens des différents dokkars. En fait, le taux de germination le plus élevé, 93,33%, est observé pour le dokkar Hamray et le plus faible taux, 0,67%, est exprimé par le dokkar Horra.



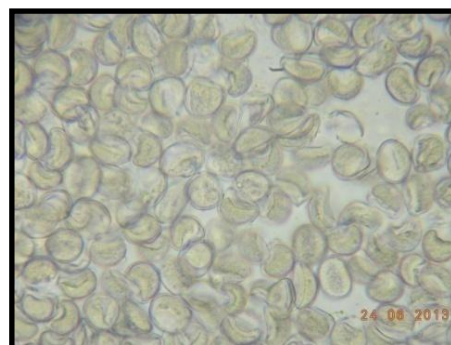
HM



SF



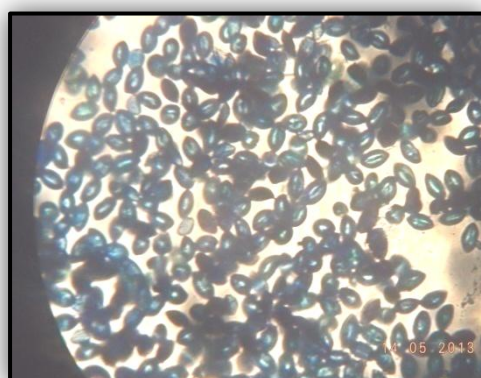
GH



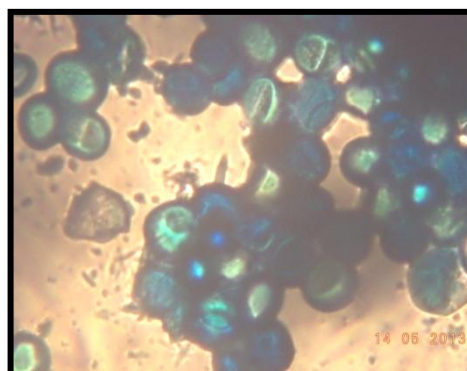
HR

Figure 45: Illustration des grains de pollen pour le teste de germination.

La même tendance est observée pour les résultats du test de coloration, excepté pour les pollens des dokkars Safray qui détient le taux le plus faible 43,67% et Horra avec 47,33% (Figure 45, Tableau 18).



HM



SF

Figure 46: Illustration du teste de coloration des grains de pollen chez les cultivars Hamray (HM) et Safray (SF).

Tableau 19: La classification des groupes homogènes pour les paramètres très hautement significatifs, le poids de la spathe (PD), le nombre de fleurs par épillets (NbrF/Ept), test de germination (T germ%) et le test de coloration (Colrtest%)

Paramètres significatifs	Groupes homogènes des dokkars			
	HM	SF	GH	HR
PD (g)	A	B	B	A
NbrF/Ept	A	B	B	B
T germ%	A	B	B	C
Colr test%	A	C	B	C

La classification des groupes homogènes en fonction des paramètres ayant montrés une différence très hautement significative, indiquée dans le Tableau 19, fait ressortir que le dokkar Hamray forme un groupe distinct (A) avec les valeurs les plus élevées pour les quatre paramètres hautement significatifs. Par contre, le dokkar Horra forme, à lui seul, le groupe (C) pour le taux de germination du pollen (T germ%) et se classe dans le groupe (C) avec le

Chapitre III : Résultats et discussions

dokkar Safray pour le taux de coloration du pollen (Colr test%). En ce qui concerne les autres paramètres, les dokkar sont classés dans le groupe (B) (Tableau 19).

Tableau 20: La classification des groupes homogènes pour les paramètres nombre de spathe par pieds (NSP/Pd), la longueur de la spathe (LSP), la longueur de l'épillet (L Ept) et la longueur de la partie à fleur (LpràF)

Paramètres significatifs	Groupes homogènes des dokkar			
	HM	SF	GH	HR
NSP/Pd	A B	A	B C	C
LSP	A	A B	A B	B
L Ept	A	A B	A B	C
LpràF	A	A B	A B	B

Pour les paramètres ayant des différences significatives entre les dokkar. Les résultats reportés dans le Tableau 20, font ressortir que le dokkar Horra est classé seul dans le groupe (C) pour la longueur de l'épillet (L Ept). Alors que pour les autres paramètres les dokkar ont des moyennes qui oscillent entre les trois classes (A, B et C) (Tableau 20).

Chapitre III : Résultats et discussions

III.2.4. Evaluation des caractères quantitatifs végétatifs de la palme

III.2.4.1. Analyse de la variance (ANOVA)

Tableau 21: Résultats des moyennes des paramètres végétatifs des dokkars étudiés

Numéro des variables	Paramètres végétatifs	Les moyennes des paramètres par dokkars				Probabilité	Signification
		HM	SF	GH	HR		
Var1	LttP	221,44	164,17	189,67	207,89	0,524	NS
Var 2	LrMaxPlm	64,11	67,67	60,56	68,83	0,863	NS
Var 3	LpEPlm	90,56	70,44	86,83	84,78	0,742	NS
Var 4	ERPlm	12,69	13,27	11,81	11,41	0,886	NS
Var 5	NME/Plm	41,44	31,11	30,22	34,78	0,462	NS
Var 6	NE/trPm(1)	33,33	7,67	18,00	10,33	0,013	S
Var 7	NE/trPm(2)	46,00	31,67	22,67	39,00	0,240	NS
Var 8	NE/trPm(3)	4,67	4,67	3,33	5,00	0,971	NS
Var 9	EpME1/2	6,63	6,64	6,36	5,65	0,342	N S
Var 10	LME1/2	11,17	13,00	10,17	10,50	0,362	N S
Var 11	NMPn/Plm	124,67	91,33	135,89	128,11	0,243	N S
Var 12	GPn1Plm	5,44	2,44	6,22	17,33	0,014	S
Var 13	GPn2Plm	25,78	20,89	27,67	30,33	0,729	N S
Var 14	GPn3Plm	11,22	11,78	15,89	13,33	0,477	N S
Var 15	GPn4Plm	1,67	2,67	4,00	0,78	0,459	N S

Chapitre III : Résultats et discussions

Var 16	GPn5Plm	0,22	0,44	1,11	0,00	0,274	N S
Var 17	LMP1/2	46,11	42,56	38,56	41,89	0,574	N S
Var 18	LrMPn1/2	25,25	22,78	23,93	23,84	0,832	N S
Var 19	aPlm	26,67	24,10	24,26	24,03	0,972	N S
Var 20	b Plm	25,97	25,49	25,62	27,50	0,989	N S
Var 21	c Plm	23,84	28,46	29,06	26,41	0,885	N S
Var 22	D Plm	258,33	268,33	233,87	239,26	0,739	N S
Var 23	IndEsp	0,31	0,30	0,31	0,35	0,973	N S
Var 24	LPnAP	21,33	22,39	16,44	24,17	0,073	N S
Var 25	LrPnAP	16,19	13,05	10,70	10,54	0,045	S
Var 26	DisPn(1)	55,33	80,00	75,33	83,33	0,371	N S
Var 27	DisPn(2)	39,33	70,00	44,00	77,33	0,229	N S
Var 28	DisPn(3)	64,00	77,33	84,67	79,33	0,628	N S
Var 29	Krnaf	12,44	10,33	10,22	10,39	0,376	N S
Var 30	Cr S	92,67	76,67	82,33	70,00	0,654	N S

Les résultats de l'analyse de variance des moyennes des paramètres végétatifs, montrent qu'il y a une légère différence significative entre les dokkars pour les paramètres évalués. En effet, sur les 30 variables quantitatives analysées, il n'y a de différences significatives entre les quatre dokkars que pour 3 variables, à savoir : le nombre d'épines par type de regroupement en 1(**NE/tr (1)**), groupement des pennes en 1(**GPn1**) et la largeur de la penne apicale (**LrPnAPlm**) (Tableau21).

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau 22: La classification des groupes homogènes pour les paramètres significatifs

Paramètres significatifs	Groupes homogènes des dokkars			
	HM	SF	GH	HR
NE/trplm(1)	A	B	B	B
GPn1plm	B	B	B	A
LrPnAPlm	A	A B	B	B

La classification des groupes homogènes en fonction des paramètres indiqués dans le Tableau 22, montre que le dokkar Hamray est classé seul dans le groupe (A) pour le nombre d'épines groupées en 1(**NE/tr (1)**) alors que le dokkar Horra se distingue seul dans le groupe (A) pour le nombre de pennes groupées en 1(**GPn1**). Pour la largeur de la penne apicale (**LrPnAP**), les dokkars sont partagés entre les groupes A et B. (Tableau 22).

III.2.4.2. Résultats de corrélation entre l'ensemble des paramètres morphologiques (seuil de signification 1%)

L'observation des résultats de la matrice de corrélation (Annexe VI, VII) révèle ce qui suit:

- Une forte corrélation positive est constatée, 0.960, entre le nombre de spathe/pied (NSP/Pd) et sa largeur max (LrmSP) ;
- la longueur de la spathe (LSP) a une corrélation positive, 0.961, 0.986, avec la longueur de l'épillet (L Ept) et la longueur de la partie à fleur (LpàF), respectivement;
- le teste de germination (T germ%) a une forte corrélation positive, 0.986, avec la longueur de la partie à fleur (LpàF), ce dernier paramètre est aussi corrélé positivement, 0.989, avec la longueur de l'épillet (L Ept) ;
- Une forte corrélation négative, -1.00, est observée entre le groupement des pennes en type 5 (GPn5Plm) et le nombre d'épines type 3 (NE/tr(3)) ;
- L'épaisseur max de l'épine au milieu (EpME1/2) engendre une forte corrélation positive, 0.999, avec la largeur de la penne apicale (LrPnAP);
- Il y a une forte corrélation négative, -0.989 marquée entre le nombre moyen des pennes par palme (NMPn/Plm) et la longueur max de l'épine au milieu (LME1/2) ;

Chapitre III : Résultats et discussions

- Une forte corrélation positive est notée, 0.995, entre l'indice d'espacement (IndEsp) et le groupement des pennes en type 1 (GPn1Plm);
- Il semble que la distance entre le 1^{er} et le 2^{me} groupe de pennes (a) à une forte corrélation positive, 0,990, avec la largeur du kornaf (Krnaf) et négative, -0.989, avec la disposition des pennes en 1(DisPn (1)).

III.2.4.3. Résultats de l'Analyse en Composante Multiples (ACM)

L'ACM, expliquée plus haut dans la partie pieds femelles, a été appliquée pour les pieds mâles à l'ensemble des 20 caractères qualitatifs afin de déterminer ceux qui contribuent le plus à l'identification des 4 dokkars étudiés.

Tableau 23: Valeurs propres et pourcentages d'inertie

Axes	F1	F2
Valeur propre	0,533	0,360
Inertie (%)	48,492	32,685
% cumulé	48,492	81,177
Inertie ajustée	0,259	0,106
Inertie ajustée (%)	61,242	25,109
% cumulé	61,242	86,351

Greenacre et al., (2005), ont proposé d'utiliser l'inertie ajustée car elle est plus proche à la réalité, d'après le Tableau 23, les inerties ajustées expliquées par les 2 axes de l'ACM sont respectivement de 61,24% et 25,10%, soit 86,35% de l'inertie totale ajustée exprimant la variabilité entre les dokkars. Cette forte représentativité des 2 axes de l'ACM témoigne de la présence d'une organisation phénotypique relativement forte des dokkars étudiés mais relativement moins prononcée que celle observée chez les palmiers femelles.

Les 20 caractères morphologiques qualitatifs pris en considération dans l'analyse ACM contribuent d'une manière différente à l'inertie expliquée par les 2 axes. Cette contribution varie de 0% à 13, 89 (**Tableau 24**). Les caractères qualitatifs qui contribuent le plus sont : la couleur des pennes (Clr Pn), la couleur du pétiole (Clr Ptl), l'angle dorsal au milieu penné (AngDrPlm), la capacité de production des rejets (CPR), l'aspect de la couronne (AsCrn), le port de l'arbre (PrA), la vigueur de l'arbre (VrA), la forme de la spathe (FrSp), le niveau de courbure de palme (NivCrb), l'angle de la palme (AngPlm), la rigidité des

Chapitre III : Résultats et discussions

épinés (RgdEp), la couleur du pollen (CLR), l'odeur (ODR), la rotation de la palme (RtPlm).

Tableau 24: Les moyennes et les pourcentages des contributions des variables

Les variables	F1		F2	
	Somme des contributions des modalités	Pourcentages des contributions	Somme des contributions des modalités	Pourcentages des contributions
FrSp	0,09	9,27	0,03	3,11
Odr	0,03	2,64	0,10	9,96
Clr	0,01	1,34	0,12	11,84
Mdcs	0,00	0,00	0,00	0,00
Frcs	0,00	0,00	0,00	0,00
VrA	0,09	9,37	0,04	3,92
AsCrn	0,09	9,37	0,04	3,92
PrA	0,09	9,22	0,14	13,89
FrSt	0,00	0,00	0,00	0,00
CPR	0,09	9,22	0,14	13,89
NivCrb	0,01	1,34	0,12	11,84
AngPlm	0,03	2,64	0,10	9,96
Ang Dr	0,09	9,20	0,00	0,04
Ang Vr	0,00	0,00	0,00	0,00
RtPlm	0,09	9,20	0,00	0,04
ClrPtl	0,09	9,27	0,03	3,11
RgdEp	0,04	4,37	0,12	12,21
ClrPn	0,09	9,20	0,00	0,04
FxPnM	0,00	0,00	0,00	0,00
DvgAp	0,04	4,36	0,02	2,22

Tableau 25: Coordonnées principales et cosinus carrés des variables

Chapitre III : Résultats et discussions

Les variables	Axe F1		Axe F2		Total des cosinus carrés sur le plan 1-2
	Coordonnées	Cosinus carré	Coordonnées	Cosinus carré	
FrSp-1	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
FrSp-2	-0,502	0,252	0,352	0,124	0,376
FrSp-3	-0,711	0,168	-0,799	0,213	0,381
ODR-1	-0,531	0,282	-0,846	0,716	0,998
ODR-2	0,531	0,282	0,846	0,716	0,998
CLR-1	0,218	0,142	-0,533	0,851	0,994
CLR-2	-0,654	0,142	1,598	0,851	0,994
MdCs-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FrCs-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VrA-3	-0,351	0,041	-0,894	0,267	0,308
VrA-5	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
VrA-7	-0,682	0,466	0,400	0,160	0,625
AsCrn-1	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
AsCrn-2	-0,682	0,466	0,400	0,160	0,625
AsCrn-3	-0,351	0,041	-0,894	0,267	0,308
PrA-1	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
PrA-2	-0,531	0,282	-0,846	0,716	0,998
PrA-3	-0,654	0,142	1,598	0,851	0,994
FrSt-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CPR-3	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
CPR-5	-0,654	0,142	1,598	0,851	0,994
CPR-7	-0,531	0,282	-0,846	0,716	0,998
NivCrb-1	-0,654	0,142	1,598	0,851	0,994
NivCrb-3	0,218	0,142	-0,533	0,851	0,994
AngPlm-1	0,531	0,282	0,846	0,716	0,998
AngPlm-2	-0,531	0,282	-0,846	0,716	0,998
AngDrPlm-1	-0,572	0,981	-0,032	0,003	0,984
AngDrPlm-0	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
Ang Vr-2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RtPlm-0	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
RtPlm-1	-0,572	0,981	-0,032	0,003	0,984
Clr Pt-1	-0,711	0,168	-0,799	0,213	0,381
Clr Ptl-2	-0,502	0,252	0,352	0,124	0,376
Clr Ptl-3	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
RgdEp-3	0,682	0,466	-0,400	0,160	0,625
RgdEp-4	-0,711	0,168	-0,799	0,213	0,381
RgdEp-5	-0,654	0,142	1,598	0,851	0,994
Clr Pn-1	1,716	0,981	0,095	0,003	0,984
Clr Pn-2	-0,572	0,981	-0,032	0,003	0,984
FxPn-3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DvgAp-3	-0,682	0,466	0,400	0,160	0,625
DvgAp-5	0,682	0,466	-0,400	0,160	0,625

Chapitre III : Résultats et discussions

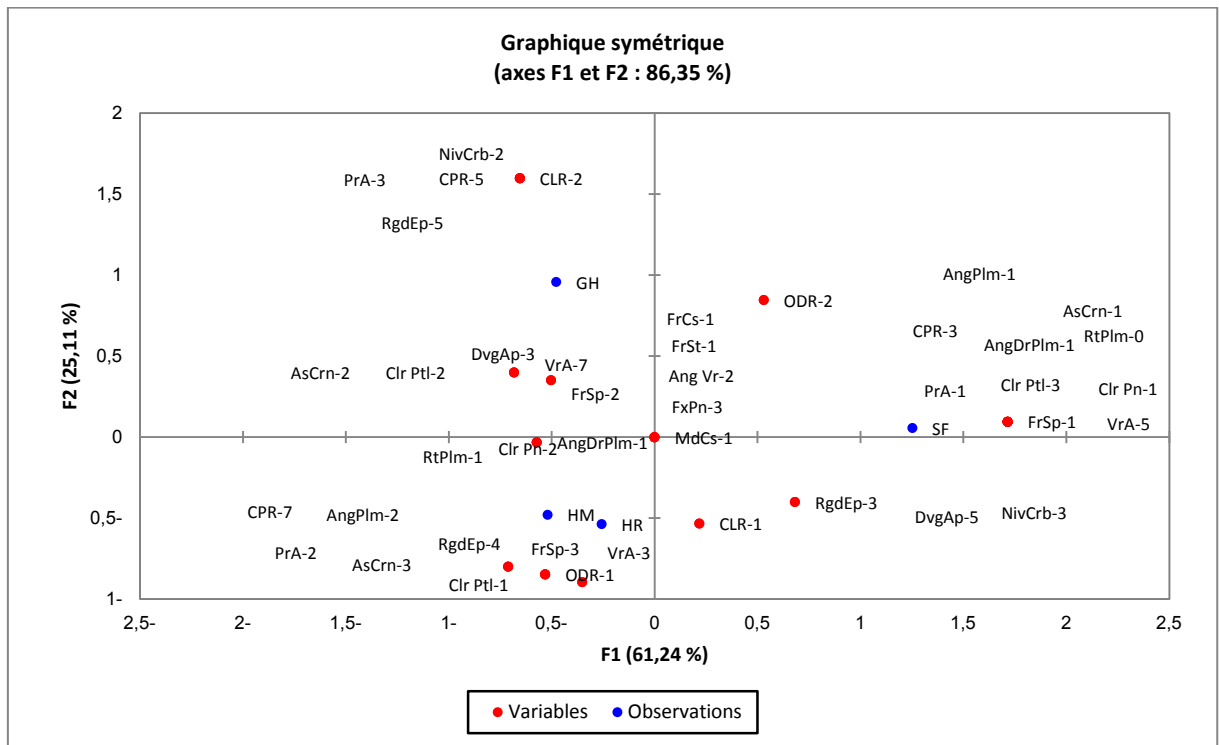


Figure 47: Représentation de la carte factorielle superposant les individus et variables des mâles engendrés par les deux axes.

D'après la Figure 47 et le Tableau 25, sur les 20 paramètres qualitatifs utilisés, avec leurs répétitions, 14 paramètres semblent être bien représentés sur le plan 1-2. On remarque aussi, une grande distance entre les pieds étudiés ce qui indique leur variabilité phénotypique et chaque dokkar est caractérisé par certains paramètres qui se situent près de sa projection dans le plan

1-2. On peut classer alors nos dokkars comme suit:

- ✓ Classe I : le dokkar Safray, qui est bien représenté par l'Axe F1 est caractérisé par les variables suites: la forme du spathe est lancéolée (FrSp1); une vigueur d'arbre moyenne (VrA5), l'aspect de la couronne aérée (AsCrn1), le port de l'arbre érigé (PrA1) avec une faible capacité de production des rejets (CPR3), l'angle dorsal au milieu aigu (Ang Dr2), pas de rotation de la palme (RtPlm0), la pétiole de couleur noirâtre (ClrPtl3) et les penne de couleur vert-jaunâtre (Clr Pn1).

