

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Frères Mentouri Constantine 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Ecologie Végétale

N° d'ordre :
N° de série :

THÈSE

Présentée à l'université des Frères Mentouri Constantine 1 pour l'obtention
Du Diplôme de **Doctorat en Sciences**
Filière : **Biologie végétale**
Option : **Biologie et Physiologie Végétale**

Présentée par : **LAIB Messaoud**

CARACTERISATION ET IDENTIFICATION DE QUELQUES CULTIVARS D'OLIVIER AUTOCHTONES (*Olea europaea* L.) APPORT DES MARQUEURS MOLECULAIRES

Date de soutenance : / / **2017.**

Devant le jury :

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Président : BENLARIBI Mostafa | Prof. Université Constantine 1 |
| Rapporteur : BENTCHIKOU M. El Moncef | Prof. Université Constantine 1 |
| Examineurs : KARA Youcef | Prof. Université Constantine 1 |
| MEZEDJRI Lyamine | Prof. Université du 20 Aout 1955 Skikda |
| LAYADHI Ziane | MCA. Université M ^{ed} Kheider, Biskra |
| BENSAID Rabah | Prof. Université du 20 Août 1955 Skikda |

Année Universitaire : 2016/2017

Remerciement

Ce document est le fruit de plusieurs années de travail qui ne pouvait pas être sans le soutien et l'appui de nombreuses personnes que je tiens à remercier infiniment.

Je tiens d'abord à remercier vivement Monsieur le professeur BENTCHIKOU Mohamed El Moncef, Mon directeur de thèse, qui m'a confié ce travail et a mis à ma disposition tous les moyens et outils nécessaires pour sa réalisation. Sa rigueur scientifique, sa disponibilité permanente, son amabilité et sa compréhension m'ont permis de réaliser ce travail dans de bonnes conditions. Qu'il trouve ici le témoignage de ma très vive gratitude et de sincère respect.

Mes plus vifs remerciements vont également aux membres du jury, pour le temps qu'ils ont consacré pour évaluer notre travail :

Monsieur BENLARIBI Mostafa, Professeur à l'université de Constantine et directeur du laboratoire de développement et de valorisation des ressources phylogénétiques pour avoir accepté d'apprécier le travail et de présider le jury.

Messieurs, KARA Y. Professeur à l'université de Constantine ;

MEZEDJERI L. Professeur à l'université du 20 Aout 55 Skikda ;

LAYADI Z. Maitre de conférence 'A' à l'université de Biskra ;

BENSAID R. Professeur à l'université du 20 Aout 55 Skikda, qui ont bien voulu honorer le jury par leur présence et pour avoir accepté de juger ce modeste travail.

Je remercie également Mademoiselle Angelina BELAJ, pour m'avoir accueillie au sein de son équipe au centre de recherche "Alameda del obispo". IFAPA. Cordoba. Je lui suis également très reconnaissant de son accueil à Cordoba lors de mes séjours, de ses aides à trouver le logement et de son soutien dans tous les moments difficiles. Je voudrai également remercier Monsieur De la Rosa R, directeur du laboratoire de biotechnologie 'Alameda del obispo'. IFAPA. Cordoba, pour m'avoir accueilli dans le laboratoire et dans ses différents ateliers, pour ses aides, ses discussions pertinentes et pour son encouragement.

J'aimerai également dire un grand merci à mon collègue et ami DJERROU Zoheir pour sa forte contribution morale. Ses conseils et ses critiques constructifs ont permis une bonne progression de ce travail.

Je ne pourrais pas finir sans remercier mon être cher, pour son amour sa patience et son soutien inconditionnel. Fella, tu as illuminé ma vie. Aussi mille merci pour ma fille Loubna qui m'a soutenu physiquement et moralement ces derniers mois de thèse.

Vifs remerciements à toutes les personnes qui de prêt ou de loin m'ont aidé à mener à bien ce travail.

Abréviations

% : Pourcentage.

ACP : Analyse en composantes principales.

ADN, DNA : Acide désoxyribonucléique.

AFC : Analyse factorielle des correspondances.

AFLP : Amplified Fragment-Length Polymorphisme (polymorphisme de longueur des fragments d'amplification).

AP-PCR : Arbitrarily primed polymerase chain reaction (PCR avec des amorces arbitraires).

CAH : Classification ascendante hiérarchique.

CM : Centi Morgan.

C.O.I : Conseil Oléicole International.

DL : Déséquilibre de liaison.

dNTP : Désoxyribonucléotide triphosphate.

GL : Groupe de liaison.

HE: the Expected heterozygosity (l'hétérozygotie attendue).

Ho : the Observed heterozygosity (l'hétérozygotie observée).

HT: Hétérozygotie totale.

ISSR : Inter Simple Séquence Repeats (Amplification inter microsatellites).img : Milligramme.

Mm : Millimètre.

mM : Milli molaire.

pb,pdb : paire de base.

PCR : Polymérase Chain Réaction.

QTL : Quantitative trait locus (locus à effets quantitatifs) .