Chapitre III : Résultats et discussions

✓ Classe II : regroupe le Ghars qui est représenté sur l'extrémité positive de l'Axe F2 et qui se différencie par: une spathe de forme fusiforme (FrSp2), le port de l'arbre retombant (PrA3), de forte vigueur (VrA7), l'aspect de la couronne moyen (AsCrn2), le pollen de couleur jaunâtre (CLR2) et de faible odeur (ODR2), une capacité de production des rejets moyenne (CPR5), le niveau de courbure de la palme au milieu 1/2 (NivCrb1), l'angle dorsal obtus (Ang Dr1), la rotation de la palme (RtPlm1), une rigidité d'épines moyenne (RgdEp5), la couleur des plumes vert-olive (Clr Pn2) alors que le pétiole est marron (Clr ptl2) et l'angle de la palme accentuée (AngPlm1).

✓ Classe III : est constituée par les cultivars Hamray et Horra qui s'opposent à Ghars et qui sont caractérisés par: une spathe de forme gonflée (FrSp3), une forte odeur du pollen (ODR1) de couleur blanchâtre (CLR1), un port d'arbre sphérique (PrA2), une couronne dense (AsCrn3), une forte vigueur pour Hamray (VrA7) et faible pour Horra (VrA3), une forte capacité de production de rejets (CPR7) pour le dokkar Hamray et faible pour celui de Horra (CPR3), le niveau de courbure de la palme est au 2/3 (NivCrb3), l'angle de la palme non accentuée (AngPlm2) et les plumes vert-olive (Clr Pn2) alors que le pétiole est jaune (Clr ptl1) pour le Hamray et marron pour le dokkar Horra (Clr ptl2).

III.2.4.4. Résultats de l'Analyse en Composante Principale (l'ACP)

L'emploi de cette méthode est pour compléter l'analyse de variance et pour distinguer entre les groupes des dokkars étudiés pour plusieurs observations pour voir ceux qui se ressemblent et ceux qui se différencient.

Comme indiqué plus haut pour le traitement des données des pieds femelles

(point III.1.1.4), l'analyse en composante principale a été appliquée à la matrice des corrélations obtenue à partir de l'ensemble des variables mesurées sur les 4 dokkars ayant fait l'objet de cette étude. L'objectif de l'analyse de ces paramètres quantitatifs est de déterminer la relation entre les caractères et évaluer ceux ayant la plus grande contribution dans la variabilité entre les dokkars et donc les plus discriminants qui permettront la comparaison entre les dokkars (Sneath et Sokal, 1973). La recherche de variables qui sont très corrélées entre elles, et celles qui, au contraire, qui ne le sont pas (Duby et Robin, 2006), va nous permettre d'identifier les caractères les plus discriminants qui vont nous permettre d'identifier les dokkars ayant le plus de ressemblance avec les pieds femelles d'un cultivar connu.

Chapitre III : Résultats et discussions

III.2.4.4.1. Résultats de l'ACP de la partie de reproduction

Les résultats de l'analyse ACP avec les 10 paramètres, de la spathe et le pollen, (Tableau 26) indiquent que le pourcentage que nous avons obtenu 92,68% de variabilité cumulée et associée aux axes 1 et 2. Ceci indique une forte variabilité entre les dokkars sur le plan morphologique avec des valeurs propres de 6,984 et 2,284 respectivement pour l'axe 1 et 2 (Tableau 26 et Figure 48).

La CP1 explique 69,839% de la variabilité totale a reçu une forte contribution positive de 7 paramètres (Tableau 27). Les variables: la longueur de la spathe (LSP), la largeur de la spathe (LrmSP), la longueur de l'épillet (L Ept), le nombre de fleur /épillet (NbrF/Ept), la longueur de la partie à fleur (LpàF), teste de germination (T germ%), teste de coloration (Colr test%) sont bien représentées et ont eu la plus forte contribution à ce premier axe et à l'explication de la variabilité entre les individus.

Par contre, la CP2, qui explique 22,841%, a reçu une forte contribution positive de deux variables, le poids de la spathe (PD) et le nombre d'épillets par spathe (NE/SP) (Tableau 27).

Tableau 26: Résultats de l'analyse sur les deux axes principaux (F1 et F2)

Valeurs propres :		
Axes	F1	F2
Valeur propre	6,984	2,284
Variabilité (%)	69,839	22,841
% cumulé	69,839	92,680

Chapitre III : Résultats et discussions

A. Représentation des variables: cercle des corrélations sur le plan 1-2

Comme indiqué au point (III.1.1.4.1) représentation des variables sur le cercle des corrélations, une variable sera bien représentée sur un plan si elle est proche du bord du cercle des corrélations (Duby et Robin, 2006). La Figure 48 illustre le cercle des corrélations entre les différentes variables sur le plan factoriel 1-2 et permet de repérer rapidement les groupes de variables liées entre elles et celles opposées.

- Pour l'axe 1 : à son extrémité positif, il est formé par des groupes de variables liées dans un seul groupe ;(var 2:LSP), (var 3:LrmSP), (var 6:L Ept),(var 7:NbrF/Ept) , (var 8:LpF) , (var 9:T germ%) et (var 10:Colr test%).
- Pour l'axe 2, dans son extrémité positive est formé par deux variables, (Var 4: PD) et (Var 5:NE/SP).

Tableau 27: Corrélations et corrélations au carré entre les variables de la partie reproduction et les axes principaux (F1 et F2)

Numéro de variable	Paramètres de reproduction	CP1		CP2		Plan factoriel 1-2
		Corr	Corr ² %	Corr	Corr ² %	
Var1	NSP/Pd	0,47	46,91	0,35	35,42	82,34
Var2	LSP	0,97	96,55	0,03	2,96	99,52
Var3	LrmSP	0,74	74,16	0,16	16,22	90,39
Var4	PD	0,03	3,27	0,86	85,54	88,80
Var5	NE/SP	0,42	42,19	0,57	56,56	98,75
Var6	L Ept	0,99	99,14	0,01	0,65	99,78
Var7	NbrF/Ept	0,89	89,12	0,06	6,25	95,37
Var8	LpàF	0,95	95,08	0,01	1,38	96,46
Var9	T germ%	0,86	85,83	0,03	2,58	88,41
Var10	Colr test	0,66	66,13	0,21	20,85	86,98

Chapitre III : Résultats et discussions

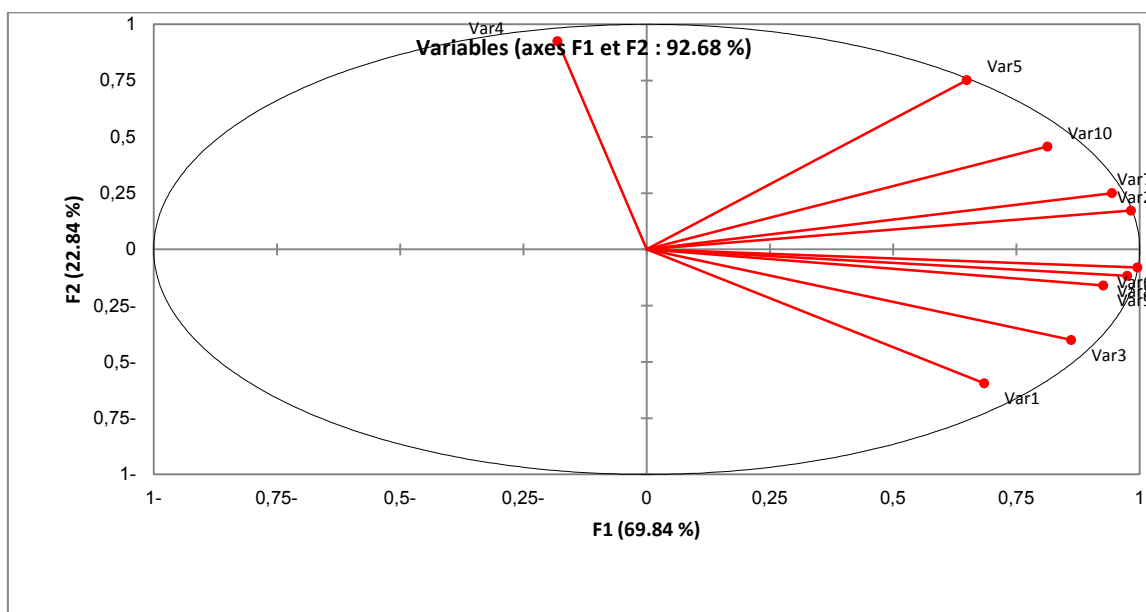


Figure 48: Représentation des variables: cercle des corrélations sur le plan 1-2.

B. Analyse du nuage de points-cultivars: graphique des individus

Tableau 28: Cordonnées et cosinus au carré des dokkars (plan factoriel 1-2)

Axes	F1			F2			Plan factoriel 1-2
	Contribution	Coordonnées	Cos ² %	Contribution	Coordonnées	Cos ² %	
HM	58,378	4,038	92,01	14,986	1,170	7,72	99,73
SF	0,028	-0,088	0,14	56,805	-2,278	90,58	90,72
GH	1,261	-0,594	13,34	2,088	-0,437	7,22	20,56
HR	40,333	-3,357	81,04	26,121	1,545	17,16	98,20

Chapitre III : Résultats et discussions

Sur base des explications décrites dans le point (III.1.1.4.2.) et des résultats reportés dans le tableau 28 et la Figure 49, il en ressort ce qui suit:

- ✓ La 1^{ère} composante principale est formée par les dokkars Hamray (HM) et Horra (HR) qui contribuent le plus à la formation du F1.
- ✓ La 2^{ème} composante principale est représentée par le dokkar Safray qui explique la plus grande variation observée sur le plan F2.

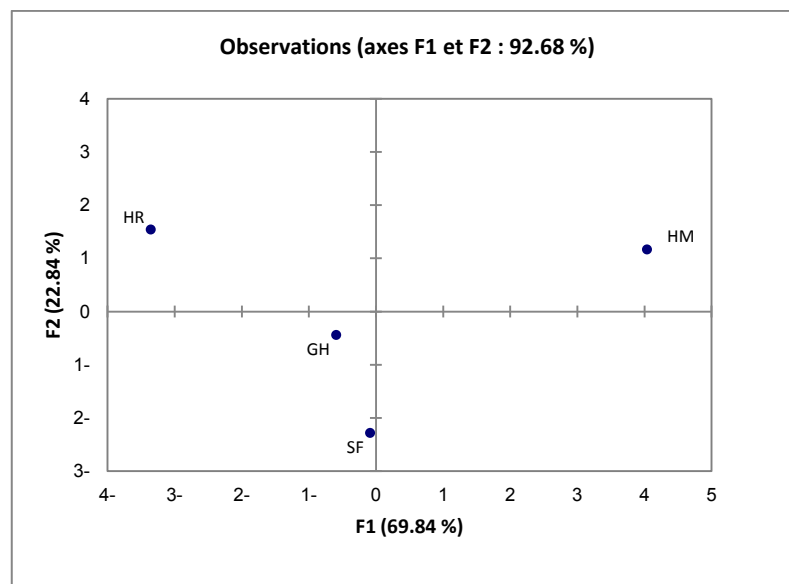


Figure 49: Projection des dokkars sur les plans 1-2

- ✓ Le dokkar Hamray (HM) est bien représenté par l'axe F1 sur son extrémité positive et contribue avec 58.37%; alors que le dokkar Horra (HR) s'oppose à HM sur l'extrémité négative du F1 (Figure 49) et contribue avec 40%. Ces deux dokkars sont très loin dans l'espace ce qui signifie qu'il existe une importante variabilité entre eux (Figure 49).
- ✓ Le dokkar Safray (SF) est bien représenté à l'extrémité négative de l'axe F2 et participe avec 56% dans l'explication de la variabilité.

Chapitre III : Résultats et discussions

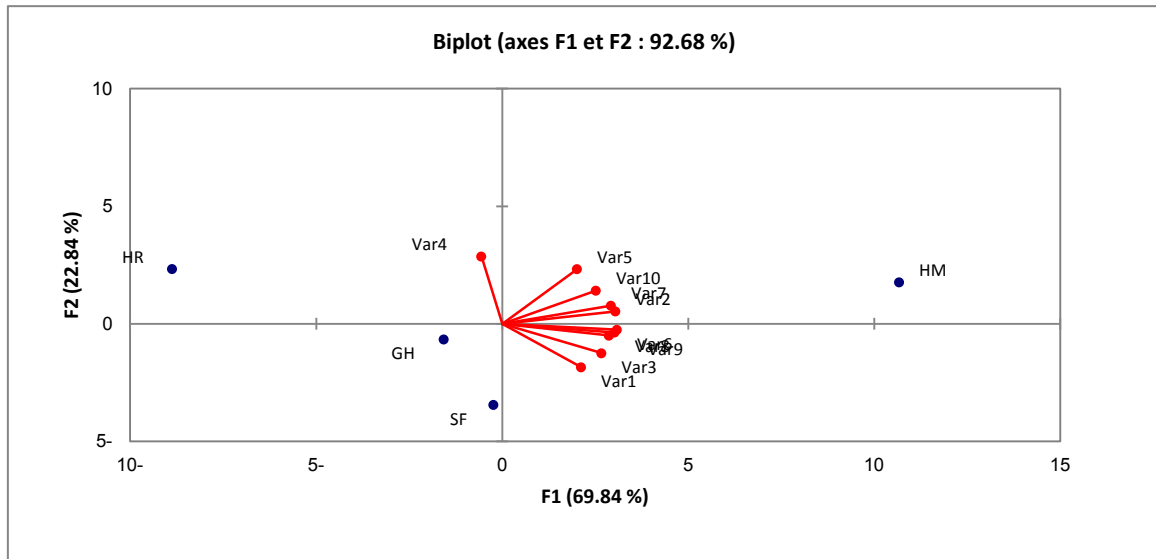


Figure 50: Projection des variables et des dokkars sur les plans 1-2.

Par contre, il est à noter que le dokkar Ghars (GH) contribue faiblement à la formation des deux axes 1 et 2, avec 13,34% et 2,088%, respectivement (Tableau 28).

De plus, on remarque à travers les Figures 49 et 50, que les 4 dokkars sont dispersés sur le plan 1-2, ce qui signifie qu'il existe une diversité entre eux. La répartition de ces génotypes sur le plan est une preuve de leur distance dans l'espace, donc de leur distinction par rapport aux caractères de la partie reproduction. Et sur cette base, nous pouvons dégager les observations suivantes:

- ✓ Hamray (HM) se caractérise par : la longueur et la largeur les plus importantes de la spathe (v2 : **LSP**; v3:**LrMsp**), le poids élevé de la spathe (**v4:PD**), un grand nombre d'épillets, la longueur d'épillets et le nombre de fleurs/épillet les plus élevés (v5 :**NE/SP**, v6:**LEpt**, v7 :**NbrF/Ept**), avec un fort pourcentage de germination et de coloration du pollen (v10 :**Colr test%** et **V9:T germ%**)).
- ✓ Horra (HR) : se caractérise par un poids de la spathe le plus fort (v4:**PD**), une courte longueur de la partie à fleurs (v8:**LpàF**) et un faible taux de germination (v9:T germ%) ;
- ✓ Safray (SF) et Ghars (GH) se caractérisent par : un nombre élevé de spathe/pied (v1 : **Nsp/Pd**) ; une largeur importante de spathe (v3:**Lrmsp**) ; des longueurs d'épillets et la partie à fleurs moyennes (v6:LEpt et v8:LpàF) et un taux de germination acceptable (v9:Tgerm%).

Chapitre III : Résultats et discussions

C. L'analyse de classification ascendante hiérarchique

Tableau 29: Classification ascendante hiérarchique

Cultivars	Classe
HM	1
SF	2
GH	2
HR	3

La CAH a produit un dendrogramme qui regroupe les 4 dokkars étudiés dans trois principaux groupes phénotypiquement liés (Figure 51). Le niveau de dissimilarité varie de 0,60 à 1,10. Le premier groupe comprend un seul dokkar Hamray (HM) (classe1) qui marque une divergence par rapport aux autres groupes. Le deuxième groupe renferme les dokkars Ghars (GH) et Safray (SF) (Classe 2). Le dernier groupe, classe 3, comprend que le dokkar, Horra (HR) qui semble phénotypiquement très différent (Tableau 29).

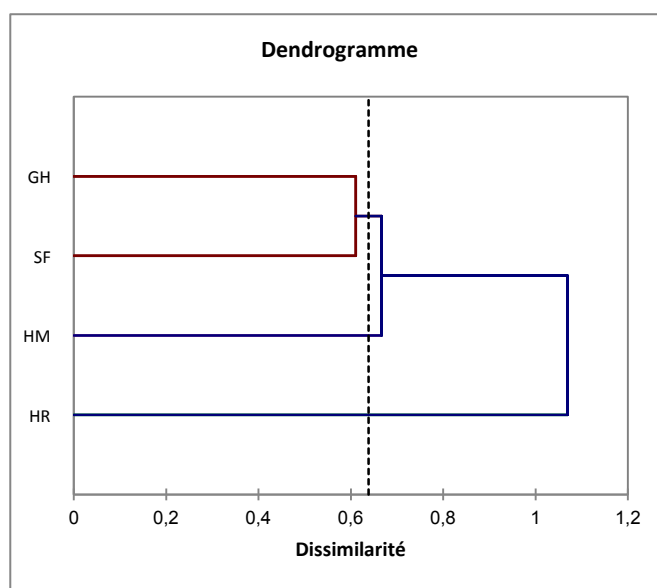


Figure 51: Dendrogramme du regroupement des 4 dokkars
(Paramètres de la partie reproduction).

Chapitre III : Résultats et discussions

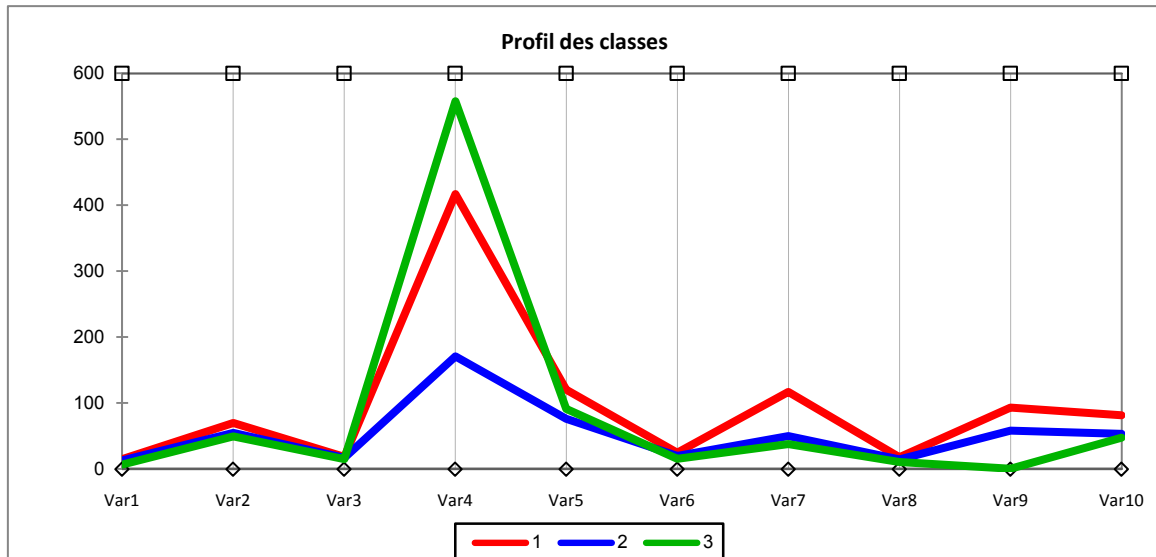


Figure 52: Profil illustrant les paramètres les plus discriminants entre les classes des dokkars pour la partie de reproduction.

A travers cette Figure 52, on remarque que c'est la longueur de la spathe (**Var2**) ; le poids de la spathe (**Var4**) ; le nombre de fleurs/épillet (**Var7**) et le teste de germination (**Var9**) sont les caractères de reproduction les plus discriminants qu'on peut les utiliser pour la distinction entre les dokkars.

III.2.4.4.2. Résultats de l'ACP de la partie végétative

Les résultats de l'analyse ACP avec les 30 paramètres (Tableau 30) indiquent que le pourcentage de variabilité cumulée sur 3 axes est de 100% associé respectivement aux axes 1, 2 et 3. Ceci indique une forte variabilité entre les dokkars sur le plan morphologique, de la partie végétative, avec des valeurs propres de 13,270, 8,697 et 8,032 respectivement pour l'axe 1, 2 et 3 (Tableau 30 et Figures 53 et 54).

Tableau 30: Résultats de l'analyse sur les trois axes principaux

Axes	F1	F2	F3
Valeur propre	13,270	8,697	8,032
Variabilité (%)	44,235	28,991	26,775
% cumulé	44,235	73,225	100,000

Chapitre III : Résultats et discussions

La CP1 explique 44, 235% de la variabilité totale et a reçu une forte contribution positive de 4 variables (V14, V21, V26 et V28) et négative de 9 variables (V5, V6, V7, V17, V18, V19, V25, V29 et V30) (Tableau 31 et Figure 53). Les variables : le nombre moyen des épines/Palme (v5 :NME/Plm), le nombre d'épines/type de regroupement en 1 (v6 :NE/tr(1)), le nombre d'épines/type de regroupement en 2 (v7:NE/tr(2)), le nombre de pennes regroupées en type (3) (v14:GPn3), la longueur max de penne au milieu (v17 :LMP1/2), la largeur max de penne au milieu (v18 :LrMPn1/2), la distance entre le 1^{er} et le 2^{me} groupe de pennes (v19:aPlm), la distance entre le 3^{me} et le 4^{me} groupe de pennes (v21:cPlm), la largeur de la penne apicale (v25 :LrPnAPlm), la disposition des pennes en 1 (v26:DisPn(1)), la disposition des pennes en 3 (v28:DisPn(3)), la largeur du kornaf (v29:Krnaf) et la circonférence du stipe (v30 :CrS). Sont bien représentées et ont eu la plus forte contribution à ce premier axe et à l'explication de la variabilité entre les individus.

Par contre, la CP2, qui explique 28, 991%, a reçu une forte contribution positive de sept variables (V1, V3, V11, V12, V13, V20 et V23) et négative de trois variables (V4, V10 et V22), la longueur totale de la palme (v1:LttP), la longueur partie épineuse (v3:LpE), l'épaisseur du rachis (v4 :ERPlm), le nombre moyen de penne par palme (v11:NMPn/Plm), le nombre de pennes regroupées en type (1) (v12:GPn1), le nombre de pennes regroupées en type (2) (v13:GPn2), la distance entre le 2^{me} et le 3^{me} groupe de pennes (v20:b Plm), la distance entre le 1^{er} et le 4^{me} groupe de pennes (v22:D Plm), l'indice d'espacement (v23:IndEsp) (Tableau 31 et Figure 53).

De même, la CP3, qui explique 26.775%, a reçu une forte contribution positive de quatre variables (V2, V8, V24 et V27) et négative de deux variables (V15 et V16), la largeur max de la palme (v2 :LrMaxPlm), le nombre d'épines/type de regroupement 3 (v8 :NE/trPm(3)) le nombre de pennes regroupées en type (4) (v15 :GPn4), le nombre de pennes regroupées en type (5) (v16 :GPn5), la longueur de la penne apicale (v24 :LPnAPlm), la disposition des pennes en 2 (v27 :DisPn(2)), (Tableau 31 et Figure 53).

Chapitre III : Résultats et discussions

A. La représentation des variables de la partie végétative: cercle des corrélations sur le plan 1-2 et 3

Tableau 31: Corrélations et corrélations au carré entre les variables de la partie végétative et les axes principaux (F1- F2 et F3)

Numéro des variables	les Variables	CP1		CP2		CP3		Plan factoriel 1-2-3
		Corr	Corr ² %	Corr	Corr ² %	Corr	Corr ² %	
Var1	LttP	0,40	39,88	0,59	58,66	0,01	1,47	53,30
Var 2	LrMaxPlm	0,00	0,01	0,00	0,01	1,00	99,98	84,26
Var 3	LpEPlm	0,17	16,87	0,57	57,11	0,26	26,02	63,30
Var 4	ERPlm	0,16	15,95	0,83	83,15	0,01	0,90	64,88
Var 5	NME/Plm	0,89	89,26	0,10	10,11	0,01	0,63	79,14
Var 6	NE/trPm(1)	0,66	66,17	0,04	3,94	0,30	29,89	44,19
Var 7	NE/trPm(2)	0,88	88,32	0,02	1,63	0,10	10,04	62,27
Var 8	NE/trPm(3)	0,24	23,61	0,08	8,10	0,68	68,29	58,63
Var 9	EpME1/2	0,85	85,13	0,14	14,48	0,00	0,38	37,91
Var 10	LME1/2)	0,02	1,96	0,76	76,43	0,22	21,61	85,70
Var 11	NMPn/Plm	0,00	0,02	0,71	71,22	0,29	28,76	84,54
Var 12	GPn1Plm	0,04	4,49	0,76	76,37	0,19	19,14	46,26
Var 13	GPn2Plm	0,02	2,30	0,97	96,92	0,01	0,79	86,55
Var 14	GPn3Plm	0,56	56,32	0,13	12,79	0,31	30,88	46,90
Var 15	GPn4Plm	0,20	19,72	0,22	22,43	0,58	57,85	54,44
Var 16	GPn5Plm	0,24	23,61	0,08	8,10	0,68	68,29	58,63

Chapitre III : Résultats et discussions

Var 17	LMP1/2	0,87	87,02	0,01	1,09	0,12	11,89	84,07
Var 18	LrMPn1/2	0,57	56,71	0,27	26,70	0,17	16,59	43,03
Var 19	aPlm	0,91	91,24	0,00	0,25	0,09	8,51	76,54
Var 20	b Plm	0,00	0,26	0,66	65,98	0,34	33,76	52,59
Var 21	c Plm	0,84	83,76	0,13	13,43	0,03	2,81	71,74
Var 22	D Plm	0,24	24,45	0,61	60,69	0,15	14,86	56,62
Var 23	IndEsp	0,05	5,18	0,83	82,73	0,12	12,10	47,88
Var 24	LPnAPlm	0,07	6,92	0,01	0,97	0,92	92,11	76,85
Var 25	LrPnAPlm	0,87	87,33	0,12	12,27	0,00	0,40	77,71
Var 26	DisPn(1)	0,79	79,03	0,00	0,03	0,21	20,94	59,80
Var 27	DisPn(2)	0,22	21,97	0,00	0,05	0,78	77,97	63,31
Var 28	DisPn(3)	0,98	98,25	0,01	0,56	0,01	1,19	99,15
Var 29	Krnaf	0,97	96,91	0,01	0,59	0,03	2,50	88,46
Var 30	Cr S	0,54	54,37	0,03	2,93	0,43	42,70	49,84

D'après les Figures 53 et 54 illustrant le cercle de corrélation entre les variables étudiées et qui permet de repérer les groupes liés entre eux et ceux qui s'opposent nous pouvons dégager les points suivants:

Chapitre III : Résultats et discussions

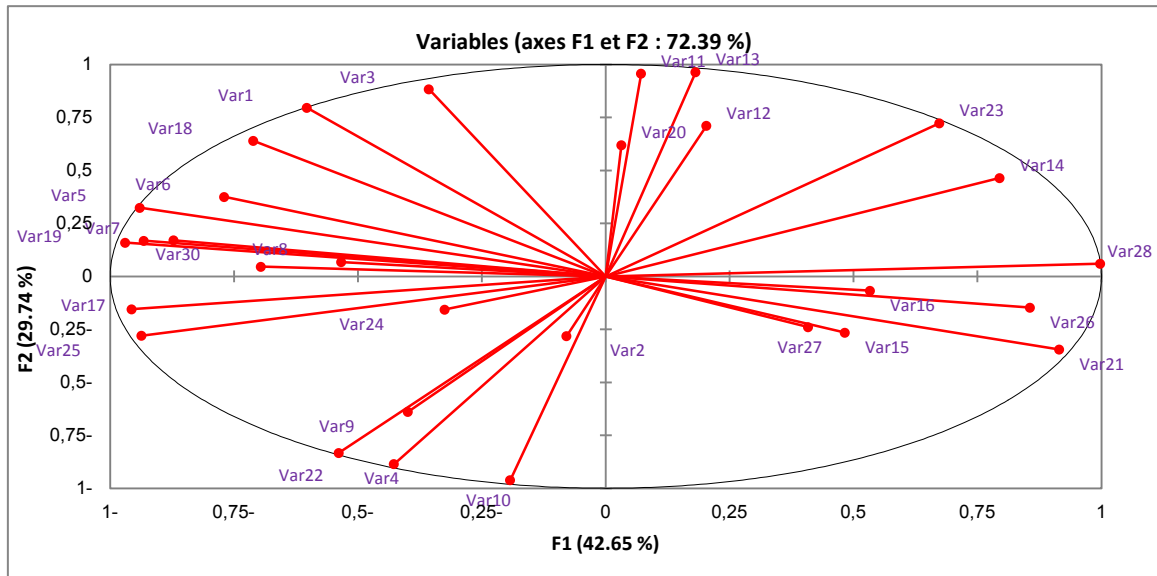


Figure 53: Représentation des variables sur le plan engendré par les deux axes F1-F2.

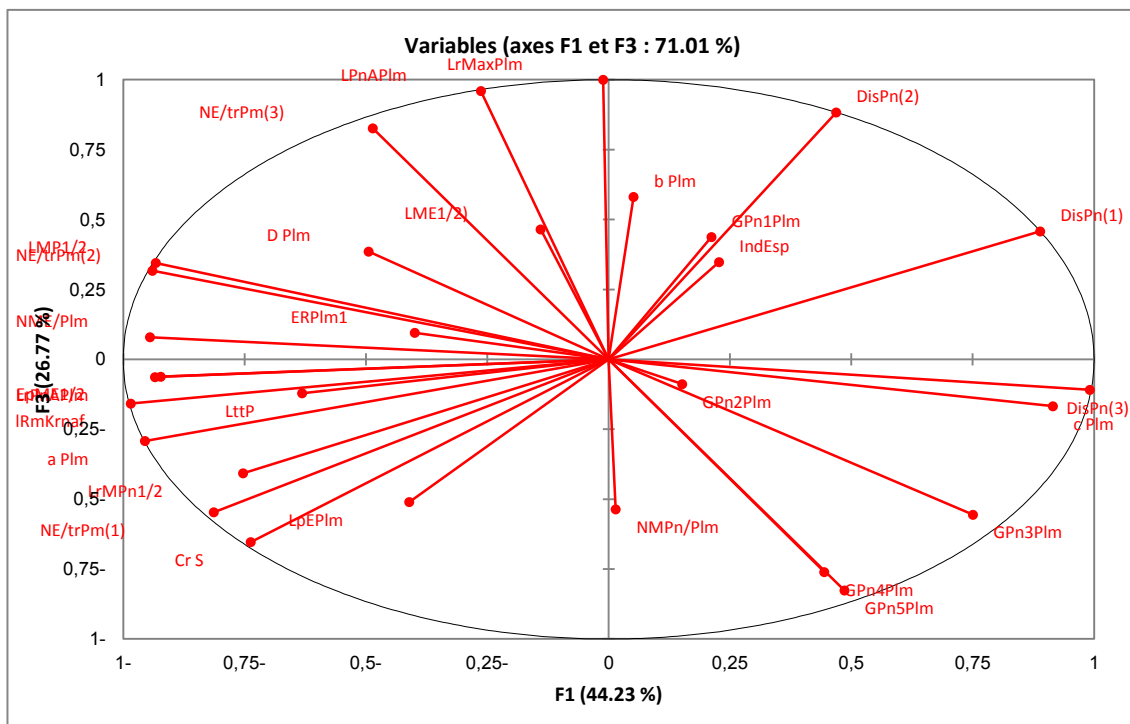


Figure 54: Représentation des variables sur le plan engendré par les deux axes F1-F3.

Chapitre III : Résultats et discussions

L'ensemble des caractères proches ou situés sur le bord du cercle participent à l'explication de la variabilité sur l'Axe F1.

✓ Pour l'axe F1 :

- Les variables 14, 21, 26 et 28, sont positivement corrélées entre elles et sont situées du côté positif de l'axe F1. Elles forment le premier groupe qui est caractérisé par les caractéristiques de la penne notamment par sa disposition et son groupement.
- Les variables : 5, 6, 7, 17,18, 19,25 ,29 et 30 sont positivement corrélées entre elles et forment le deuxième groupe qui est caractérisé plus par les épines, les dimensions des pennes, la kornaf et la circonférence. Mais engendrent une corrélation négative avec les variables (V14, 21, 26, 28) du premier groupe situées à l'extrémité positive du F1.

✓ Pour l'axe F2 :

- Les variables : 1, 3, 11, 12, 13, 20 et 23, sont positivement corrélées entre elles et sont situées à l'extrémité positive de l'axe F2 formant le premier groupe qui caractérise les paramètres de la palme et de la partie épineuse.
- Les variables : 4, 10 et 22, sont aussi positivement corrélées entre elles mais forment le deuxième groupe, et caractérisent plutôt les épines, mais ont une corrélation négative avec les variables du premier groupe (1, 3, 11, 12, 13,20 et 23).

✓ Pour l'axe F3 :

- Les variables : 2, 8, 24 et 27, sont corrélés positivement entre elles et sont situées à l'extrémité positive du F3 et forment le premier groupe.
- Les variables : 15 et 16, situées à l'extrémité négative, sont corrélées positivement et forment le deuxième groupe qui est surtout caractérisé par le type de groupement des pennes en 4 et 5.

B. Analyse du nuage de points-cultivars: graphique des individus (les dokkars)

Sur base des explications décrites dans le point (III.1.1.4.2.) et des résultats reportés dans le Tableau 32 et la Figure 55, il en ressort ce qui suit:

✓ La 1^{ère} composante principale est formée par les dokkars Hamray (HM) et Ghars (GH) qui contribuent le plus à la formation du F1.

✓ La 2^{ème} composante principale est représentée par le dokkar Safray (SF) qui explique la plus grande variation observée sur le plan F2.

Chapitre III : Résultats et discussions

✓ La 3^{ème} composante principale est formée par le dokkar Horra (HR) qui explique la plus grande variation observée sur le plan F3. De même, le dokkar Ghars (GH) semble aussi, contribuer à la formation de cet axe F3 mais à son extrémité négative.

Tableau 32: Cordonnées et cosinus au carré des cultivars (plan factoriel 1-2-3)

Axes	F1			F2			F3			Plan factoriel 1-2-3
Cultivars	Contribution	Coordonnées	Cos ² %	Contribution	Coordonnées	Cos ² %	Contribution	Coordonnées	Cos ² %	Cos ² %
HM	71,040	-6,141	96,72	0,305	0,326	0,27	3,655	-1,084	3,01	100,00
SF	2,694	1,195	5,45	59,229	-4,539	78,53	13,077	2,050	16,01	100,00
GH	21,763	3,399	40,29	0,701	0,494	0,85	52,536	-4,108	58,86	100,00
HR	4,503	1,546	9,16	39,765	3,719	53,01	30,732	3,142	37,83	100,00

Chapitre III : Résultats et discussions

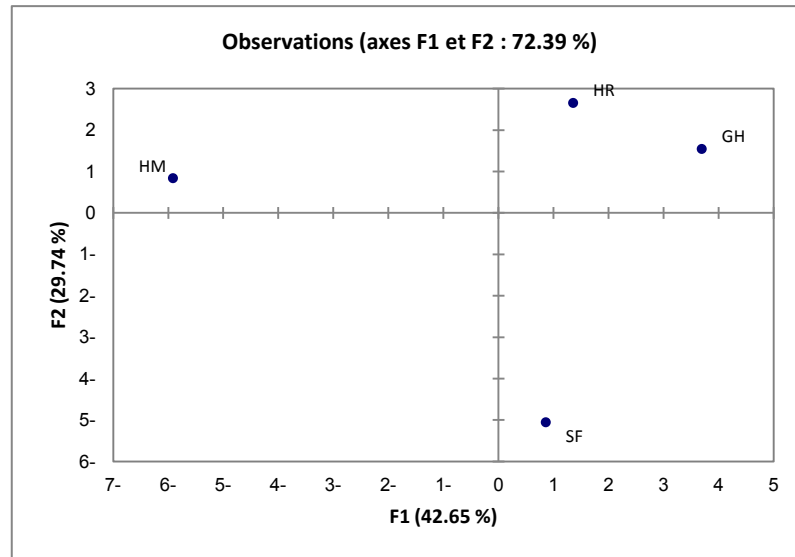


Figure 55: Projection des cultivars sur le plan factoriel 1-2

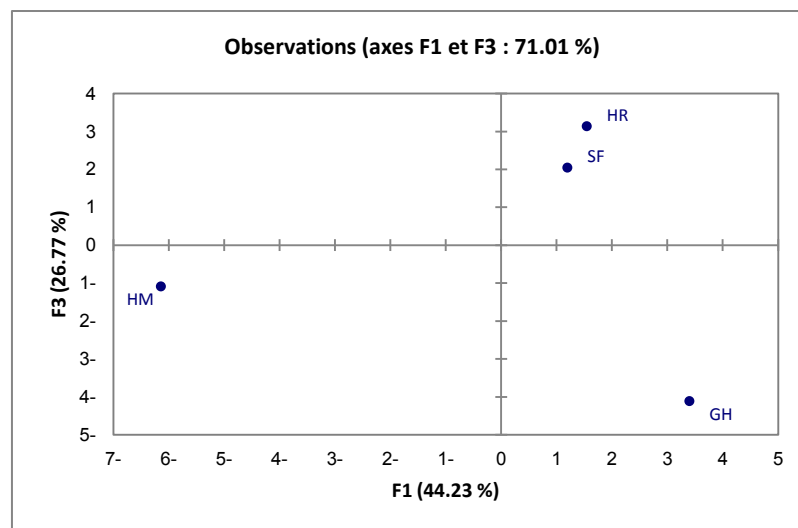


Figure 56 : Projection des cultivars sur le plan factoriel 1-3

On remarque à travers les Figures 55 et 56, que les dokkars sont dispersés sur les plans F1-F2 et F1-F3, ce qui signifie qu'il existe une diversité entre eux. La répartition de ces génotypes sur les deux plans est une preuve de leur distance dans l'espace, donc de leur distinction par rapport aux caractères de la partie végétative. Et sur cette base, nous pouvons dégager les observations suivantes:

- ✓ Le dokkar Hamray (HM) est bien représenté par l'axe F1 sur son extrémité négative et contribue avec **96,72%**. Le dokkar Safray (SF) est bien représenté à l'extrémité négative de l'axe F2 et contribue avec **78,53%** dans sa formation ;

Chapitre III : Résultats et discussions

- ✓ le dokkar Horra est projeté sur l'extrémité positive de l'axe F3 (Figure 56) et contribue avec **37,83%** ;
- ✓ le dokkar Ghars (GH) contribue d'une manière presque équivalente à la formation des deux axes (F1 et F3), avec **40 ,29%** et **58,86%**, respectivement (Tableau 32).