RADP : Randomly Amplified Polymorphic DNA (ADN polymorphe amplifié au hasard).

RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism (polymorphisme de longueur des fragments de restriction).

SCAR : Séquence Characterized Amplified Regim (Region amplifiée de séquence caractérisée).

SSR : Simple Séquence Repeats (Répétition de séquences simples).

SNP : Single Nucléotide Polymorphisme (Polymorphisme d'un seul nucléotide).

STS : Sequence-Tagged Site (site caractérisée à partir d'une séquence connue. PCR Locus-spécifique).

UPGMA : Unweighted Pair Group Method With Arithmetic averaging.

Sommaire

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Remerciements..... | I |
| Fiche présentative de la thèse..... | III |
| Abréviations | IV |
| Résumé | V |
| Abstract | VI |
| Résumé | VII |
| Sommaire | 8 |
| Introduction générale | 11 |
| | |
| Chapitre I. Synthèse bibliographique | 14 |
| | |
| I. L'olivier..... | 14 |
| 1. Taxonomie..... | 14 |
| 2. Origine et expansion..... | 15 |
| 3. Description morphologique..... | 16 |
| 4. Distribution géographique et importance socio-économique..... | 18 |
| 4.1. Distribution géographique..... | 18 |
| 4.2. Importance socio-économique..... | 18 |
| 4.3. Importance de l'olivier en Algérie..... | 19 |
| 5. Composition variétale du verger oléicole national..... | 20 |
| 6. Cycle annuel de végétation de l'olivier..... | 21 |
| 6.1. Cycle végétatif..... | 21 |
| 6.2. Cycle reproducteur..... | 23 |
| 6.2.1. Induction et initiation florale..... | 24 |
| 6.2.2. Différenciation florale et croissance des ébauches florales..... | 25 |
| 6.2.3. Fructification..... | 25 |
| 7. Approche de la diversité génétique et outils de caractérisation..... | 26 |
| 7.1. Caractères morphologiques et utilisation des isoenzymes..... | 28 |
| 7.2. Techniques d'analyse de l'ADN et marquage moléculaire..... | 30 |
| 7.2.1. Technique RFLP..... | 31 |
| 7.2.2. Les techniques basées sur la PCR (Polymérase Chain Réaction)..... | 31 |
| 7.2.3. Les marqueurs RAPD..... | 31 |
| 7.2.4. Les marqueurs AFLP..... | 33 |
| 7.2.5. Les marqueurs microsatellites..... | 34 |
| 7.2.6. Les marqueurs SNP..... | 38 |
| | |
| Chapitre II. Matériel et Méthodes | 39 |
| 1. Matériel végétal..... | 39 |
| 2. Méthodes..... | 40 |
| 2.1. Echantillonnage morphologique..... | 40 |
| 2.2. Extraction de l'ADN..... | 44 |
| 2.2.1. Mesure de la concentration et de la qualité de l'ADN..... | 44 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.2.2. Amplification PCR..... | 44 |
| 2.2.3. Séparation et détection des produits d'amplification..... | 45 |
| 2.3. Traitement statistique..... | 46 |
| 2.3.1. Analyse statistique univarié | 46 |
| 2.3.2. Approche d'analyse multi-variable | 47 |
| 2.3.3. Degré de similarité et distance..... | 48 |
| 2.3.4. Tracé des phenogrammes..... | 49 |
| Chapitre III. Résultats et Discussions..... | 50 |
| 1. Caractérisation morphologique..... | 50 |
| 1.1 Polymorphisme et stabilité des caractères morphologiques..... | 50 |
| 1.2. Analyse statistique descriptive..... | 50 |
| 1.2.1. Analyse de la variance | 53 |
| 1.2.2. Interprétation des résultats de l'analyse discriminante..... | 66 |
| 1.2.3. Fréquences des caractères morphologiques..... | 67 |
| 1.3. L'analyse en composante principale (ACP)..... | 72 |
| 1.3.1. Analyse hiérarchique : résultats statistiques..... | 76 |
| 1.4. Analyse factorielle en composante multiple (AFCM)..... | 77 |
| 1.4.1. Représentativité des facteurs identifiant pour l'ACM..... | 78 |
| 1.4.2. Description des axes pour les modalités actives..... | 81 |
| 1.4.3. Type des groupes des variétés..... | 82 |
| 2. Caractérisation moléculaire..... | 84 |
| 2.1. Polymorphisme des marqueurs moléculaires et pouvoir de discrimination..... | 84 |
| 2.1.1. Polymorphisme des SSR..... | 84 |
| 2.1.2. Polymorphisme des SNP..... | 85 |
| 2.1.3. Relation génétique entre cultivars d'olivier..... | 85 |
| Discussions générales..... | 89 |
| Conclusion générale et perspectives..... | 93 |
| Références bibliographiques..... | 96 |
| Les Annexes..... | 112 |

Liste des Figures

| N° | Titre | Page |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | <i>Olea europaea</i> : Rameau portant des feuilles et des inflorescences avec des illustrations des différents organes. | 16 |
| 2 | Cycle végétatif annuel de l'olivier sous les conditions du climat méditerranéen (d'après Loussert et Brousse, 1978). | 17 |
| 3 | Schéma des tendances végétatives et florales. | 23 |
| 4 | Révélation du polymorphisme des microsatellites par PCR « ciblée ». grâce aux amorces spécifiques de locus, le polymorphisme des différents microsatellites peut être révélé individuellement (De Vienne & Santoni, 1998). | 35 |
| 5 | Exemple d'un profil SSR sur gel d'acrylamide obtenu par 6 locus SSR pour 4 variétés d'olivier | 36 |
| 6 | Exemple de révélation des marqueurs SSR sur Séquenceur (Séquenceur Abi 3100) à l'aide du logiciel Genescan (3 locus SSR en multiplexage) | 36 |
| 7 | Représentation graphique des valeurs propres en fonction des composantes principales. | 73 |
| 8 | Représentation graphique des 14 variables à l'intérieur du cercle de corrélation. | 75 |
| 9 | Dendrogramme du regroupement de 15 cultivars obtenu à l'aide du lien simple et la distance carrée de Pearson | 76 |
| 10 | Représentation graphique simplifiée du plan 1-2 de l'ACM de typologie des groupes de variétés | 81 |
| 11 | Parangons des différents groupes des variétés | 82 |
| 12 | Classification hiérarchique ascendante | 83 |
| 13 | Dendrogramme des cultivars d'oliviers basé sur les marqueurs moléculaires de type SSR. | 86 |
| 14 | Dendrogramme des cultivars d'oliviers basé sur les marqueurs moléculaires de type SNP. | 87 |
| 18 | Dendrogramme commun aux cultivars d'olivier basé à la fois sur les marqueurs SSR et SNP. | 88 |

Liste des Tableaux

| N° | Titre | Page |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | Caractéristiques des principaux marqueurs (d'après De Vienne et Santoni, 1998). | 27 |
| 2 | Histoire et présentation des différents systèmes de caractérisation de l'olivier. | 29 |
| 3 | Origine géographique des cultivars. | 40 |
| 4 | Liste des caractères morphologiques étudiés | 42 |
| 5 | Répétition des motifs et séquences des amorces (Directe et inverse), Température d'hybridation de chaque microsatellite. | 46 |
| 6 | Tests d'égalité des moyennes des groupes. | 47 |
| 7 | Analyse de la variabilité des caractères quantitatifs pour les 15 cultivars étudiés | 51 |
| 8 | Test d'égalité des moyennes des groupes ou des variétés | 53 |
| 9 | Variation de la longueur et de la largeur moyenne de la feuille des différents cultivars. | 54 |
| 10 | Forme de la feuille des 15 cultivars étudiés. | 56 |
| 11 | Variation de la longueur moyenne de l'inflorescence des différents cultivars. | 57 |
| 12 | Variation du nombre de fleur par inflorescence des différents cultivars. | 58 |
| 13 | Variation de la longueur et de la largeur moyenne du fruit des différents cultivars. | 59 |
| 14 | Forme du fruit des différents cultivars. | 61 |
| 15 | Variation du poids moyen du fruit des différents cultivars. | 62 |
| 16 | Variation de la longueur et de la largeur moyenne de l'endocarpe des différents cultivars. | 63 |
| 17 | Forme de l'endocarpe des différents cultivars. | 64 |
| 18 | Variation du nombre moyen de sillons fibrovasculaires et du poids moyen de l'endocarpe des différents cultivars. | 65 |
| 19 | Répartition des individus échantillonnés dans chaque variété entre les différentes variables qualitatives retenues pour l'analyse de la variabilité entre variété. | 68 |
| 20 | Résultat de l'analyse de l'ACP sur les 3 axes principaux | 72 |
| 21 | Corrélation et corrélation au carré entre les variables morphologiques et les axes principaux (F1 et F2) | 74 |
| 22 | Phénotypes multi-caractères des 15 variétés d'olivier étudiées | 78 |
| 23 | Valeurs propres de l'analyse en composantes multiples des descripteurs morphologiques des variétés | 79 |
| 24 | Contribution des caractères étudiés à l'inertie totale expliquée par les 2 axes de L'AFCM. | 80 |
| 25 | Paramètres génétiques pour les 10 SSR utilisés. | 84 |
| 26 | Paramètres génétiques pour les 7 SNPs. | 85 |

Introduction

L'olivier (*Oléa europaea* L.), espèce caractéristique du bassin méditerranéen a marqué non seulement les paysages, mais aussi la vie des peuples méditerranéens. La quasi-totalité du verger mondiale (98%) se concentre sous ce climat. Ce patrimoine génétique oléicole est très riche en variétés. Il est constitué par plus de 2600 variétés différentes (Muzzalupo et al., 2014).