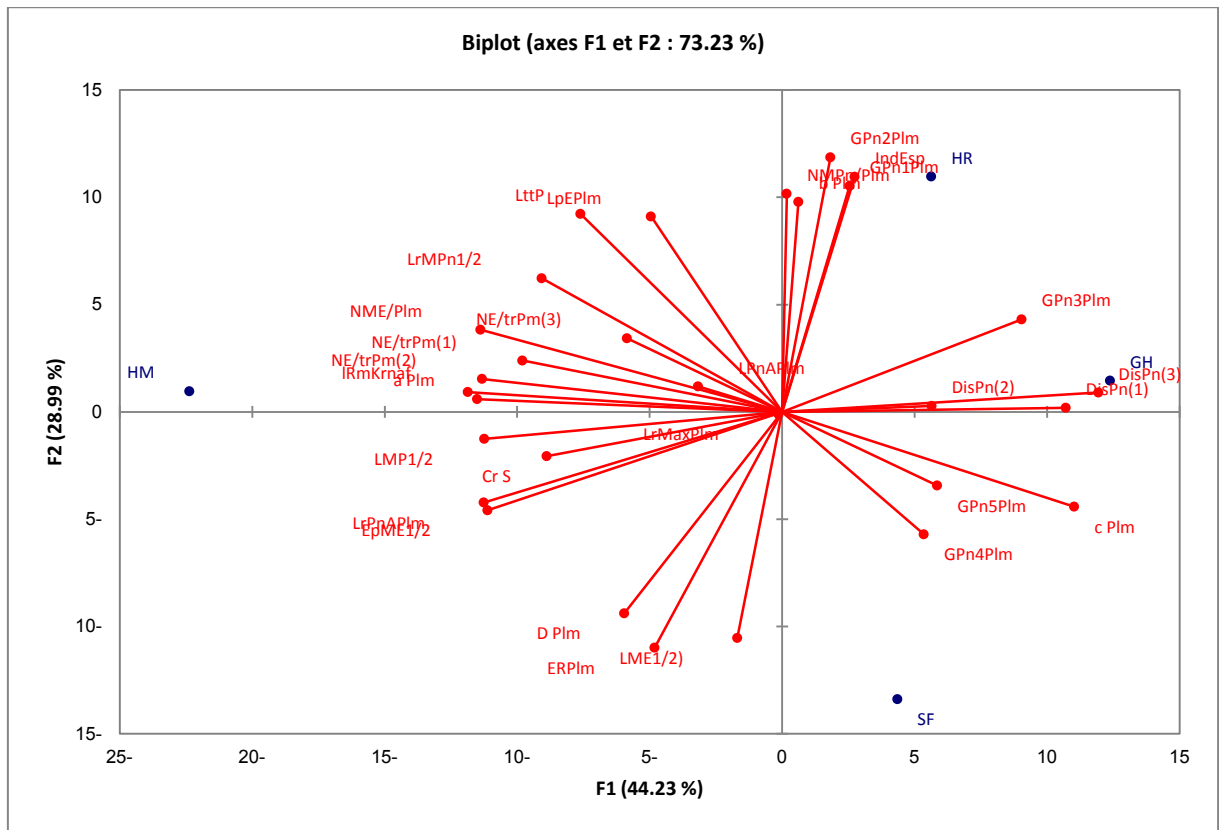


Figure 57: Projection des variables et des cultivars sur les plans 1 et 2.

D'après cette Figure 57: on peut caractériser nos cultivars par les paramètres les plus discriminants suivants:

- ✓ Le dokkar Ghars se caractérise par : le groupement de pennes en 3 le plus élevé (var : 14), la distance entre le 3^{me} et 4^{me} groupe de pennes (C) bien espacé (v:21) et la disposition des pennes en 1 et 3 importante (var : 26, 28) ;
- ✓ le dokkar Horra : on a constaté qu'il se distingue par : un nombre plus important des pennes et leur regroupent en 1 et 2(var : 11, 12, 13), la distance entre le 2^{me} et 3^{me} groupe de pennes (b) élevée (var:20), ainsi que par l'indice d'espacement (var : 23) ;
- ✓ le dokkar Hamray: se distingue par toutes les variables situant près de sa projection sur le plan 1-2 et qui sont: les longueurs les plus importantes de la palme, la partie épineuse

Chapitre III : Résultats et discussions

et la penne au milieu (var : 1, 3, 17) ; les largeurs les plus élevées de la penne au milieu et apicale, la largeur du kornaf et la circonférence du stipe les plus élevées (var :18, 25, 29, 30) ; comme on a noté un grand nombre d'épines et leurs type de groupement en 1 et 2 et aussi la distance entre le 1^{er} et 2^{me} groupe de penne (a) (var : 5, 6, 7, 19).

✓ Le dokkar Safray se caractérise par : l'épaisseur la plus importante du rachis et la longueur de l'épine du milieu la plus élevée ainsi que la distance entre le 1^{er} et 4^{me} groupe de penne est importante (D) (var : 4,10, 22).

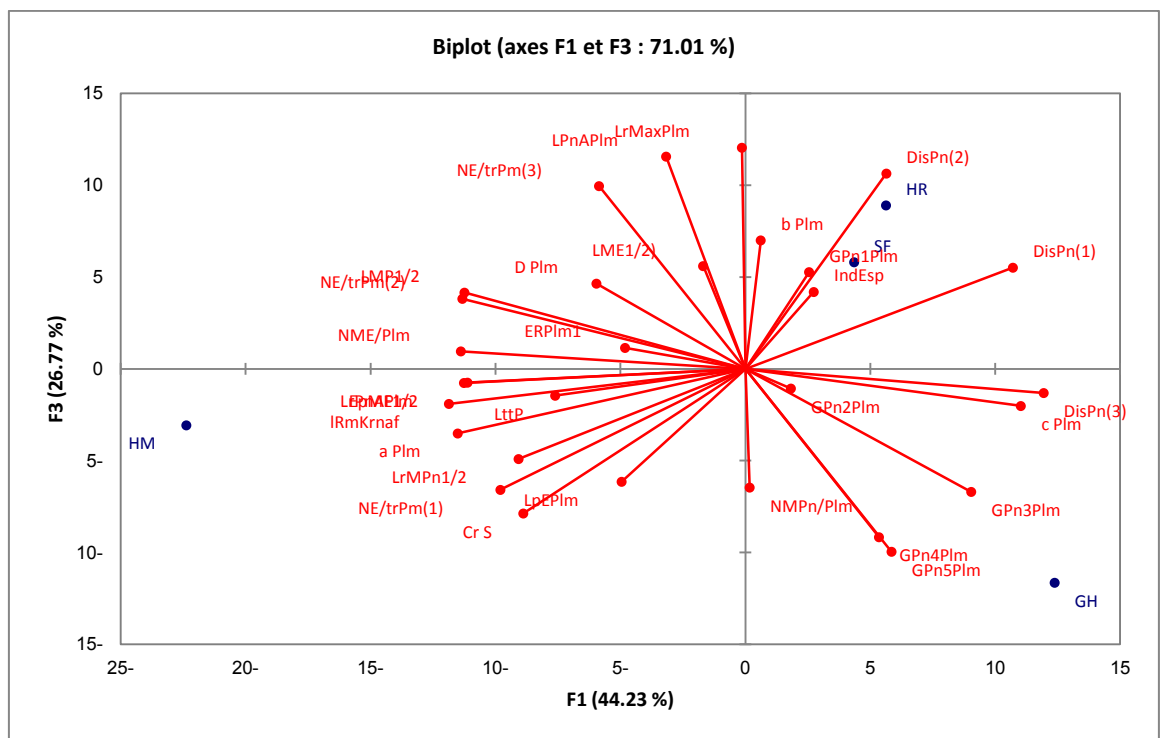


Figure 58 : Projection des variables et des cultivars sur les plans 1 et 3.

C. L'analyse de classification ascendante hiérarchique

Tableau 33: Classification ascendante hiérarchique

Dokkars	Classe
HM	1
SF	2
GH	3
HR	3

Chapitre III : Résultats et discussions

La CAH pour les variables de la partie végétative a produit un dendrogramme qui regroupe les 4 dokkars étudiés dans trois principaux groupes phénotypiquement liés (Figure 59). Le niveau de dissimilarité varie de 0,12 à 0,17. Le premier groupe renferme un seul dokkar Hamray (HM). Le deuxième groupe comprend Safray (SF) qui semble phénotypiquement très différent des autres dokkars. Ceux de Horra (HR) et Ghars (GH) composent le troisième groupe (Tableau 33).

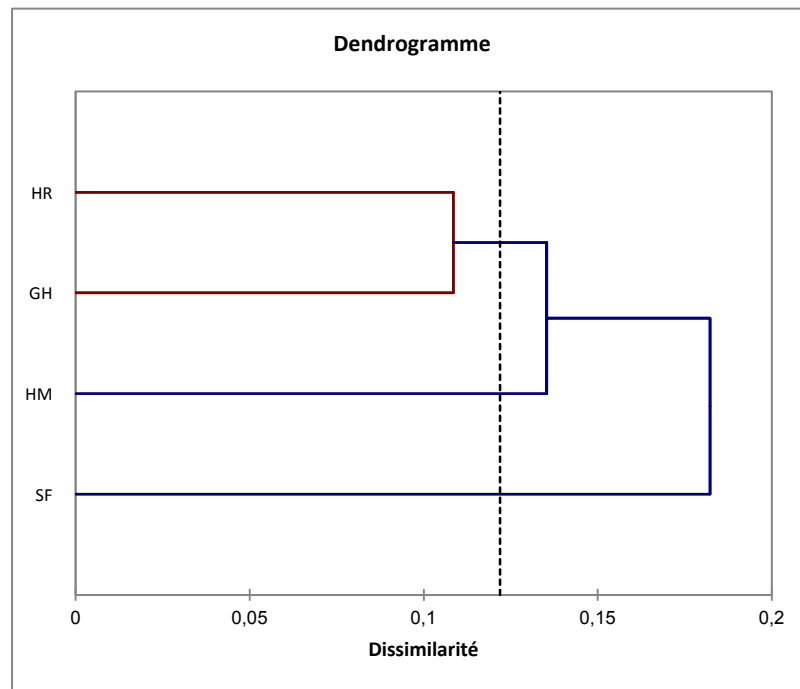


Figure 59: Dendrogramme du regroupement des 4 dokkars (Paramètres de la partie végétative).

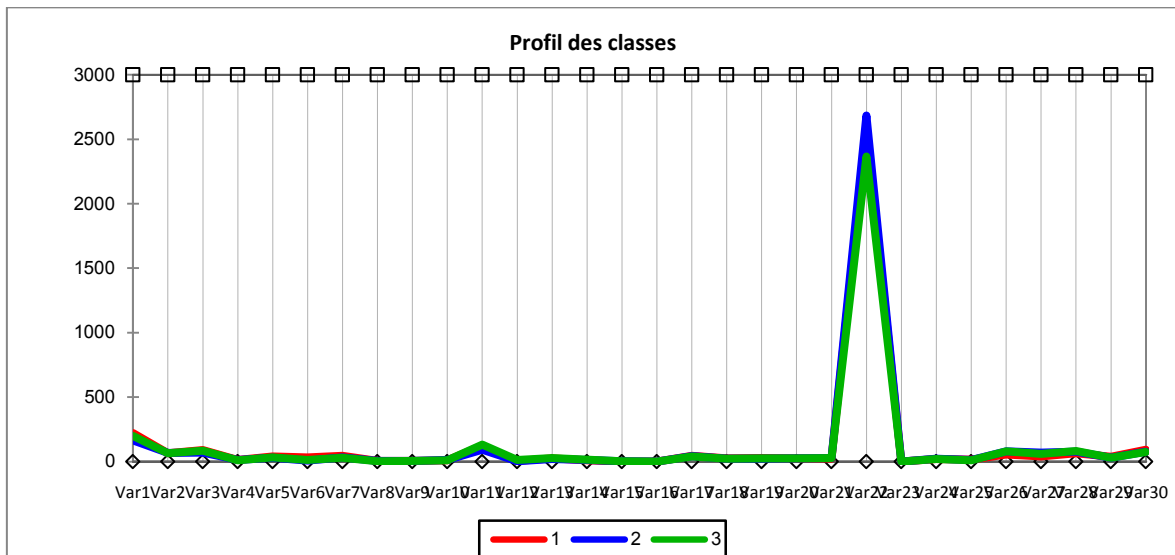


Figure 60: Profil illustrant les paramètres les plus discriminants entre les classes des dokkars pour la partie végétative.

A travers cette Figure 60, on peut constater que c'est les variables v11 (nombre moyen des penne/plm), v22 (la distance entre le 1^{er} et 4^{me} groupe de penne (D)) qui sont les deux caractères végétatifs les plus discriminants et qu'on peut les utiliser pour la distinction entre les dokkars étudiés. la longueur de la partie épineuse (V3: LpEPlm) peut être aussi considérée pour différencier mais à moindre degré.

Synthèse des résultats et discussions générales

Cette étude a été menée pour étudier la diversité phénotypique chez 4 dokkars et 4 pieds femelles ayant la même appellation de la région des Zibans. Les descripteurs de l'IPGRI, de la partie reproductrice et la partie végétative ont été utilisés pour étudier et évaluer les différences au niveau phénotypique et pour identifier les descripteurs les plus discriminants pouvant identifier, à un stade précoce, le pollinisateur qui ressemble le plus au cultivar souhaité.

Plusieurs travaux ont été menés sur l'étude de la diversité et l'évaluation des ressources génétiques du palmier dattier, moyennant les marqueurs morphologiques mais axés plutôt sur les pieds femelles. Il est important de souligner que les travaux publiés sur les études de diversité phénotypique des dokkars sont très peu nombreux. Ceux qui traitent de l'évaluation des marqueurs phénotypiques précoces pour l'identification des dokkars sont inexistantes. Les marqueurs morphologiques ont été utilisés par plusieurs auteurs (Azequour *et al.*, (2002), Rhouma, 1994 Belguedj, 2002, Elhoumaizi *et al.* 2002, Ould Mohamed Salem *et al.*, 2008 ; Vall *et al.*, 2001) pour étudier la diversité morphologique chez le palmier dattier. Une grande variabilité a été observée chez les différents cultivars étudiés. A titre d'exemple, les résultats des travaux de Elhmouazi *et al.*, (2002), ont indiqués un fort degré de polymorphisme chez 26 cultivars marocains en utilisant 26 caractères morphologiques reliés à la partie végétative. Les résultats obtenus dans le cadre de leur étude ont bien montré l'utilité des descripteurs dans l'identification des cultivars avant la période de fructification. Les résultats des travaux de Ould Mohamed Salem *et al.*, (2008), ont montrés que sur les 18 marqueurs morphologiques utilisés pour caractériser des cultivars mauritaniens, 14 ont montrés un fort pouvoir discriminant. De même, Hamadi *et al.*, (2009) ont utilisés 30 marqueurs morphologiques pour étudier la diversité au sein de 26 cultivars tunisiens. Mohamed Ahmed *et al.*, (2011) ont évalué le degré de polymorphisme et les dissimilarités entre 26 cultivars Mauritaniens en utilisant 30 variables morphologiques végétatives et reproductives . Les résultats des travaux de Joudi (2013) sur les pieds femelles, de 42 cultivars, ont indiqués pour l'ACP appliquée à la matrice des corrélations obtenue à partir de l'ensemble des données de 8 variables morphologiques ont donné une répartition des cultivars en quatre groupes homogènes distincts et une forte diversité phénotypique.

Chapitre III : Résultats et discussions

Les résultats obtenus dans notre étude supposent que les cultivars étudiés sont caractérisés par un taux élevé de diversité phénotypique. Ceci est fortement soutenu aussi bien par les résultats de l'analyse de variance que par la projection des cultivars dans les plots de l'analyse des composantes principales (ACP) ainsi que dans les dendrogrammes générés par la classification hiérarchique.

Caractérisation morphologique qualitative et quantitative de la partie végétative:

➤ Les caractères qualitatifs :

Afin d'apprécier la variabilité, sur le plan qualitatif de la partie végétative et reproductrice, entre les 4 dokkars et les 4 pieds femelles, 15 descripteurs IPGRI ont été utilisés, respectivement, pour décrire la croissance de l'arbre et la palme. Pour les dokkars, cinq autres descripteurs ont été utilisés pour décrire l'inflorescence et le pollen. Les résultats pour l'ensemble des descripteurs sur les deux sexes ont montré une variabilité sur l'ensemble des parties végétatives et reproductrice. Cependant, sur les 20 descripteurs qualitatifs utilisés, aucune différence n'a été observée pour 5 descripteurs sur l'ensemble des cultivars des deux sexes. Il s'agit de la forme du stipe (FrSt) de l'angle ventrale au milieu penné (Ang Vr) pour les deux sexes. Pour les pieds femelles, il y a, en plus, la flexibilité des pennes (FxPn) et pour les dokkars, s'ajoute, la forme et le mode de conservation du pollen. Ces résultats sont confirmés par l'analyse en composante multiples (ACM). Ceci indique fort probablement que ces caractères ne sont pas influencés par l'environnement, et pour ceux liés au mode et la forme de conservation du pollen, il s'agit plutôt du maintien du savoir-faire traditionnel.

En ce qui concerne les palmes, les dokkars ont présentés des différences surtout pour la couleur du pétiole et la rigidité des épines, mais sont identiques pour l'angle dorsal au milieu penné. Pour le pollen, le mode et la forme de conservation est identique pour les 4 dokkars. Il en ressort aussi de cette étude que la couleur des pennes (ClrPn) semble être un autre critère qualitatif, qui semble important pour différencier entre les cultivars, que ça soit femelles ou males. En effet, tous les cultivars ont présenté une couleur vert olive sauf pour le cultivar Safraya, elle est vert jaunâtre.

Chapitre III : Résultats et discussions

➤ *Les caractères quantitatifs :*

Sur les 30 variables quantitatives utilisées pour l'évaluation de la croissance de l'arbre et la palme chez les pieds femelles et dokkars, les résultats de l'analyse de variance ont montré que le type et le nombre variables qui différencie entre les 4 cultivars étudiés sont différents et qu'un seul paramètre, la largeur de la penne apicale (**LrPnAp**), est trouvée en commun pour les deux sexes pour différencier entre les pieds des cultivars. En fait, chez les pieds femelles, une différence significative est observée uniquement pour 8 variables. Cependant, seuls la disposition des penne en groupement de 1 (DisPn (1)) semble être le critère qui différencie le plus entre les 4 cultivars femelles étudiés où le cultivar Ghars possède le nombre le plus élevé et Horra le nombre le plus faible (Tableau 6). De même, la classification des groupes homogènes indique que ce critère discriminant et que le cultivar Ghars et Horra sont classés toujours dans des groupes distincts extrêmes. Par contre, pour les dokkars, l'analyse de variance montre que sur les 30 variables quantitatives analysées, il n'y a de différences significatives que pour 3 variables, à savoir : le nombre d'épines par type de regroupement en 1(**NE/tr Plm(1)**), groupement des penne en 1(**GPn1**) et la largeur de la penne apicale (**LrPnAp**) (Tableau 21). La classification des groupes homogènes en fonction de ces variables montrent que les dokkars Hamray et Horra sont classés dans des groupes distincts par rapport aux deux critères discriminants (le nombre d'épines groupées en 1 (**NE/tr (1)**) groupement des penne en et 1(**GPn1**)).

Sur base des résultats obtenus pour les variables quantitatives, ayant montrés des différences significatives, Il en ressort que la largeur de la penne apicale (LrPnAp), le nombre d'épines par type de regroupement en 1(NE/tr (1)) et 3 (NE/tr (3)), ainsi que pour le groupement des penne en 1 (GPn1Plm) et 3 (GPn3Plm) et, respectivement pour les dokkars et pieds femelles, semblent être des critères importants sur les quels on peut se baser pour différencier entre les cultivars.