L'Algérie dispose actuellement d'un patrimoine oléicole d'environ 328884 ha, correspondant à près de 34% des surfaces arboricoles totales, avec un nombre d'olivier dépassant les 32 millions d'arbres.(FAOSTAT, 2013), totalisant une production assez faible fluctuant entre 13000 et 18000 tonnes d'huile suivant les années. Malgré l'importance de ce secteur, l'oléiculture Algérienne ne répond pas encore aux attentes en matière de production et de qualité. Contrairement, au niveau des grands pays producteurs de cette denrée, des brèches ont été ouvertes dans un grand nombre de secteurs d'activité entre autre l'industrie des cosmétiques et de la pharmaceutique ont été conquises.

Actuellement, on recense des centaines de variétés dans chacun des principaux pays oléicole méditerranéens. Plus de 2000 variétés ont été identifiées et sont cultivées dans le monde. Une liste de 150 variétés a été établie dans le cadre du projet Resgen (C.O.I. 1999) comme faisant partie de la gamme variétale Algérienne. Ceci ne reflète pas en réalité le nombre réel des cultivars, au fait, le manque d'information sur l'existence de beaucoup de cultivars locaux dispersés, à travers le pays, et qui ne sont pas encore inventoriés ni caractérisés fait que cette liste de variétés sera revue à la hausse.

Etant donné le nombre considérable de variétés de cette espèce leur inventaire et leur identification sont confrontés aux problèmes de confusion taxonomique. En effet, les noms attribués aux cultivars se rapportent généralement à des traits morphologiques spécifiques du fruit, à l'aspect du feuillage, à l'époque de maturité, à l'emplacement de la culture, ou à leur utilisation pratique. Cette confusion se caractérise par l'existence de plusieurs cas d'homonymie (des variétés différentes peuvent porter une même appellation), tandis qu'une même variété peut être désignée par des dénominations différentes d'une région oléicole à une autre (synonymie).

Cette situation se complique encore plus dans le cas des variétés considérées communément comme variété population. La dite dénomination rassemble plusieurs génotypes plus ou moins proches.

Une bonne connaissance des différentes variétés d'olivier, permet d'éviter les erreurs de dénomination. Ce qui est indispensable par rapport à la démarche relative aux appellations d'origine contrôlée (A.O.C), par conséquent, la garantie de l'authenticité des produits de cette espèce est une condition exigée maintenant dans les échanges commerciaux.

Au regard de la diversification des conditions écologiques (différents étages bioclimatiques) et des civilisations successives, l'Algérie possède des atouts pour l'existence d'une importante diversité génétique de l'olivier. Pour la gestion, la conservation et la valorisation des ressources génétiques locales, une caractérisation morpho moléculaire est plus que nécessaire. Les travaux d'identification et de classification des variétés d'olivier remontent au 19ème siècle. Toutefois (Ruby 1917) a été le premier à utiliser les différents organes de l'olivier (feuille, fruit et endocarpe) pour caractériser et classer les variétés de cette espèce. Les 36 cultivars Algériens identifiés moyennant ces descripteurs morphologiques est très insuffisant par rapport à la grande diversité de cette ressource que recèle notre pays.

Si l'identification des cultivars d'olivier utilisant des descripteurs morphologiques, biochimiques et agronomiques sont influencés par les facteurs environnementaux, la nécessité de surmonter ces difficultés est possible seulement en utilisant le polymorphisme de l'ADN, qui est incontournable pour l'identification que pour la préservation et la valorisation de la diversité génétique de nos ressources locales dans les programmes d'amélioration de cette espèce économiquement importante.

Plusieurs types de marqueurs moléculaires ont été utilisés pour l'évaluation de la diversité génétique de l'olivier (Rekik et al., 2008). Les marqueurs RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) révèle un polymorphisme génétique important mais le caractère dominant et le problème de reproductibilité des résultats caractérisant ces marqueurs (Belaj et al.,2001), justifient le recourt récent aux marqueurs microsatellites (Simple Séquence Repeat SSR) qui sont devenus les marqueurs moléculaires de choix pour les études d'identification et de caractérisation des cultivars d'olivier (Essadki et Ouazzani 2003 ; Bracci et al., 2011). Ces dernières années, les travaux de caractérisation morphologique des variétés d'olivier ont connu un regain d'intérêt dans les principaux pays méditerranéens, afin

d'homogénéiser les procédures adoptés et de contribuer ainsi à une meilleure valorisation agronomique des variétés inventoriées et identifiées.

Les différents travaux qui seront entrepris au cours de ce travail correspondent aux aspects suivants :

- Etude du pouvoir discriminant des principaux caractères morphologiques actuellement utilisés (Barranco et Rallo, 1984 ; COI 1997) pour la caractérisation et la classification des variétés d'olivier.
- Vérification de l'authenticité variétale par l'utilisation des marqueurs moléculaires de type microsatellite développés sur l'olivier par (Sefc et al., 2000 ; Carriero et al., 2002 ; Cipriani et al., 2002).
- Et enfin discussion de l'apport combiné de ces deux approches dans le processus de valorisation et de conservation des ressources génétiques locales.

C'est dans cette optique d'identification et de caractérisation, morphologique et moléculaire de notre patrimoine phytogénétique autochtone, que s'inscrit cette étude au niveau d'une région du Nord-est de l'Algérie (Skikda).

Chapitre I. Synthèse bibliographique

I. l'olivier

1. Taxonomie

L'olivier appartient à l'ordre botanique des Ligustrales, famille des *Oleacées*, qui comprend des espèces étendues comme le *Gasminuim* (jasmin), la *phillyrea*, le *ligustrum* (henné), la *syringa* (lilas), le *Fraxinus* (frêne), la *fontanesia* et l'*olea* (l'olivier).

Olea europaea L. est une espèce appartenant aux angiospermes, classe des dicotylédones, sous classe des gamétopétales, ordre des *Oleales*. Sur la base du nombre de chromosomes ($2n=2x=46$) *Olea europaea* L. appartient à la sous famille des *oleideae* (Taylor, 1945 ; Johnson, 1957) au genre *Olea* (Heywood, 1978) qui comprend une vingtaine d'espèces différentes distribuées dans le monde et qui ont toutes la même garniture chromosomique (Johnson, 1957).

O. europaea est un complexe d'espèces composé de 6 sous-espèces (Green et Wickens, 1989 ; Vargas et Kadereit, 2001) :

- *O. e. ssp. Laperrine* (Batt & Trab.) Ciferri, sous espèce présente dans les massifs sahariens (du sud de l'Algerie et de l'est du sahel).
- *O.e ssp. Maroccana* (Grent. & Brud.) p. vargas et al., sous espèce endémique du sud ouest du Maroc
- *.O.e.ssp. cerasiformis* (Webb. & Berth.) kunle & sund, endémique de l'île de Madère.
- *.O.e ssp. Cuspidata* (Wall). Ciferri, présente en Asie (de l'Iran jusqu'en Chine), en Arabie du sud, à l'est et le sud de l'Afrique.
- *.O.e.ssp. guanchica* Vargas et al., sous-espèce endémique des îles Canaries
- *.O.e ssp. Europaea*, sous espèce largement répandue dans le bassin méditerranéen. Il s'agit de l'olivier méditerranéen et comprend les formes sauvages (var. *sylvestris*) ou oléastres et les formes cultivées (var. *europaea* ou var. *sativa*).

La différenciation morphologique existante entre les formes sauvages et cultivées est généralement due aux facteurs environnementaux. Les études génétiques montrent que les deux formes sont génétiquement proches l'une de l'autre (Besnard et Bervillé, 2000 ; Lumaret et Ouazzani, 2001).

L'oléastre dénommé *Olea europaea sylvestris* et *olea oleaster* par HOFF et LINK ou *Olea sylvestris* par MILL : C'est ce que nous appelons communément l'olivier sauvage. Les oléastres poussent naturellement et correspondent à des populations qui se renouvellent et dans certaines zones colonisent des aires nouvelles (Khadari, Com, Pers). Ils se caractérisent à l'état spontané par un aspect buissonnant, des rameaux épineux, des petites feuilles et des fruits très petits et nombreux donnant une huile fine mais peu abondante ; c'est une espèce très rustique et ayant une longévité plus grande que l'espèce cultivée : (Zohary et Hopf, 2000). D'après Pagnol (1985), l'oléastre peuple les maquis, les garigues et les rocailles en Corse, Syrie, l'Afrique du nord et occupe de grandes superficies en Iran. L'olivier cultivé appelé *Olea europaea sativa* HOFF et LINK, est plus vigoureux que l'oléastre. En effet, sans l'intervention de l'homme par la taille pour limiter son développement, il peut atteindre 15 à 20 mètres de hauteur. Cependant, la hauteur préconisée actuellement varie de 3 à 6 mètres, ces oliviers donnent des fruits pendants, gros, à formes variées mais peu nombreux, destinés à la conserve ou à la production d'huile.

2. origine et expansion

L'origine de l'olivier méditerranéen (*Olea europaea ssp. europaea*) est mal connue. Certains auteurs supposent une origine unique au Proche-Orient, puis une diffusion des cultivars vers l'ouest (Cyrénaïque, Italie, Magreb, Espagne, France). On a même supposé que les phéniciens avaient établi des colonies à l'ouest de la méditerranée pour se pourvoir en oliviers cultivés locaux. Alors que d'après Lenoir et al. (1984), St. Gsel en 1920 a constaté que dans la langue berbère l'olivier cultivé, a un nom particulier, « Azemmour », qu'on ne peut rattacher à une quelconque racine sémitique. Il est donc probable que la culture de l'olivier en Afrique du nord soit antérieure à l'arrivée des phéniciens, (Camps, 1974).