Pour ce qui est des résultats de l'évaluation des caractères quantitatifs de reproduction chez les 4 dokkars étudiés, il en ressort que sur les 10 paramètres quantitatifs utilisés, 4 critères ont indiqué une différence hautement significative entre les dokkars. Il s'agit du poids de la spathe (**PD**), le nombre de fleurs par épillet (**NbrF/Ept**), le teste de germination (**T germ%**) et teste de coloration (**Colr test%**). La classification des groupes homogènes en fonction de ces paramètres fait ressortir que le dokkar Hamray forme un groupe bien distinct avec les valeurs les plus élevées pour les quatre paramètres hautement significatifs.

Chapitre III : Résultats et discussions

L'observation des résultats de la matrice de corrélation pour les paramètres morphologiques utilisés, au seuil 1%, ont révélé de fortes corrélations positives et/ou négatives entre les différents paramètres mais la plupart sont attendus.

Les résultats de l'Analyse en Composante Multiple (ACM)

Une forte représentativité des 15 caractères qualitatifs sur les 2 axes de l'ACM a été constatée et témoigne donc de la présence d'une organisation phénotypique forte des cultivars étudiés. Ces caractères morphologiques contribuent d'une manière différente à l'inertie expliquée par les 2 axes dont la plus élevée, 17,32%, est celle observée pour la production de rejets (CPR) et le port de l'arbre (PrA). Comme pour les pieds femelles, les résultats de l'ACM pour les 20 paramètres qualitatifs utilisés dans l'ACM sur les 4 dokkars, ont indiqué aussi, une grande distance entre les pieds étudiés ce qui indique leur variabilité phénotypique et chaque dokkar est caractérisé par certains paramètres qui se situent près de sa projection dans le plan 1-2. Comme pour les pieds femelles les variables qui contribuent le plus à expliquer l'inertie des axes chez les dokkars, avec 13,89%, sont la capacité de production de rejets (**CPR**) et le port de l'arbre (**PrA**) (**Tableau 24**).

Sur l'ensemble des variables qualitatives utilisées, 15 et 20, respectivement pour les pieds femelles et mâles, 11 et 14 semblent contribuer fortement à l'explication de l'inertie des deux axes 1-2, respectivement pour les pieds femelles et mâles. Les projections des variables – individus des deux types de pieds sur les deux axes F1 et F2 (Figures 39 et 47), indiquent qu'il y a une différence entre les quatre cultivars, expliquée par la différence au niveau phénotypique des paramètres étudiés, ce qui a généré trois classes différentes où la classe III regroupe les deux cultivars Hamraya et Horra aussi bien pour les dokkars que pour les pieds femelles.

Chapitre III : Résultats et discussions

Les résultats de l'Analyse en Composante Principale (ACP)

Les résultats de l'analyse ACP avec les 30 variables quantitatives de la partie végétative (Tableaux 11 et 30) montrent un pourcentage de variabilité de 89,038% sur les axes 1 et 2, pour les pieds femelles, et de 100% sur les axes 1, 2 et 3, pour les dokkars. Ceci indique une forte variabilité entre les cultivars de la partie végétative (Figures 40, 53 et 54). Sur les pieds femelles, les résultats, sur la CP1, indiquent que 13 paramètres en relation surtout avec les caractéristiques des pennes, ont expliqué 47,897% de la variabilité totale. Il s'agit, du nombre moyen des pennes par palme (NMPn/Plm), le groupement des pennes en type 3 par palme (GPn3Plm), la distance entre le troisième et le quatrième groupe des pennes (c) et l'indice d'espacement (IndEsp). Par contre, les 11 autres variables, notamment en relation avec les différentes dispositions des pennes, ont relativement et positivement contribué, avec 41,145%, à la variabilité observée sur CP2. Il s'agit de la distance entre le premier et le quatrième groupe des pennes de la palme (D Plm), la disposition des pennes en 2 (DisPn(2)) et enfin la largeur de la kornaf (Krnaf).

De même, pour les dokkars, 13 variables ont fortement contribué, dont 4 positivement, à expliquer 44,235% de la variabilité totale. Notamment, le nombre de pennes regroupées en type (3) (GPn3plm), la distance entre le 1^{er} et le 2^{me} groupe de pennes (aPlm) et la largeur du kornaf (Krnaf). Par contre, la CP2, qui explique 28,991% de la variabilité totale, avec la contribution de 10 variables, dont trois sont négativement corrélées, et concernent surtout l'épaisseur du rachis (ERPlm), la distance entre le premier et le quatrième groupe des pennes de la palme (D Plm), et la longueur max d'épine au milieu (LME1/2). La contribution à la variabilité totale sur la CP3, est de 26,775%, expliquée par la contribution de 6 variables, dont deux sont négativement corrélées aux autres variables, et concernent surtout le groupement de pennes en 4 (GPn4Plm) et le groupement de pennes en 5 (GPn5Plm).

Une forte variabilité entre les dokkars est observée à partir des résultats de l'analyse ACP des 10 paramètres de la spathe et le pollen. En effet, la variabilité cumulée, sur deux les axes F1 et F2, est de 92,68% plus importante que celle des paramètres de la partie végétative. Ceci montre, bien évidemment, que les critères de la partie reproduction permettent de distinguer plus facilement entre les dokkars. Sur les 9 variables ayant une importante contribution sur les axes 1 et 2, la longueur de la spathe (v2:LSP), la largeur max (v3: LrmSP), le poids de la spathe (v4:PD), le nombre d'épillets/spathe (v5: NE/SP), la

Chapitre III : Résultats et discussions

longueur d'épillet (v6: L Ept), le nombre de fleurs par épillets (v7: NbrF/Ept), la longueur de la partie à fleur (v8: LpràF), le teste de germination (v9: Tgerm%) et le test de coloration (v10: Colr test%) contribuent le plus dans l'explication de la diversité entre les individus.

Les projections des pieds, dokkars et femelles, sur les plans obtenus de l'analyse ACP pour les 30 variables de la partie végétative fait ressortir ce qui suit:

- ✓ Les pieds femelles des 4 cultivars sont dispersés sur le plan 1-2 (41 et 42), ce qui signifie qu'il existe une diversité entre eux sur base des paramètres de la partie végétative. Le cultivar Ghars (GH) contribue avec 73,68% à l'axe 1, et les cultivars Hamraya (HM) et Horra (HR) contribuent respectivement, avec 38,96% et 55,17%, et en opposé, sur l'axe 2. Le cultivar Safraya (SF) a une très faible contribution et il est mal représenté sur le plan factoriel 1-2.
- ✓ La dispersion des dokkars sur les plans F1-F2 et F1-F3 (Figures 55 et 56), fait ressortir que le dokkar Hamray (HM) contribue avec **96,72%** sur l'axe F1. Le dokkar Safray (SF) contribue avec **78,53%** dans la formation de l'axe F2. Le dokkar Horra contribue avec **37,83%** sur l'axe F3. Alors que pour le dokkar Ghars (GH) contribue de manière presque équivalente à la formation des deux axes (F1 et F3), avec **40,29%** et **58,86%** respectivement (Tableau 32). Les pieds mâles étudiés Horra, Ghars, Hamray et Safray sont loin dans l'espace c'est-à-dire qu'ils se diffèrent et cela correspond exactement à ce qui a été observé sur le terrain.

Par contre, les projections des dokkars sur les plans obtenus de l'analyse ACP pour les 10 variables de la partie reproduction fait ressortir ce qui suit:

- ✓ Sur l'axe F1, les dokkars Hamray (HM) et Horra (HR) sont opposés contribuent, respectivement, avec 58.37% et 40% dans l'explication de la variabilité. Ces deux dokkars sont très loin dans l'espace ce qui signifie qu'il existe une importante variabilité entre eux (Figure 49).
- ✓ Le dokkar Safray (SF) participe avec 56% dans l'explication de la variabilité sur l'axe 2. Par contre, le dokkar Ghars (GH) contribue faiblement à la formation des deux axes 1 et 2.

La classification hiérarchique en fonction de trente paramètres quantitatifs

Chapitre III : Résultats et discussions

Les résultats de la classification hiérarchique en fonction des 30 paramètres quantitatifs de la partie végétative des pieds femelles a généré un dendrogramme avec un niveau de dissimilarité qui varie de 0.42 à 1.2, où le cultivar Horra semble être le plus éloigné phénotypiquement des trois autres cultivars (Ghars, Safraya et Hamraya). Les variables v1 : LttP ; v3:LpEPlm ; v5:NME/Plm ; v7: NE/trPm(2) ; v11: NMPn/Plm ; v13:GPn2Plm ; v17 : LMPn1/2 ; v22:D ; v27: DisPn(2) et v30: Cr S, semblent être les caractères végétatifs les plus discriminants entre les cultivars dans cette analyse CAH. Ces mêmes variables sont bien représentées sur le cercle des corrélations ont exprimés de fortes valeurs de Corr2% .De même, la répartition des 4 génotypes sur le plan 1-2 indique leur distinction par rapport aux paramètres quantitatifs de la partie végétative. Dès lors, 3 groupes homogènes ont été formés regroupant séparément les cultivars Ghars, Horra et Hamraya. Alors que le cultivar Safraya n'est pas représenté sur le plan 1-2 et a exprimé une faible contribution et est classé avec le cultivar Hamraya. Cette distinction rejoint celles de l'ACM, pour les caractères qualitatifs, notamment pour les cultivars Ghars et Horra.

Pour les dokkars, les résultats de CAH en fonction des 30 paramètres quantitatifs de la partie végétative a produit un dendrogramme qui regroupe les 4 dokkars étudiés dans trois principaux groupes phénotypiquement liés (Figure 59). Le niveau de dissimilarité varie de 0, 12 à 0, 17. Le premier groupe renferme un seul dokkar Hamray (HM). Le deuxième groupe comprend Safray (SF) qui semble phénotypiquement très différent des autres dokkars. Ceux de Horra (HR) et Ghars (GH) composent le troisième groupe (Tableau 33).Il semble que les variables v11 (Nombre moyen des penne/plm), v22 (la distance entre le 1^{er} et 4^{me} groupe de penne (D)) sont les deux caractères végétatifs les plus discriminants et qu'on peut les utiliser pour la distinction entre les dokkars étudiés.

De même, les résultats de CAH en fonction des paramètres de reproduction a produit un dendrogramme qui regroupe les 4 dokkars étudiés dans trois principaux groupes phénotypiquement liés (Figure 51) mais avec un niveau de dissimilarité relativement plus élevé (0,60 à 1,10) en raison du dokkar Horra. Le premier groupe comprend un seul dokkar Hamray (HM) (classe 1) qui marque une divergence par rapport aux autres groupes. Le deuxième groupe renferme les dokkars Ghars (GH) et Safray (SF) (Classe 2). Le dernier groupe, classe 3, comprend que le dokkar, Horra (HR) qui semble phénotypiquement très

Chapitre III : Résultats et discussions

différent. Les résultats indiquent aussi que c'est la longueur de la spathe (**Var 2**) ; le poids de la spathe (**Var 4**) ; le nombre de fleurs/épillet (**Var 7**) et le teste de germination (**Var 9**), qui sont les caractères de reproduction les plus discriminants qu'on peut les utiliser pour la distinction entre les dokkars (Figure 52).

En fait, ces dissemblances morphologiques observées entre les différents groupes suggèrent que les cultivars sont maintenus sous des processus évolutifs dans leur oasis.

La troncature de la hiérarchie est la même au niveau des paramètres de la partie végétative pour les deux sexes et pour la partie reproduction pour les dokkars. En effet, elle définit trois groupes mais la répartition des cultivars dans les classes n'est pas la même.

L'analyse de cluster a montré que la diversité phénotypique continue caractérise les cultivars étudiés. La topologie du dendrogramme obtenu soutient cette hypothèse. Les niveaux de dissimilarité en fonction des paramètres quantitatifs végétaux ont variés de 0,12 à 0,17 et de 0,42 à 1,2, respectivement pour les dokkars et pieds femelles ce qui indique que les paramètres phénotypique végétatifs chez les dokkars semblent moins variables que ceux des pieds femelles et qui sont nettement inférieur à celui, 0,60 à 1,10, obtenu par la CAH pour les paramètres de la partie reproduction des dokkars. Un niveau de dissimilarité pour les travaux de joudi (2013) était de 0,14 à 0,7 pour les descripteurs de la partie végétative de pieds femelles pour d'autres cultivars.

On constate que les paramètres liés à la partie végétative semblent être plus stables que ceux de la partie reproduction chez les dokkars ce qui indique bien une faible atténuation de l'effet environnement sur ces paramètres. Par contre, pour les caractères de production, il semble avoir plus d'impact. Cela peut s'expliquer surtout par rapport aux entretiens à apporter aux pieds lors de la période de fructification où les besoins en eau et en fertilisation sont plus importants. En plus de l'effet de l'environnement, notamment la température et l'humidité.

Une différence de classification a été observée entre la classification utilisant les marqueurs morphologiques de la partie végétative et reproduction chez les dokkars.

La hiérarchie basée sur les caractères de reproduction ne conduit pas forcément à la même hiérarchie que celle faite par les paramètres végétatifs. Cependant, cette non concordance n'implique pas que la classification est fautive.

Chapitre III : Résultats et discussions

Aussi, la classification selon les paramètres de la partie végétative des dokkars est différente de celle des pieds femelles.

En effet, on constate que, pour la partie végétative, chez les pieds femelles Safraya est groupé avec le cultivar Hamraya, par contre il est classé séparément sur base des paramètres morphologiques des dokkars.

A decorative horizontal scroll graphic with a light gray background and a thin black border. The scroll is unrolled in the center, with the ends of the scroll visible on the left and right sides, showing a darker gray inner layer.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail exposé dans ce mémoire, s'inscrit dans le cadre d'un travail de thèse de doctorat sur la diversité génétique moléculaires des dokkars dans la région des Zibans et constitue une contribution, à la caractérisation de la diversité phénotypique des palmiers mâles « Dokkars » et femelles, à savoir : Hamray, Safray, Ghars et Horra. Cette étude s'est réalisée moyennant l'utilisation des marqueurs morphologiques qualitatifs et quantitatifs d'IPIGRI pour, d'une part, contribuer à la caractérisation des ressources génétiques de notre patrimoine phoenicicole, et d'autres parts, pour essayer d'identifier les marqueurs morphologiques permettant la sélection des dokkars recherchés à un stade précoce. De même, en raison de l'hétérogénéité phénotypique observée chez les cultivars du palmier dattier ainsi que la qualité du pollen des Dokkars qui influence la production nous avons optés pour faire des prospections sur terrain afin d'identifier et d'évaluer les dokkars les plus cultivés dans la région.

En général, la sélection du dattier chez nous est souvent basée sur les caractéristiques des fruits. En effet, pour élaborer un programme d'amélioration, la compréhension de la variabilité génétique et la bonne identification des cultivars constituent des étapes indispensables pour la mise en place des stratégies d'amélioration. Cette évaluation de la diversité phénotypique constitue donc une étape de base.

Dans notre étude, Il a été supposé que les critères qualitatifs et quantitatifs liés soit à la partie végétative ou reproducteur servent 1) à la caractérisation des cultivars et des dokkars, 2) à l'analyse de la diversité phénotypique 3) à l'exploration des relations phylogénétiques entre les écotypes de palmier dattier ainsi et surtout à l'identification de marqueurs morphologiques discriminants permettant l'identification à un stade précoce de dokkars recherchés.

Les résultats de l'analyse statistique de cette étude, faite moyennant un total de 75 descripteurs, de l'IPGRI, de la partie végétative et celle de reproduction, uniquement pour les dokkkars, a montré une diversité phénotypique relativement importante chez les cultivars femelles et dokkars de la région des Zibans, compte tenu du faible nombre des cultivars étudiés. En fait, les 20 et 15 marqueurs morphologiques qualitatifs de la partie

Conclusion générale

végétative et celle de reproduction utilisés respectivement, sur les dokkars et sur les pieds femelles, ainsi que les 30 et 10 paramètres quantitatifs, de la partie végétative et celle de reproduction, utilisés respectivement sur les pieds femelles et dokkars ont permis de montrer une importante variabilité phénotypique entre les 4 accessions mâles et femelles étudiés avec un fort degré de polymorphisme entre les caractères étudiés. Cette variation, significative, entre les cultivars et dokkars peut être expliquée en grande partie, par la variation génotypique due surtout au mode de reproduction du palmier dattier. Et d'autre part, par la variante environnementale, notamment pour les caractères quantitatifs, et l'interaction milieu et génotype. En effet, le type du sol, la conduite des opérations culturales diffère d'une année à une autre et d'un agriculteur à un autre (pollinisation, ciselage et récolte).

Notre étude a dégagé un ensemble de fortes corrélations positives et négatives entre les paramètres morphologiques étudiés mais dont la plupart étaient attendues.

Aussi, cette étude a permis d'identifier les caractères les plus discriminants, des caractères qualitatifs, pour la classification des cultivars en groupes homogènes. Ces caractères peuvent être utilisés dans d'autres études de diversité. En effet, les résultats des deux ACM, pour les parties végétatives des dokkars et des pieds femelles ont permis de déceler des paramètres qualitatifs discriminants suivants :

Pour les cultivars femelles, sur les 15 marqueurs morphologiques qualitatifs utilisés, 11 marqueurs semblent contribuer le plus à la variabilité observée. Il s'agit des variables (**v 1 :VrA**) la vigueur de l'arbre; (**v 2 :AsCrn**) l'aspect de la couronne; (**v3 : PrA**) le port de l'arbre; (**v5 :CPR**) la capacité de production des rejets; (**v6 :NivCrb**) le niveau de courbure de la palme; (**v7 :AngPlm**) l'angle de la palme; (**v8 :Ang Dr**) l'angle dorsal; (**v10 :RtPlm**) la rotation de la palme; (**v11 :ClrPtl**) la couleur du pétiole; (**v12 :RgdEp**) la rigidité des épines et (**v13 :ClrPn**) la couleur des penes.

Pour les Dokkars, sur les 20 marqueurs morphologiques qualitatifs utilisés, 14 marqueurs semblent contribuer le plus à la variabilité observée. Il s'agit des variables (**v1:FrSp**) la forme de la spathe ;(**v3:CLR**) la couleur ; (**v2:ODR**) l'odeur; (**v15:RtPlm**) la rotation de la palme, (**v18:ClrPn**) la couleur des penes ; (**v16:ClrPtl**) la couleur du pétiole; (**v13:AngDr**) l'angle dorsal; (**v10 :CPR**) la capacité de production des rejets ;(**v7:AsCrn**) l'aspect de la couronne ;(**v8:PrA**) le port de l'arbre; (**v6 :VrA**) la vigueur de

Conclusion générale

l'arbre ;(**v 11:NivCrb**) le niveau de courbure de la palme;(**v12:AngPlm**) l'angle de la palme et (**v 17:RgdEp**) la rigidité des épines.

En comparant les caractéristiques des cultivars identifiés par l'ACM des deux sexes, on constate que sur l'ensemble des marqueurs morphologiques qualitatifs utilisés, 30 au total, sur les pieds femelles et sur les dokkars, 10 marqueurs semblent être communs aux deux sexes pour pouvoir identifier les dokkars ayant la même appellation que les pieds femelles du même cultivar. Il s'agit des marqueurs qualitatifs de la partie végétative suivants :(**v1:VrA**) la vigueur de l'arbre; (**v2:AsCrn**) l'aspect de la couronne; (**v3 :PrA**) le port de l'arbre; (**v5:CPR**) la capacité de production des rejets; (**v6:NivCrb**) le niveau de courbure de la palme; (**v7:AngPlm**) l'angle de la palme; (**v8:AngDr**) l'angle dorsal; (**v11:ClrPtl**) la couleur du pétiole;(**v12:RgdEp**) la rigidité des épines; (**v13:ClrPn**) la couleur des pennes.

L'annexe numéro VI, indique la classification des cultivars dans trois groupes distincts avec des caractères en communs aux pieds mâles femelles pour chaque cultivar.

De même, cette étude a permis d'identifier les caractères les plus discriminants, des caractères quantitatifs de la partie végétative, pour la classification des cultivars en groupes homogènes. Ces caractères peuvent être utilisés dans d'autres études de diversité phénotypique. En effet, les résultats des deux ACP, pour les parties végétatives des dokkars et des pieds femelles ont permis de déceler des paramètres discriminants ci-dessous :

✓ Pour les cultivars femelles, nous distinguons deux groupes de variables :le premier groupe de variables est constitué par 13 marqueurs morphologiques quantitatifs : (**V1 :LttP**) la longueur totale de la palme, (**V11:NMPn/Plm**) le nombre moyen des pennes/palme, (**V12 :GPn1Plm**) le nombre de pennes regroupées en type1, (**V14:GPn3Plm**) le nombre de pennes regroupées en type3, (**V17:LMP1/2**) la longueur max de penne au milieu, (**V18 : LrMPn1/2**) la largeur max de penne au milieu, (**V26:DisPn(1)**) la disposition des pennes en1, (**V28 :DisPn(3)**) la disposition des pennes en 3 et (**V30: Cr S**) la circonférence du stipe. Ces neuf variables sont négativement corrélées à quatre autres variables: (**V19: aPlm**) la distance entre 1 et 2 groupe de pennes,

Conclusion générale

(V20:b Plm) la distance entre 2^{me} et 3^{me} groupe de pennes, (V21:c Plm) la distance entre 3^{me} et 4^{me} groupe de pennes et (V23: IndEsp) indice d'espacement.

Le deuxième groupe de variables comprends 11 variables : (V3 :LpEPlm) la longueur de la partie épineuse, (V5:NME/Plm) le nombre moyen des épines/palme,(V7:NE/trPm(2)) le nombre d'épines/type de regroupement 2, (V8:NE/trPm(3)) le nombre d'épines/type de regroupement 3,(V15:GPn4Plm) le nombre de pennes regroupées en type 4, (V16:GPn5Plm) le nombre de pennes regroupées en type 5,(V22: D Plm) la distance entre 1^{er} et 4^{me} groupe de penne, (V24:LPnAPlm) la longueur de la penne apicale par palme et (V29:Krnaf) la largeur du kornaf.Ces variables sont corrélées négativement à deux autres, (V27:DisPn(1)) la disposition des pennes en type 2 et (V13:GPn2Plm) le nombre de pennes regroupées en type 2.

Pour les Dokkars, nous distinguons trois groupes de variables :

Le premier groupe comprend 13 variables. Les 4 variables (V14:GPn3Plm) le nombre de pennes regroupées en type 3, (V21:c Plm) la distance entre 3^{me} et 4^{me} groupe de pennes, (V26:DisPn(1)) la disposition des pennes en1 et (V28:DisPn(3)) la disposition des pennes en 3 sont corrélées négativement avec les 9 variables suivantes :(V5:NME/Plm) le nombre moyen des épines/palme, (V6:NE/trPm(1)) le nombre d'épines/type de regroupement1, (V7: NE/trPm(2)) le nombre d'épines/type de regroupement 2, (V17:LMPn1/2)la longueur max de penne au milieu, (V18:LrMPn1/2) la largeur max de penne au milieu, (V19:aPlm) la distance entre 1^{er} et 2^{me} groupe de pennes, (V25:LrPnAPlm) la largeur de la penne apicale par palme, (V29:Krnaf) la largeur du kornafet (V30:Cr S) la circonférence du stipe.

Le deuxième groupe est constitué de dix variables (V1:LttP) la longueur totale de la palme, (V3:LpEPlm) la longueur de la partie épineuse, (V11:NMPn/Plm) le nombre moyen des pennes/palme,(V12:GPn1Plm) le nombre de pennes regroupées en type 1, (V13:GPn2Plm) le nombre de pennes regroupées en type 2,(V20:bPlm) la distance entre 2^{me} et 3^{me} groupe de pennes et (V23:IndEsp) l'indice d'espacement, (V4:ERPlm) l'épaisseur du rachis de la palme, (V10:LME1/2) la longueur max de l'épine au milieu et (V22:D Plm) la distance entre 1^{er} et 4^{me} groupe de pennes, dont les trois dernières sont négativement corrélées aux

Conclusion générale

sept premières variables. Enfin, le troisième groupe est composé de six variables (**V2: LrMaxPlm**) la largeur max de la palme, (**V8:NE/trPm(3)**) le nombre d'épine par type de regroupement en 3, (**V24:LpnAP**) la longueur de la penne apicale et (**V27:DisPn(2)**) la disposition des pennes en 2, (**V15: GPn4Plm**) le nombre de pennes regroupées en type 4 et (**V16:GPn5Plm**) le nombre de pennes regroupées en type 5 dont les deux dernières sont négativement corrélées aux quatre premières variables.

Sur les 30 marqueurs utilisés pour caractériser les deux types de deux sexes des 4 cultivars, 29 semblent être discriminants mais seulement 24 sont en communs aux deux sexes et qui sont: (**v1:Ltt**);(**v3:LpEPlm**);(**v5:NME/Plm**);(**v7:NE/trPm(2)**);(**v8:NE/trPm(3)**);(**v11:NMPn/Plm**);(**v12:GPn1Plm**) ;(**v13:GPn2Plm**) ;(**v14 :GPn3Plm**);(**v15:GPn4Plm**);(**v16:GPn5Plm**) (**v17:LMPn1/2**);(**v18:LrMPn1/2**);(**v19:aPlm**);(**v20:bPlm**);(**v21:cPlm**);(**V22:DPlm**); (**V23 :IndEsp**);(**v24:LpnAP**);(**v26:DisPn(1)**);(**v27:DisPn(2)**); (**v28:DisPn(3)**); (**v29: Krnaf**) et (**v30:Cr S**).

L'analyse en composante principale (ACP) appliquée à la matrice des corrélations obtenue à partir de l'ensemble des variables, des 10 paramètres morphologiques pour la partie reproduction, mesurées sur les 4 dokkars, indique que les marqueurs morphologiques les plus discriminants sont : la longueur de la spathe (**v2:LSP**), la largeur max de la spathe (**V3: LrmSp**), le poids de la spathe (**v4:PD**), le nombre d'épillets/ spathe (**v5 :NE/SP**), la longueur de l'épillet (**v6:LEpt**), le nombre de fleurs/épillet (**V7:NbrF/Ept**), la longueur de la partie à fleur (**v8:LpF**), le test de germination (**V9:T germ%**) et le test de coloration (**v10:Colr test%**).

Les résultats de l'ACP, qui concordent avec ceux de l'analyse de variance, ont réparti les dokkars en trois groupes homogènes bien distincts. La projection des variables et des individus sur les deux axes a permis la caractérisation des dokkars de chaque groupe comme suit :

✓ **Groupe 1** : est formé par le dokkar Hamray (HM), qui se caractérise par : la longueur et la largeur les plus importantes de la spathe (**v2 : LSP**; **v3:LrMsp**), le poids élevé de la spathe (**v4:PD**), un grand nombre d'épillets, la longueur d'épillets et le nombre de fleurs/épillet les plus élevés (**v5 :NE/SP**, **v6:LEpt**, **v7 :NbrF/Ept**), avec un fort pourcentage de germination et de coloration du pollen (**v9:T germ%** et **v10 :Colr test%**).

Conclusion générale

✓ **Groupe 2** : est composé du dokkar Horra (HR), qui se caractérise par un poids de la spathe le plus élevé (v4 : **PD**), une courte longueur de la partie à fleurs (v8:**LpàF**) et un faible taux de germination (v9:**T germ%**).

✓ **Groupe 3** : regroupe deux dokkars, Safray (SF) et Ghars (GH), qui se caractérisent par : un nombre élevé de spathe /pied (v1:**Nsp/Pd**) ; une largeur importante de spathe (v3 : **Lrmsp**) ; des longueurs d'épillet et la partie à fleurs moyennes (v6:**LEpt** et v8:**LpàF**) et un taux de germination acceptable (v9:**T germ%**).

La classification hiérarchique (CAH), selon les 30 paramètres quantitatifs de la partie végétative, a permis de regrouper les 4 cultivars, pieds femelles, en trois principaux groupes déclinés comme suit :

- Le premier groupe : regroupe les cultivars **Hamraya et Safraya**, avec les plus fortes moyennes pour le nombre moyen des épines (v5 : NME/Plm), la distance mesurée entre 1^{er} et 4^{me} groupe de pennes (**v22: D**) et (**V3: LpE**) longueur de la partie épineuse avec des valeurs élevées.

Le deuxième groupe comprend un seul cultivar, **Ghars**, avec de fortes moyennes, de la longueur totale de la palme (**v1: LttP**), de la partie épineuse (**v3: LpE**), le nombre d'épines/type de regroupement 2 (**v7 :NE/trPm(2)**), du nombre moyen de pennes par palme (**v11: NMPn/Plm**), la longueur max de penne au milieu (**v17 :LMPn1/2**) ainsi que la circonférence du stipe (**v30:Cr S**).

- Le troisième groupe comprend un seul cultivar Horra, avec le nombre le plus élevé de pennes groupées en 3 (v13: GPn2Plm) et ceux disposées en 2 (**v 27: DisPn(2)**), un nombre moyen des pennes/palme (**v11: NMPn/Plm**) et de faibles valeurs pour (**v3: LpE**), (v5 : NME/Plm), (**v7 :NE/trPm(2)**) ainsi que la distance entre 1^{er} et 4^{me} groupe de pennes (**v22: D**).

L'analyse hiérarchique faite sur les 4 cultivars selon les caractères morphologiques confirme les résultats trouvés par l'Analyse en Composante Principale pour les pieds femelles.

Par contre, la classification hiérarchique, selon les 30 paramètres quantitatifs de la partie végétative chez les dokkars, a regroupé les 4 dokkars en trois groupes, certes distincts, mais les deux dokkars Horra et Ghars se trouve ensemble dans la classe 3, alors que les

Conclusion générale

résultats de la CAH des pieds femelles ils étaient classés séparément. Les dokkars sont classés comme suit :

- **Classe 1** : Contient le dokkar Hamray, qui est caractérisé par des valeurs élevées de la distance entre le 1^{er} et 4^{me} groupe de penne (v22: D); les longueurs les plus importantes de la palme, de la partie épineuse et de la longueur de la penne au milieu (v1:LttP, v3:LpEPlm, v17: LMPn1/2); de grandes largeurs de la penne au milieu, de la penne apicale, de la kornaf et de la circonférence du stipe (v18:LrMPn1/2, v25:LrPnAPlm, v29: Krfaf et v30: Cr S). On a noté aussi, un grand nombre d'épines et leur type de groupement en 1 et 2 et aussi l'espace entre le 1^{er} et 2^{me} groupe de penes (a) (v5: NME/Plm, v6 : NE/trPm(1), v7 : NE/trPm(2) et v19:aPlm).
- **Classe 2** : Le dokkar Safray, qui se caractérise par l'épaisseur la plus importante du rachis et la longueur de l'épine du milieu la plus élevée ainsi qu'une importante distance entre le 1^{er} et 4^{me} groupe de penes (v4:ERPlm, v10:LME1/2 et v22:(D)).
- **Classe 3** : Regroupe les dokkars **Horra et Ghars**, qui ont des valeurs élevées de nombre moyen des penes/palme (**v11:NMPn/Plm**), un nombre plus important des penes et leur regroupent en 2 et 3 (v12:GPn2Plm, 13: GPn3Plm) et une valeur moyenne de la distance entre 1^{er} et 4^{me} groupe de penes (**v22: D**).

En ce qui concerne la classification hiérarchique basée sur les paramètres morphologiques quantitatifs de la partie reproduction, chez les dokkars, elle a permis de regrouper les 4 dokkars en 3 groupes homogènes.

Classe 1 : Regroupe le dokkar Hamray, qui exprime un nombre élevé de fleurs/épillet (**Var7**), un important taux pour le teste de germination (**Var9**) et des valeurs élevées pour la longueur de la spathe (**Var2**).

Classe 2 : Contient les dokkars Safray et Ghars, qui ont des valeurs intermédiaires pour ces paramètres.

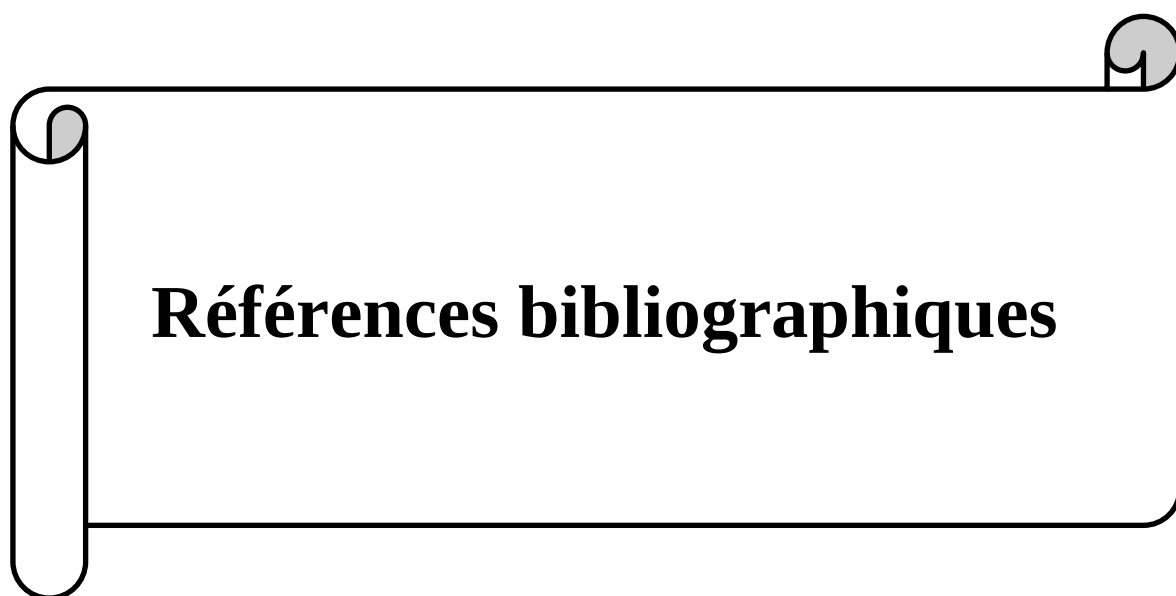
Classe 3 : renferme un seul dokkar, Horra, qui a un poids élevé de la spathe (**Var4: PD**).

En effet, on observe des similitudes entre la classification de la CAH et les groupes homogènes, et l'ACP.

Enfin, pour une première étude, l'ensemble des résultats obtenus a permis d'avoir une bonne base d'informations pour la compréhension de la structure de la diversité morphologique. Toutefois, et afin de confirmer les tendances notamment celles des

Conclusion générale

marqueurs phénotypiques qualitatifs identifiés dans le cadre de cette étude, un nombre plus élevé d'écaillons et de cultivars doit être caractériser. Enfin, une étude génétique par le biais des marqueurs moléculaires, prévue dans le cadre du doctorat, doit venir compléter ces observations et fournir une analyse plus complète qui aidera à caractériser nos dokkars et identifier les marqueurs moléculaires qui permettront une sélection plus précoce des dokkars recherchés pour des cultivars choisis.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Aziez. W., (2007). – Etude comparative de trois pieds mâles du palmier dattier (Phoenix dactylifera L) et l'impacte de leur pollen sur quelques caractéristiques physico-chimiques des dattes dans la région d'El Maleh (Biskra) ; thèse d'ingénieur, op : production et amélioration des plantes.Départ d'agronomie.univ Biskra. Algérie.p : 3-8, 22, 31, 46,49-50.

Babahani.S., Bouguedoura.N., (2009).- Effet de quelques méthodes simples de conservation du pollen sur les caractères de la production dattière. Science & Technologie C- N°30 p 10.

Babahani S ., (2006).- Contribution à l'évaluation de la production des palmiers mâles de la région de Ouargla (Algérie) revue des régions arides- numéro spéciale- Acte du séminaire gestion des ressources et l'applications technologiques en aridiculture et culture Oasienne valorisation des potentialité du Sahara.p 881-884

Babahani S., (2011).- Analyses biologique et agronomique des palmiers mâles et conduite de l'éclaircissage des fruits chez les cultivars Ghars et Deglet Nour., Thèse de Doctorat ; ENSA El Harrach, Algérie. P : 7,18-20.

Babahani S., (2013).- Réceptivité florale et problème de contamination par les pollens étrangères chez le palmier dattier. Revue universitaire Ourgla.Vol3.num2.

Ben abdellah A., (1990). – la phoeniciculture. Option Méditerranéenne, Série. A/n°1-les systèmes agricoles Oasiens ; ed CRP,INRAT. Tunisie. p : 106

Benouamane.O., Ouamane.S., (2011): - Contribution à la caractérisation hydro pédologique et de la qualité de datte de jeunes rejets Deglet Nour (Cas de la région d'EL Ghrous) ; thèse d'ing ;sp production et amélioration des plantes .univ Biskra : 13,24,26,30, 36-37,40,41.

Belguedj.M., Tirichine.I., et al., (2008). – La conduite du palmier dattier dans les Oasis de Ghardaia (Algérie) ; ed. INRAA. p : 50-51, 53,55.

Belguedj.M., Tirichine.I., et al., (2011). –Application des indicateurs entobotaniques de la diversité au palmier dattier. ed : Algerien journal of arid environnement.vol.1, n°1.p :19

Références bibliographiques

Belguedj. M., Salhi. A. et al., (2008). – Diagnostique rapide d'une région agricole dans le Sahara Algérien, axe de recherche développement prioritaire ; cas de la région des Zibans (Biskra). p : 15

Bellatar. H., (2007).- la diversité dans la végétation cultivée de la région de Mila inventaire et caractérisation biologique ; thèse de magistère-Sp biologie végétale. Option : biodiversité et production végétale ; Départ des sciences de la nature et de la vie.univ Mentouri, Constantine. p : 19-20.

Boughdiri. L., (1994): - Le pollen du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) approche multidisciplinaire et modélisation des différents paramètres en vue de créer une banque de pollens, thèse de doctorat, spécialité botanique tropicale université de Paris. p: 17-19, 21,26-28,43, 45, 59, 61, 63, 72, 81,106-107.

Boughediri. L., (1991). - Mineral composition of the exine of two male date palms (*Phoenix dactylifera* L); *4th Int. ConJAerobiol. IStockholnill990: Satellite Sjmposiimi* ed Grana visité le: 29 March 2013.

Bouguedoura. N ., Bennaceur .M et al (1991).- Biotechnologies du palmier Dattier; chapitre 1: Le palmier dattier en Algérie ; situation, contraintes et apport de la recherches ; ed, IRD. p :15-17, 19,232.

Bousdira. Kh., (2007).- La contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse caractérisation morphologique des dattes des cultivars les plus connus de la région de M'zab, classification et évaluation de la qualité ; thèse de magister. Option technologie alimentaire ; univ Boumerdès.Départ la technologie alimentaire p : 10, 12, 14.

Camps. G., (1995). - Dattes/Dattiers; revue.org vol n°15. ed Peeters edi sud encyclopédie berbère. P: 4.

Chaouch khouane. A., (2012).- Etude de l'effet de la pollinisation de différents pollens et de l'acide gibberellique (AG3) sur la production et la qualité des dattes produites par le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) « variété Deglet Nour », dépat d'agronomie, thèse de magister sp. Agriculture et environnement en région aride. Unv de Biskra .p :15-16

Colas. F., Mercier.S., (2000). - Evaluation et maintien de la viabilité de pollen utilisés dans le programme d'amélioration des arbres .mémoire de recherche forestière n °135 service de la génétique, la reproduction et de l'écologie, ed Ministère de ressources naturelles. Québec. Canada .p:5

Références bibliographiques

Dagnelie.P., (2007).- De la régression simple et l'analyse de la variance aux modèle linéaires généralisés.Faculté des sciences agronomiques B-5030 Gambloux-Belgique, ed Revue MODULAND n°39.