Des études génétiques récentes basées sur l'ADN cytoplasmique ont révélé que les cultivars sont issus généralement de différents groupes ou « pools » génétiques. Les populations méditerranéennes d'oléastres sont caractérisées par trois cytotypes. A l'est, les populations sont caractérisées par un seul cytotype (le cytotype CE), alors qu'à l'ouest, les trois cytotypes sont présents mais avec une prédominance d'un type (le cytotype MOM). La différenciation génétique entre les populations oléastres est très forte entre l'est et l'ouest du bassin méditerranéen. Pour les cultivars méditerranéens, un cytotype est présent exclusivement dans l'est et majoritaire à l'ouest. Ces résultats montrent que la domestication est multiclonale : elle a lieu aussi bien à l'est qu'à l'ouest de la méditerranée. La distribution

des cytotypes au sein des populations d'oléastres et des cultivars est vraisemblablement due à l'effet de l'homme et en particulier aux déplacements des formes cultivées principalement de l'est vers l'ouest (Besnard et Bervillé., 2000 ; Besnard et al., 2001a ; Besnard et al., 2002a : Besnard et al., 2002b ; Khadari, 2005).

3. Description morphologique

L'olivier possède une longévité multiséculaire (on peut le considérer comme immortel grâce à son pouvoir de régénération via des rejets à la base du tronc). Le tronc de l'arbre est au départ verdoyant, régulier et lisse pour devenir à maturité irrégulier, tortueux et marqué de reliefs longitudinaux. Il présente une grande vigueur. La ramification en constitue une population de rameaux complexes dont le polymorphisme résulte de différences d'activités des méristèmes liés à leur situation (Villemur et Delmas, 1981). Les feuilles sont persistantes, simples, entières, sans stipules et opposées. Elles sont aussi courtement pétiolées, lisses et coriaces, de couleur grise à la face inférieure et d'un vert luisant à la face supérieure (Figure 1). La forme des feuilles est souvent elliptique plus ou moins étroite. Les fleurs sont petites et groupées en inflorescence. Elles sont hermaphrodites et dites de type 4, représentées par la formule florale $(4s+4(p) +2 E+ 2(c))$.

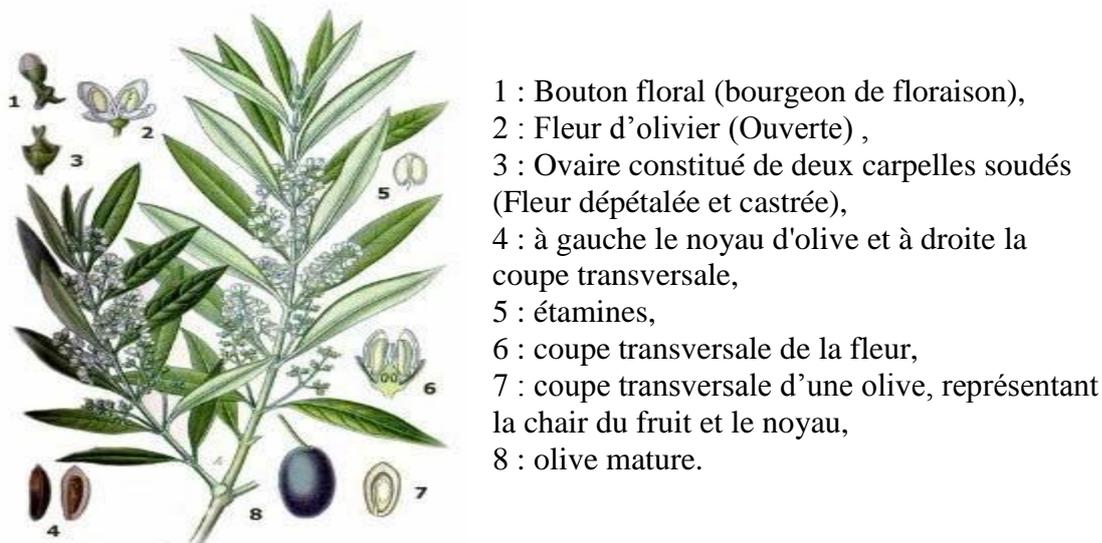


Figure 1 : *Olea europaea ssp europaea* : Rameau portant des feuilles et des inflorescences avec des illustrations des différents organes.

L'olivier est une espèce préférentiellement allogame à pollinisation anémophile. La forme et la dimension des fruits sont très variables selon les variétés. Il peut être arrondi, ovoïde, elliptique, arqué etc. cependant, on peut noter une variation morphologique parfois élevée entre les différents cultivars (Rugini et Lavée, 1992).

Le déroulement annuel du cycle végétatif et reproducteur chez l'olivier est en relation directe avec les conditions climatiques et plus généralement avec les conditions du milieu. La période de repos hivernal s'étale généralement de novembre à début mars. Anagnostopoulos (1956) in Loussert et Brousse, (1978) estime que certaines variétés d'oliviers ont besoin d'un repos hivernal pour fleurir et fructifier normalement. (Figure 2). L'olivier est une espèce thermophile présentant une grande capacité d'adaptation à plusieurs conditions bioclimatiques, allant d'un climat tempéré et humide aux régions à climat aride et jusqu'à présaharien chaud et sec (Loussert, 1989). Sa résistance à la chaleur est due à ses racines très importantes et profondes. L'olivier est considéré comme un arbre très peu exigeant quant aux conditions agro-pédo-climatiques. Il s'adapte aux terrains les plus variés à condition qu'ils soient frais et sans excès d'humidité. Cependant, il a des préférences pour les sols légers et filtrants, non asphyxiants. Il s'accommode d'une pluviométrie de seulement 220 mm par an et il tolère un niveau de salinité de près de 8g de NaCl par litre d'eau (Rugini et Fedeli , 1990).

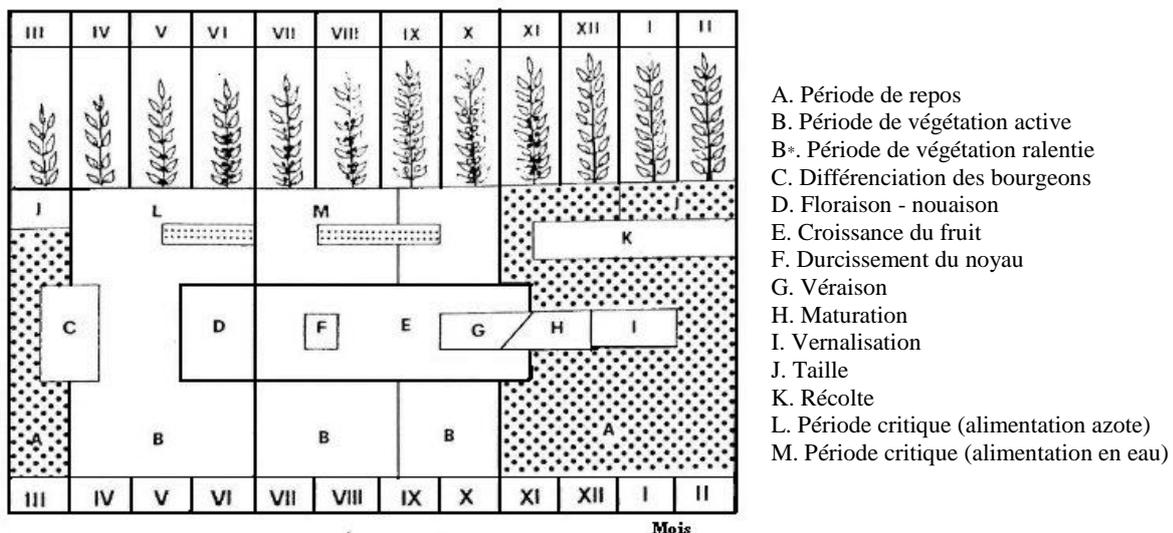


Figure 2 : Cycle végétatif annuel de l'olivier sous les conditions du climat méditerranéen (d'après Loussert et Brousse, 1978).

Quelle que soit la nature de vergers traditionnels ou modernes, l'olivier est multiplié essentiellement par voie végétative via les rejets, le greffage et le bouturage semi ligneux (Jacoboni N., 1989 ; Aboussalim et al., 1993). Les méthodes de multiplication sont nombreuses simples, faciles et permettent une propagation à grande échelle en gardant les caractéristiques de la plante mère. La micro-propagation, à partir des tissus provenant d'extrémités végétatives, mésophile foliaire, endosperme ou embryons, ainsi que le micro bouturage par la culture in vitro, constitue une nouvelle technique qui commence à prendre une place dans la propagation de l'espèce (Brhadha et al., 2003).

4. Distribution géographique et importance socio-économique

4.1. Distribution géographique

L'olivier cultivé est propre au climat tempéré et chaud qui caractérise le bassin de la méditerranée, dont il est une espèce autochtone et où il se trouve prioritairement de nos jours.

Dans l'hémisphère nord, sa zone de distribution se trouve située entre les latitudes 30° et 45° où l'on rencontre la culture de l'olivier aussi bien dans certaines régions d'Amérique (U.S.A) Mexique etc.), qu'en Asie (sud Vietnam, l'inde du nord, chine et japon). Néanmoins, nous pouvons rencontrer cette espèce dans l'hémisphère sud à des latitudes semblables, ou elle végète non loin de la mer : Brésil, Uruguay, Argentine, Afrique du sud et Australie etc., d'après Rugini et Fedeli (1990).

L'Italie et l'Espagne à eux seuls regroupent plus de 40 % des superficies mondiales implantées par cet arbre.

4.2. Importance socio-économique

L'olivier revêt une grande importance économique et sociale dans de nombreux pays, la culture de l'olivier représente l'une des principales spéculations de l'agriculture. Son importance réside principalement dans son fruit dont on extrait l'huile et des oliviers de table sans oublier l'importance de son bois. Sans doute, l'olivier est parmi les premiers arbres cultivés avec la vigne et le figuier (Zohary et Spiegel-Roy, 1975), au niveau mondial, il est au 24^e rang des 35 espèces les plus répandues dans le monde (Ellstrand, 2003).