Dahir.A.M., (2010). – Détermination du sexe chez le palmier dattier ; approche histocytologiques et moléculaires ; thèse de doctorat. Discipline : Biologie cellulaire et moléculaire ; école doctorale biologie intégrative. Univ Montpellier II. France.p:13, 16

David.W .A., (1927). – A study of polle *Phoenix dactylifera L* with reference to its longevity and effect on fruits. Thèse de master sp science; depart d'Agronomie. Univ Arizona .USA p: 12, 15-16,21-22.

De Vienne D., (1996).- Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales. I.N.R.A France. P: 201.

Djerbi.M., (1996). – Prise de phoeniciculture- chapitre : 7, Pollinisation et soins apporté aux régimes, ed. FAO.p :79-81.

Duby. C., Robin.S., (2006).- Analyse en Composante Principale, Institut National Agronomique, Dept O.M.P.I. Paris –Grignon p 22.

Elhoumaizi.M. Saaidi.M., (2002). - Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera L.*) from morocco. Revue genetic resources and crop evolution 49; ed Kluwer Academic.

Hadyatou. D.B., Kossi.E.K. , (2007). – Importance de la préservation des ressources phytogénétiques locales dans le développement durable.ed ITRA.p : 27,28.

Halimi. H., (2004). - La caractérisation des palmiers dattiers mâles dans la région de Ouargla en vue d'une sélection qualitative ; thèse de magister en agronomie Saharienne option : protection de l'environnement en zone aride, département d'agronomie, univ Kasdi merbah .Ouargla .Algérie .p :9,16-18, 31,39,

Hanachi .S., Benkhalifa A., Khitri. D., Brac de la perrière.R.A ., (1998). – Inventaire variétal de la palmerais Algérienne. CDARS/URZA.ed ANEP, ruiba.Alger.p12

Hesse. M., Halbriter.H., Zetter.R et al., (2009). – Pollen terminologie, an illustrated handbouk. Ed Springer Win New York, univ Vienna .Australy p: 11.

Hakkoum.H. ,Chaouchekhhouane.,A.,(2008).- contribution à l'étude de l'effet des différentes températures de conservation des dattes Degletr Nour sur la mortalité de la pyrale *Ectomyois certatoniae*, relation critères de qualité des dattes –taux d'infection ,thèse d'ing ,spécialité protection des plants, département d'agronomie-Biskra. p 44.

IPGRI. (2005). - Descripteur du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) ; Rome, Italie p :3,30-31, 33-38.

Références bibliographiques

- ITDAS (2007).**- Orientations générales sur la conduite de votre palmeraie.ed Institut technique de developpement de l'agriculture saharienne Biskra. p:22.
- James Denny .O., (1992).** – Xenia includes Metaxinia; revue HORTSCIENCE, vol n° 27 (7) journal Feature.univ. California.Davis.p: 722.
- Larose., Palissiere et al., (2013).** - Protocole de la germination des grains de pollen Paris.
- Lévêque.C., Mounolou. J.C., (2008).**-Biodiversité dynamique biologique et conservation 2^{me} edition ed : DUNOD Paris p: 7, 211- 212, 225.
- Messar.E.M., (2010).**- Le secteur phoenicicole Algérien : situation et perspective à l'horizon. Ed. CIHEM, 1993, option méditerranéenne : série A. Zaragoza.p :23-24 ,34-36.
- Mouhamad.I ., Mouhamad. M et al., (2009).** – Floral characteristics of the different male date palms and their response to fruit setting and yield of cultivar DAKKI; faculté d'Agriculture. Univ D.I.Khane Pakistan, Pakistan.J.Agric.Res.Vol 22.N 1-2 .p: 36.
- Munier.P., (1973):** - Le palmier dattier, ed G.P.Maisonnette et larose. Paris .p:9-13, 16-17, 19-20, 22-29, 32, 43, 45, 56, 118, 124,130.
- Nasser. S., Al-khalifah.S., (2006).** - Metaxinia: influence of pollen on maternal tissue of fruits of two cultivars of date palm (*Phoenix Dactylifera*L.) Bangladesh J. Bot.n35
- Peyron. G., (2000) :** - Cultiver le palmier dattier, ed CIRAD. Paris .p:9,12-15, 18,33-35,74
- Saker M. L ., Bouhoun. M., (2011).** - L'agriculture saharienne : réalité et perspectives ; cas de la vallée de l'oued righ (sud-est algérien), ed agriculture n°.2.p : 69.
- Sedra .H., Lashermes. PH., (1996).** – Identification and genetic diversity analysis of date palm (*Phoenix dactylifera* L) from Morocco using RAPD markers.p: 208
- Shaheen. M.A ., Taha. A et al., (1984).**- Evaluation of datte palm males used in pollinisation in the central region univ King Saoudicollge of agriculture, depert of plant production; Riyadh, Saudi Arabia.
- Shafique. M., Khan .S et al., (2009).** – Influence of pollen source and pollinisation frequency on fruit drop, yield and quality of date palm (*Poenix dactylifera* L) cv Dakki, Pak.J.Bot.

Références bibliographiques

- Shripad . A.N., Caulten.E., (2009).** - Pollen and spore, Application with specials emphasis on aerobiology and allergy.ed Science Publishers, USA. p:1,10-11,17,19-20,22,23.
- Siboukeur.O. Mimouni.Y., (2011).** - Etudes des proprietes nutritive et diétitiques de dates extraits de par diffusion, en comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (isoglucose), issus de l'industrie de l'amidon.laboratoire de protection des ecosystems en zones arides et semi-arides,feculté des sciences de la vie et sciences de la terre,Uni Kasdi Merbah Ouargla.ed Annales des sciences et Technologie.p:1.
- Sneath.P.H.A. Sokal.R.R., (1973).** - Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification.
- Tirichine. I., (1997).** – Etude des ressources génétiques du palmier dattier p :1-6,8-13,19,22.
- Zabar. A .F., Browy. A., (2012).** –Cultivation of date palm in Iraq Univ MARIA Ecurie - Sk£Odows Kalublin – Polonia Vol. XXII(1) .p: 41.
- Zaid A., Wet.P.F. (2002).** – Pollinitation and hunch management in date production support programme; ed Food and Agriculture Organitsation .Rome.Italy. p: 1-5,7-14

المراجع العربية:

- عبد الكريم عبد. مؤيد فاضل عباس (2007).** - مقارنة أربعة أصناف من حبوب اللقاح وتأثيرها في بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لثمار نخلة التمر لصنفي أم الدهن والبريم *Phoenix.dactylifera* مجلة البصرة لأبحاث نخلة التمر المجلد 6 العدد 1
- محمد نظيف حجاج، خليفة محمد عاطف ابراهيم (1998).** - نخلة التمر زراعتها رعايتها و انتاجها. مطبعة منشأة المعارف الاسكندرية. ص: 123, 13, 52, 152, 154, 156 - 158, 163, 164, 174, 495-449, 502
- فتحي حسين أحمد علي (2005).** - نخلة التمر شجرة الحياة بين الماضي و الحاضر و المستقبل- تاريخ نشأة النخلة، زراعتها و العناية بها اكثارها، الجزء الاول. الدار العربية للنشر و التوزيع مصر- القاهرة ص: -268, 263, 179 174-175 281, 269
- فتحي حسين أحمد علي (2005).** - نخلة التمر شجرة الحياة بين الماضي و الحاضر و المستقبل- تاريخ نشأة النخلة زراعتها و العناية بها اكثارها، الجزء الثاني ص: 31-33, 35, 37

Références bibliographiques

زوبيري أدريس، (2013). - أورلال.. تاريخ الزاب الجزائري

عبد الباسط عودة (2008). - نخلة التمر- شجرة الحياة . المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة – أكساد- دمشق. ص 16-13 , 115, 117, 123.

Sites wep visités:

1. Planétoscope : statistique mondiale en temps réel ; statistique mondiales-agriculture 2012. "http://www.planetoscope.com/fruits-legumes/1381-production-mondiale-de-dattes.html"
2. FAOstat.agricole."http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx "
3. Info et actualité sur l'Algérie : Algérie 360 « hausse de la production dattière visité le :14.03.2013
4. EL Khabar : l'Algérie est le deuxième producteur de datte dans la zone arabe.23.08
5. <http://www.algeronline.com/environnement/repartition-du-patrimoine-phoenicicole-national>.
6. Zaim. M ; 2013 : journal quotidien liberté
7. <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/seeds-pgr/conservation/fr/>
8. <http://www.greenalgerie.dz/phoeniciculture.html>. le 18.11.2013 la production des dattes en housse,les prévisions tablent sur de 8millions de quintaux en 2012.
9. <http://www.surveystore.info/nsarticle/analyse-multivarie-acp.asp>
10. www.tutiempo.net/clima/Biskra/2013

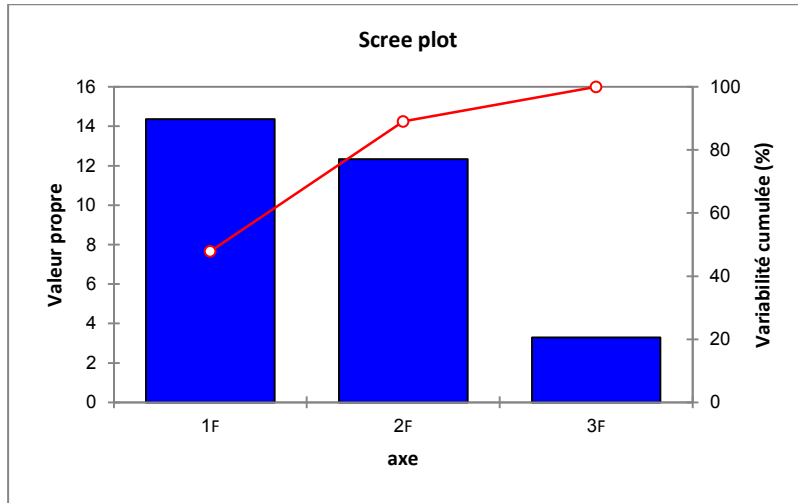
Références bibliographiques



ANNEXES

ANNEXES

Annexe I : Représentation graphique des valeurs propres de la partie végétative femelle.

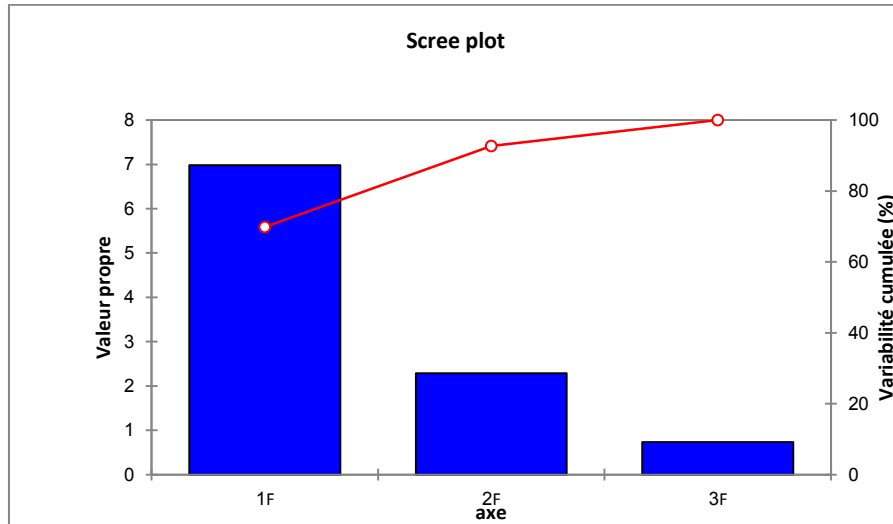


ANNEXES

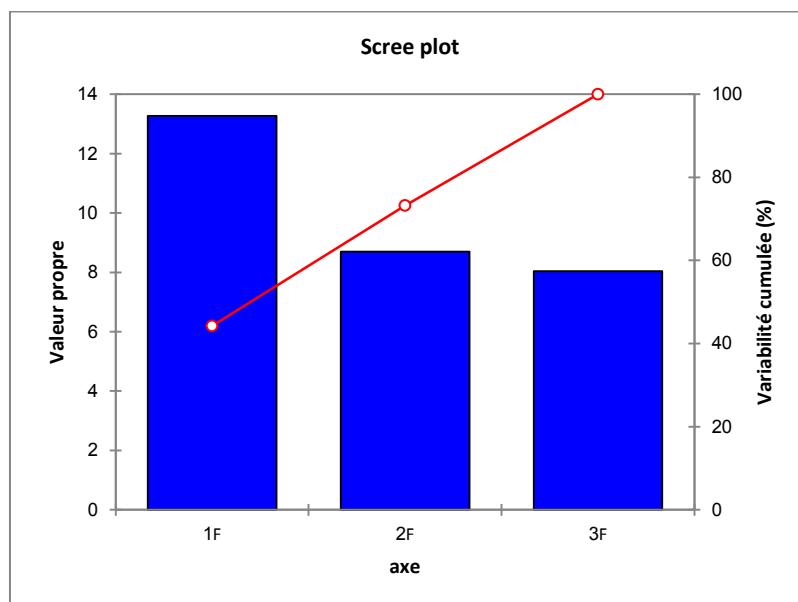
Annexe II : Matrice de corrélation (Pearson (n))pour les caractères végétatifs femelle :

Variables	GpN3PI m	NMPn/Plm m	LrMPn1/ 2	DisPn(1) P	DisPn(3) P	Cr S	GpN1PI m	LMP1/ 2	LttP	LME1/ 2	NE/trPm(1)	ERPl m	EpME1/ 2	NE/trPm(2)	LpEPl m	GpN4PI m	NME/Pl m	Krnaf 1	GpN2PI m	DisPn(2) P	LrMaxPI m	D Plm	NE/trPm(3)	GpN5PI m	LPnAPI m	LrPnAPI m	aPlm	b Plm	IndEs p	c Plm
GpN3Plm	1																													
NMPn/Plm	0,979	1																												
LrMPn1/2	0,958	0,884	1																											
DisPn(1)P	0,902	0,845	0,878	1																										
DisPn(3)P	0,958	0,952	0,927	0,743	1																									
Cr S	0,864	0,921	0,697	0,844	0,757	1																								
GpN1Plm	0,779	0,872	0,572	0,727	0,693	0,982	1																							
LMP1/2	0,769	0,630	0,882	0,883	0,643	0,506	0,333	1																						
LttP	0,743	0,863	0,535	0,531	0,765	0,876	0,928	0,156	1																					
LME1/2	0,659	0,524	0,750	0,883	0,465	0,504	0,336	0,960	0,072	1																				
NE/trPm(1)	0,606	0,730	0,359	0,583	0,508	0,916	0,971	0,134	0,888	0,184	1																			
ERPlm	0,692	0,538	0,869	0,675	0,674	0,273	0,101	0,915	0,058	0,779	-0,135	1																		
EpME1/2	0,694	0,556	0,865	0,591	0,731	0,244	0,089	0,831	0,121	0,649	-0,153	0,980	1																	
NE/trPm(2)	0,610	0,446	0,762	0,791	0,464	0,339	0,155	0,976	0,057	0,968	-0,030	0,889	0,782	1																
LpEPlm	0,571	0,432	0,666	0,839	0,358	0,444	0,277	0,924	0,014	0,993	0,143	0,722	0,576	0,955	1															
GpN4Plm	0,501	0,349	0,620	0,781	0,292	0,348	0,176	0,911	0,115	0,981	0,041	0,729	0,581	0,962	0,995	1														
NME/Plm	0,432	0,247	0,628	0,640	0,295	0,127	-0,063	0,908	0,271	0,910	-0,237	0,860	0,748	0,976	0,912	0,942	1													
Krnaf1	0,212	0,015	0,439	0,455	0,079	0,093	-0,277	0,786	0,487	0,810	-0,424	0,762	0,644	0,899	0,834	0,885	0,973	1												
GpN2Plm	0,231	0,390	0,055	-0,154	0,426	0,313	0,442	-0,420	0,731	-0,578	0,460	0,290	-0,126	-0,604	-0,662	-0,726	-0,727	-0,840	1											
DisPn(2)P	-0,034	0,162	-0,269	-0,310	0,101	0,240	0,413	-0,665	0,630	-0,717	0,528	0,642	-0,517	-0,811	-0,760	-0,823	-0,916	-0,984	0,911	1										
LrMaxPlm	0,012	0,041	0,067	-0,401	0,297	0,275	-0,231	-0,269	0,139	-0,528	-0,310	0,110	0,300	-0,355	-0,607	-0,597	-0,339	-0,351	0,654	0,388	1									
D Plm	-0,207	-0,388	0,017	0,118	-0,353	0,400	-0,546	0,466	0,779	0,569	-0,604	0,424	0,286	0,649	0,638	0,712	0,788	0,905	-0,973	-0,966	-0,470	1								
NE/trPm(3)	-0,266	-0,454	0,015	-0,115	-0,280	0,629	-0,765	0,351	0,831	0,335	-0,864	0,505	0,450	0,517	0,374	0,466	0,689	0,822	-0,759	-0,879	-0,004	0,884	1							
GpN5Plm	-0,489	-0,633	-0,305	-0,133	-0,638	0,558	-0,654	0,170	0,887	0,328	-0,633	0,102	-0,038	0,381	0,424	0,505	0,548	0,714	-0,959	-0,827	-0,537	0,944	0,798	1						
LPnAPIm	-0,597	-0,730	-0,411	-0,266	-0,717	0,662	-0,741	0,049	0,938	0,199	-0,703	0,016	-0,108	0,267	0,298	0,385	0,451	0,638	-0,911	-0,766	-0,458	0,905	0,799	0,991	1					
LrPnAPIm	-0,560	-0,703	-0,301	-0,485	-0,499	0,875	-0,950	-0,025	0,917	-0,054	-0,990	0,207	0,200	0,150	-0,008	0,095	0,357	0,541	-0,576	-0,641	0,197	0,710	0,923	0,721	0,775	1				
aPlm	-0,789	-0,859	-0,684	-0,459	-0,908	0,686	-0,701	-0,262	0,885	-0,063	-0,579	0,342	-0,459	-0,049	0,051	0,128	0,128	0,334	-0,766	-0,495	-0,510	0,703	0,554	0,898	0,933	0,626	1			
b Plm	-0,805	-0,891	-0,606	-0,750	-0,720	0,988	-0,999	-0,368	0,927	-0,364	-0,960	0,143	-0,131	-0,189	-0,303	-0,202	0,029	0,247	-0,432	-0,387	0,220	0,529	0,741	0,650	0,740	0,937	0,57	0,65		
IndEsp	-0,950	-0,872	-0,975	-0,959	-0,856	0,759	-0,627	-0,929	0,510	-0,855	-0,435	0,830	-0,785	-0,826	-0,789	-0,740	-0,689	-0,501	0,080	0,341	0,155	0,109	-0,003	0,193	0,316	0,353	0,87	0,73	1	
c Plm	-0,979	-0,963	-0,952	-0,799	-0,996	0,784	-0,709	-0,700	0,748	-0,539	-0,522	0,704	-0,744	-0,529	-0,437	-0,372	-0,359	-0,143	-0,354	-0,038	-0,217	0,291	0,253	0,582	0,671	0,500	2	6	0,898	1

Annexe III: Représentation graphique des valeurs propres de la partie reproduction mâle.



Annexe IV : Représentation graphique des valeurs propres de la partie végétative mâle.



Annexe V : Matrice de corrélation (Pearson (n)) pour les caractères végétatifs mâle:

Matrice de corrélation (Pearson (n)) : pour les caractères végétaIs																															
Variables	LttP	rMaxPlr	LpEPlm	ERPlm	IME/Plr	É/trPm	É/trPm	É/trPm	(pME1/	LME1/2	MPn/Pl	Pn1Pln	Pn2Pln	Pn3Pln	Pn4Pln	Pn5Pln	LMP1/2	rMPn1/	a Plm	b Plm	c Plm	D Plm	IndEsp	PnAPlnr	PnAPlr	DisPn(1	DisPn(2	DisPn(3	RmKrna	Cr S	
LttP	1																														
LrMaxPlm	-0,121	1																													
LpEPlm	0,900	-0,512	1																												
ERPlm1	-0,458	0,107	-0,574	1																											
NME/Plm	0,831	0,087	0,588	0,095	1																										
NE/trPm(1)	0,732	-0,539	0,763	0,092	0,788	1																									
NE/trPm(2)	0,653	0,326	0,321	0,289	0,954	0,617	1																								
NE/trPm(3)	0,425	0,829	-0,007	0,013	0,615	0,000	0,755	1																							
EpME1/2	0,299	-0,048	0,123	0,710	0,746	0,709	0,799	0,289	1																						
LME1/2)	-0,637	0,474	-0,840	0,897	-0,109	-0,314	0,167	0,203	0,433	1																					
NMPn/Plm	0,702	-0,544	0,905	-0,826	0,212	0,449	-0,076	-0,210	-0,301	-0,989	1																				
GPn1Plm	0,483	0,428	0,350	-0,840	0,112	-0,238	0,051	0,507	-0,555	-0,590	0,506	1																			
GPn2Plm	0,669	-0,099	0,727	-0,967	0,163	0,121	-0,045	0,133	-0,509	-0,923	0,881	0,854	1																		
GPn3Plm	-0,133	-0,567	0,245	-0,679	-0,639	-0,236	-0,836	-0,722	-0,794	-0,676	0,611	0,228	0,515	1																	
GPn4Plm	-0,551	-0,761	-0,152	0,182	-0,631	-0,039	-0,719	-0,979	-0,182	-0,002	0,015	-0,653	-0,332	0,587	1																
GPn5Plm	-0,425	-0,829	0,007	-0,013	-0,615	0,000	-0,755	-1,000	-0,289	-0,203	0,210	-0,507	-0,133	0,722	0,979	1															
LMP1/2	0,468	0,356	0,129	0,500	0,876	0,550	0,973	0,709	0,879	0,382	-0,286	-0,138	-0,274	-0,929	-0,627	-0,709	1														
LrMPn1/2	0,921	-0,403	0,908	-0,209	0,843	0,938	0,645	0,176	0,523	-0,536	0,644	0,114	0,431	-0,154	-0,269	-0,176	0,508	1													
a Plm	0,676	-0,281	0,579	0,309	0,895	0,946	0,812	0,237	0,881	-0,045	0,184	-0,287	-0,070	-0,537	-0,226	-0,237	0,785	0,864	1												
b Plm	0,519	0,573	0,296	-0,706	0,256	-0,198	0,240	0,686	-0,392	-0,447	0,375	0,975	0,756	0,006	-0,804	-0,686	0,068	0,145	-0,178	1											
c Plm	-0,838	-0,175	-0,567	-0,047	-0,994	-0,726	-0,960	-0,687	-0,695	0,114	-0,206	-0,200	-0,207	0,649	0,707	0,687	-0,873	-0,810	-0,844	-0,348	1										
D Plm	-0,331	0,398	-0,582	0,944	0,250	0,037	0,487	0,337	0,729	0,930	-0,871	-0,617	-0,876	-0,864	-0,144	-0,337	0,675	-0,187	0,321	-0,434	-0,232	1									
IndEsp	0,511	0,337	0,416	-0,887	0,102	-0,195	0,013	0,436	-0,578	-0,665	0,584	0,995	0,899	0,303	-0,594	-0,436	-0,187	0,157	-0,274	0,953	-0,183	-0,687	1								
LPnAPlm	0,125	0,962	-0,307	0,106	0,356	-0,291	0,564	0,949	0,146	0,397	-0,435	0,450	-0,028	-0,695	-0,893	-0,949	0,566	-0,142	-0,024	0,624	-0,438	0,423	0,364	1							
LrPnAPlm	0,330	-0,050	0,152	0,687	0,767	0,725	0,813	0,302	0,999	0,408	-0,275	-0,532	-0,481	-0,791	-0,201	-0,302	0,886	0,549	0,894	-0,369	-0,716	0,710	-0,553	0,150	1						
DisPn(1)	-0,604	0,447	-0,587	-0,326	-0,798	-0,970	-0,688	-0,049	-0,855	0,074	-0,219	0,403	0,110	0,419	0,039	0,049	-0,673	-0,848	-0,982	0,324	0,731	-0,276	0,376	0,207	-0,865	1					
DisPn(2)	-0,385	0,877	-0,626	-0,124	-0,365	-0,859	-0,158	0,509	-0,496	0,325	-0,447	0,506	0,015	-0,131	-0,474	-0,509	-0,135	-0,701	-0,704	0,556	0,273	0,091	0,435	0,726	-0,502	0,821	1				
DisPn(3)	-0,555	-0,121	-0,295	-0,474	-0,921	-0,732	-0,957	-0,550	-0,936	-0,255	0,136	0,228	0,233	0,831	0,488	0,550	-0,970	-0,663	-0,911	0,048	0,898	-0,590	0,256	-0,358	-0,946	0,833	0,370	1			
IRmKrnaf	0,700	-0,148	0,543	0,308	0,942	0,903	0,885	0,370	0,889	-0,003	0,136	-0,210	-0,059	-0,623	-0,353	-0,370	0,856	0,846	0,990	-0,080	-0,903	0,366	-0,209	0,115	0,903	-0,946	-0,599	-0,953	1		
Cr S	0,414	-0,644	0,507	0,388	0,590	0,923	0,464	-0,230	0,786	-0,051	0,195	-0,592	-0,222	-0,251	0,251	0,230	0,480	0,733	0,886	-0,556	-0,503	0,246	-0,551	-0,450	0,790	-0,957	-0,927	-0,673	0,816	1	

Annexe VI : la classification des cultivars en trois groupes avec des caractères en communs aux pieds males femelles

	Pieds femelles			Pieds mâles		
Caractère en commun	SF	GH	HM HR	SF	GH	HM HR
VrA	Moyenne	Forte	Forte Faible	Moyenne	Forte	Forte Faible
AsCrn	Aéré	Moyen	Moyen Dense	Aéré	Moyen	Moyen Dense
PrA	Erigé	Retombant	Sphérique	Erigé	Retombant	Sphérique
CPR	Faible	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Forte
NivCrb	2/3	1/2	2/3	2/3	1/2	2/3
AngPlm	Acc	Acc	N cc	Acc	Acc	N Acc
AngDr	Obtus	Obtus	Obtus	Obtus	Obtus	Obtus
RtPlm	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
ClrPtl	Noirci	Marron	Jaunâtre Marron	Noirci	Marron	Jaunâtre Marron
RgdEp	Souple	Moyenne	Souple	Souple	Moyenne	Souple
ClrPn	Vert jaunâtre	Vert olive	Vert olive	Vert jaunâtre	Vert olive	Vert olive

ANNEXES

Annexe VII : Matrice de corrélation (Pearson (n)) pour les caractères de reproduction :

Variables	NSP/Pd	LSP	Lr mSP	PD	NE/SP	L Ept	NbrF/Ept	LpràF	T germ%	Colr test
NSP/Pd	1									
LSP	0,600	1								
Lr mSP	0,960	0,798	1							
PD	-0,534	0,005	-0,424	1						
NE/SP	0,044	0,775	0,291	0,616	1					
L Ept	0,710	0,961	0,875	-0,270	0,581	1				
NbrF/Ept	0,588	0,986	0,779	0,133	0,825	0,910	1			
LpràF	0,659	0,925	0,829	-0,348	0,524	0,989	0,851	1		
T germ%	0,587	0,859	0,757	-0,430	0,443	0,951	0,761	0,986	1	
Colr test	0,134	0,853	0,404	0,155	0,831	0,790	0,804	0,807	0,803	1

ANNEXES

Annexe VIII:

Questionnaire:

Description du site:

1. Nom d'exploitation:
2. Type d'exploitation
 - 1 Moderne
 - 2 ancienne
3. Site:
 - 1 Latitude
 - 2 Longitude
 - 3 Altitude
4. Nom d'agriculteur
5. Superficie
6. La densité (nombre des pieds/ha M+F)
 - 1) Normale (100-120/ha)
 - 2) Dense (121-200)
 - 3) Très dense (>200)
7. Nom des cultivars mâles (diversité génétique)
 - 1) Pauvre (1 seul cul)
 - 2) Moyenne (2-3)
 - 3) Bonne (>3)
- 9 Nbre cultivars mâles

Etat d'arbre:

1. L'âge des dokkars:
 - 1 Rejet non productif
 - 2 Jeune (3 -10ans)
 - 3 Adulte (11- 60)
 - 4 Vieux (>60)
2. L'espacement:
 - 1 Distance entre palmiers dans même rangée
 - 2 Entre rangée

Pratiques culturelles:

- 1 Système de culture
 - 1 Monoculture
 - 2 Culture intercalaire
- 2 La composition de la plantation
 - 1 Monovariétale
 - 2 Peu diversifiée (2-5cutivars)
 - 3 Assez (6-10)
 - 4 Bien (>10)
3. Elimination des issus de graines :

ANNEXES

1. Non :
2. Oui :
4. Méthode de multiplication
 - 1) Graine
 - 2) rejet
5. La présence des pieds mâles /femelles:
 - 0 Aucun
 - 1 Insuffisant (<4%)
 - 2 Suffisant (>4%)
6. Méthode de pollinisation :
 - 1) Naturelle
 - 2) Manuelle
 - 3) Mécanisée
7. Localisation des pollinisateurs:
 - 1) Inconnu
 - 2) A l'intérieur la palmerais
 - 3) Plantation voisine
 - 4) Plantation lointaine ds la même palmerais
 - 5) Ds une autre palmerais
 - 6) marché
 - a) source inconnue
 - b) source connue

Caractères enthotaniques:

- 1 Nom local (vernaculaire) selon l'agriculteur
- 2 Signification et synonyme
- 3 origine du matériel végétal
 - 1) planté
 - 2) semis
 - 3) rejet
 - 4) acheté
- 4 L'inflorescence
 - a) La date d'émission (mois)
 - 1) Début
 - 2) Plein
 - 3) fin
 - b) Période de la floraison
 - 1) Début
 - 2) Plein
 - 3) Fin (tardive)
 - c) Période de maturation
 - d) Nbre d'inflorescence /pieds
 - e) La forme:
 - 1) Lancéolée
 - 2) Fusiforme

ANNEXES

- 3) Gonflée
 - f) Longueur totale de la spathe (Cm)
 - g) Largeur maximale (Cm)
 - h) Le poids (g)
- 5 Caractère d'épillet
 - a) Longueur
 - b) Nbre de fleur/épillet
 - c) Nbre d'épillet/spathe
 - d) La longueur de la partie à fleur
- 6 Caractère du pollen :
 - a) Odeur :
 - 1) Forte
 - 2) Faible
 - b) La couleur
 - 1) Blanchâtre
 - 2) Jaunâtre
 - c) Mode de conservation
 - 0. Aucun
 - 1. Aire libre
 - 2. Réfrigérateur
 - d) La forme de conservation
 - 1) Spathe
 - 2) Epillet
 - 3) Poudre
- 7 Le stress existant (biotique /abiotique)
 - 1) Abandon
 - 2) Sécheresse
 - 3) Maladie
- 8. Ressemblance de palmier mâle avec un génotype femelle connu :
 - 1) NON
 - 2) OUI
 - A. DN
 - B. GH
 - C. MD
- 8 Par quels traits de distinction :
 - 1) Les palmes
 - 2) les épines
 - 3) le port
 - 4) la vigueur
 - 5) la spathe

Description de la plante

- 1 Vigueur de la plante
 - 3. faible (HORRA)
 - 5. moyenne (DN)

7. forte (GH)

- 2 Le port de la plante
 - 1) Erigé (DN)
 - 2) Sphérique (bser hlou)
 - 3) Retombant (GH)
- 3 Aspect de la couronne
 - 1) Aéré (DN, HR)
 - 2) Moyen (GH)
 - 3) Dense (AMMARI,MNAKHER)
- 4 Forme du stipe
 - 1) Cylindrique
 - 2) Conique
- 5 La capacité de produire des rejets

3. Faible

5. Moyenne

7. forte

6 Description de la palme

- 1 Niveau de courbure de la palme
 - 1) Au 1/2
 - 2) 1/3
 - 3) 2/3
- 2 Angle de la palme
 - 1) Accentuée
 - 2) Non Accentuée
- 3 Longueur totale de la palme
- 4 Largueur max
- 5 Longueur partie épineuse
- 6 Angle dorsal au milieu de la partie pennée:
 - 1) Obtus
 - 2) Aigu
- 7 Angle ventral
- 8 Rotation de la palme
 0. Non
 1. Oui
- 9 Epaisseur du rachis (depuis la dernière épine ->première penne)
9. la couleur du pétiole:
 - 1) Jaunatre (DN)
 - 2) Marron (GH)
 - 3) Noirci (safray)
10. Nbre moyen d'épine/palme
11. Nbre d'épine/type de regroupement
 - 1) En1
 - 2) En2
 - 3) En3

ANNEXES

- 13 rigidité des épines:
 - 3. souple
 - 5. moyenne
 - 7. rigide
- 14 épaisseur max de l'épine du milieu (mm)
- 15 longueur max de l'épine du milieu
- 16 la couleur des pennes:
 - 1) Vert jaunâtre (DN)
 - 2) Vert olive (BSER)
 - 3) Bleuâtre (ammari)
- 17 Nbre moyen des pennes /palme
- 18 regroupement des pennes: en 1 -> en5
- 19 disposition des pennes:
 - 1) Interne
 - 2) Médiane
 - 3) Externe
- 20 flexibilité des pennes au 1/2:
 - 3. légère
 - 5. moyenne
 - 7. prononcé
- 21 largeur max penne au 1/2 de la palme (mm)
- 22 longueur max penne au 1/2 de la palme (mm)
- 23 indice d'espacement
- 24 divergence apicale
 - 3. faible
 - 5. moyenne
 - 7. forte
- 25 longueur de la penne apicale (cm)
- 26 largeur de la penne apicale (mm)

Résumé : Le présent travail est une contribution à la caractérisation de la diversité phénotypique de notre patrimoine phoenicicole dans la wilaya de Biskra. Elle a porté sur l'étude des palmiers mâles « Dokkars » et femelles des cultivars Hamraya, Safraya, Ghars et Horra moyennant l'utilisation des marqueurs morphologiques qualitatifs et quantitatifs d'IPGRI. L'objectif principal était l'identification de marqueurs morphologiques, les plus discriminants et communs entre les individus femelles et mâles, pour les cultivars ayant la même appellation. Au total 75, descripteurs IPGRI, quantitatifs et qualitatifs ont été utilisés pour évaluer et caractériser la partie végétative et de reproduction des cultivars. Les résultats de l'analyse des données phénotypiques par l'Analyse des Composantes Principales (ACP), l'Analyse des Composantes Multivariées (ACM) ainsi que l'analyse de la variance ont montré une diversité phénotypique relativement importante entre les cultivars étudiés chez les deux sexes. Les résultats obtenus ont permis d'identifier 24 paramètres qualitatifs de la partie végétative potentiellement discriminants et qui ont permis une identification des ressemblances entre les pieds femelles et mâles du même cultivar. Le regroupement obtenu par la classification ascendante hiérarchique (CAH), sur base des 30 caractères quantitatifs de la partie végétative, chez les pieds femelles et dokkars ont montré des différences de classement entre deux dokkars Horra et Ghars. Les résultats ont montré que le cultivar Hamray semble être un Dokkar de 1^{er} choix suivi par les dokkars Safray et Ghars. Par contre, le dokkar Horra ne semble pas être un bon pollinisateur. L'étude a mis en valeur le savoir-faire traditionnel, en confirmant l'efficacité de la démarche adoptée par les phoeniciculteurs à prendre les caractères morphologiques comme critères de base pour choisir et déclarer l'appartenance d'un dokkar donné à un cultivar connu.

Mots clés : Ressources génétiques, marqueurs morphologiques, descripteurs IPGRI, dokkars, diversité, phénotypique, cultivars.

Abstract: This work is a contribution to the characterization of the phenotypic diversity of our phoenicicole germplasm at the wilaya of Biskra. It focused on the study of the male palm "Dokkars" and female cultivars, named Hamraya, Safraya, Ghars and Horra, with qualitative and quantitative morphological markers of the IPGRI. The main objective was to identify the most discriminating and common morphological markers, between females and males individuals, for cultivars with the same designation. In total, 75 of IPGRI descriptors, quantitative and qualitative, were used to evaluate and to characterize the vegetative and breeding parts of the cultivars. The results of the analysis of phenotypic data by the Principal Component Analysis (PCA), the Multivariate Component Analyses (MCA) and the analysis of variance showed a relatively large phenotypic diversity among cultivars studied in both sexes. The results have identified 24 qualitative parameters of the vegetative part potentially discriminating and which have allowed the identification of similarities between male and female plants of the same cultivar. The clustering obtained by the Ascendant hierarchical clustering (AHC), based on 30 quantitative characters of the vegetative part of the female and dokkars individual showed differences in clustering between two dokkars Horra and Ghars. The results showed that the Hamray cultivar seems to be a Dokkar of first choice followed by dokkars Safray and Ghars. However, the dokkar Horra does not seem to be a good pollinator. This study highlighted the traditional skills, confirming the effectiveness of the approach adopted by phoeniciculteurs to use the morphological characters as basic criteria to choose and declare that a given dokkar belongs to a known cultivar.

Keys words: Genetic resources, morphological markers, IPGRI descriptors, phenotypic diversity, cultivars, dokkars.

ملخص: يهدف هذا البحث إلى المساهمة في وصف التنوع الظاهري لتراثنا النخيلي بولاية بسكرة، ركز على دراسة النخيل الذكري "الدكار" والأنثوي لأصناف الحمراية، الصفراية، الغرس والحرّة من خلال استخدام العلامات المورفولوجية النوعية والكمية IPGRI. الهدف الأساسي هو تحديد السمات المورفولوجية الأكثر تمييزاً والمشاركة بين الأفراد الأنثوية والذكورية للأصناف الحاملة نفس الاسم. في المجموع 75 مواصفات IPGRI نوعية وكمية استعملت لتقييم ووصف الجهاز الخضري والأغريض الذكري للأصناف. أوضحت نتائج التحليل للمكونات الرئيسية (ACP) والمتعددة (ACM) كذلك تحليل التباين إلى وجود اختلاف كبير بين الأصناف المدروسة لكل الجنسين. كما سمحت بتحديد 24 خاصية نوعية للجهاز الخضري يحتمل أن تكون متميزة والتي ساهمت بتبيين مدى التشابه بين أصناف الفحول الذكورية وأصنافهم الأنثوية. التصنيف الناتج عن التصنيف التصاعدي الهرمي (CAH)، استناداً إلى 30 خاصية نوعية للجهاز الخضري عند الإناث والفحول، بين اختلافات في الترتيب بين فحول الحرّة والغرس. بينت النتائج أن فحول الحمراي ذو جودة عالية يليه الصفراي والغرس. لكن يبدو أن فحول الحرّة ليس بملفح جيد. سلطت الدراسة الضوء على المعرفة التقليدية بتأكيد صحة وفعالية المنهج المعتمد من طرف الفلاح وذلك بأخذ الخصائص المورفولوجية كمعايير أساسية للإختيار وإعلان انتماء فحول ما إلى صنف معروف.

الكلمات المفتاحية: الموارد الوراثية، العلامات المورفولوجية، IPGRI، الفحول، التنوع الظاهري، الأصناف.