Le patrimoine oléicole mondial peut être estimé aujourd'hui à plus de 8.600.000 hectares comprenant plus de huit cent millions d'olivier : 96% de ce patrimoine est localisé

dans les pays méditerranéens et seulement 5% des produits de l'olivier, font l'objet d'échanges commerciaux hors du bassin méditerranéen.

La production mondiale d'huile d'olive au cours des 20 dernières années a été de 1.750.000 tm et 1.638.300 tonnes pour les olives de table (COI, 2007).

4.3. Importance de l'olivier en Algérie

La culture d'olivier en Algérie remonte à plusieurs millénaires. Depuis, cette culture a connu une grande importance chez toutes les civilisations qui se sont succédés dans la région et ont joué un grand rôle dans son expansion (Camps-Fabrer, 1974 ; Lenoir et Akerraz, 1984). Actuellement la culture de l'olivier occupe environ 40% des superficies arboricoles totales estimées à 1125302ha soit 503699 ha.

L'évolution des superficies a été très lente jusqu'en 1962, date à partir de laquelle un grand projet de plantation d'olivier a été lancé. La superficie totale est passée de 107000 ha en 1962 à 195141 ha en 1979, soit une évolution de plus de 82%. Depuis cette date, le programme de plantation et d'extension de cette culture a connu un ralentissement important dans sa réalisation. Les superficies ont même diminuées passant de 195140 ha en 1979 à 164290 ha en 1992.

C'est depuis l'an 2000 que nous commençons à enregistrer un regain pour cette activité oléicole soutenue par le programme national de développement de l'agriculture (P.N.D.A).

La nature de l'olivieraie Algérienne est de deux types : traditionnelle de montagne, extensive qui se situe au centre et à l'est du pays, notamment en Kabylie, la densité moyenne de plantation varie de 40 à 70 arbres / ha, constituant environ 70% du verger national avec un mélange de plusieurs variétés avec la dominance de « Chemlal » et moderne intensive se trouvant au niveau des plaines et vallées, de Sig et Mohamadia à l'ouest et dans la vallée de la Soummam à l'Est, la densité est de l'ordre de 100 à 120 arbres / ha, avec plusieurs variétés introduites notamment « Verdal », « Cornicabra », « Gordal », et « Frantoio » en plus des variétés dominantes « Sigoise » et « Chemlal ». La plupart de ces vergers sont destinés à la confiserie.

5. Composition variétale du verger oléicole national

Le patrimoine variétal national est composé de trois typologies définies en fonction de la destination finale du fruit : on distingue les variétés à huile, de table et mixtes.

Les variétés Chemlal au centre et Sigoise à l'ouest, se partagent plus de 50% de ce patrimoine. La variété Sigoise ou « olive de Tlemcen » appelée aussi olive du tell, dérive de la Picholine française. Elle se rencontre sur les zones montagneuses du Sig d'où l'origine de son nom. Elle est utilisée principalement pour la production d'olive de table, mais aussi appréciée pour la production d'huile (13,5%).

Au nord et au sud du massif de Zaccar (région de Miliana) ce sont les variétés locales Longue de Miliana et Ronde de Miliana qui dominent. Dans l'Algérois la Rougette de Mitidja ainsi que l'olive du tell constituent la presque totalité de l'olivette. Plus on avance vers la Kabylie c'est surtout la variété Chemlal qui caractérise cette région. Elle représente 40% du verger oléicole national. Il existe plusieurs types de Chemlal : Chemlal de Tizi-Ouzou ; Chemlal précoce de Tazmalt ; Chemlal de l'Oued-aissi ; Chemlal blanche d'Alcherif ; Petite chemlal pendante. Néanmoins, un grand nombre de variétés sont associées à cette dernière et certaines d'entre elles sont localisées dans des régions bien précises telles que « Tabellout » au voisinage de la mer, « Limli » à la basse vallée de l'Oued Soummam, telle que Bouchouk, Azeradj, Aelet et beaucoup d'autres composent le paysage oléicole de la Région.

La localisation des variétés dans des régions bien déterminées n'est pas le fait du hasard (Rebour, 1964), car les cultivars transplantés en d'autres zones se montrent moins productif que les autochtones.

Rougette et Blanquette de Guelma (variétés à huile) se trouvent en mélange dans les régions de l'Est du pays. Il en est de même pour Boukaila et Hamra dans la région de Jijel. La Grosse du Hamma se localise à Constantine, Dourdour et Lokchiri à Skikda. Les variétés étrangères sont pour la majorité introduites durant l'époque coloniale et sont la plupart d'origine Italienne ou Française. Elles se sont très bien adaptées aux conditions climatiques de notre pays. Globalement, les olivettes de l'ouest sont destinées à la production d'olive de table, alors que celles du centre et de l'est sont exclusivement réservées pour la production d'huile.

6. Cycle annuel de végétation de l'olivier

Comme pour toutes les plantes pérennes, il se caractérise par le déroulement concomitant d'un cycle végétatif, reproducteur et d'accumulation des réserves qui sont en relation directe avec les conditions climatiques.

6.1. Cycle végétatif

Il débute avec la reprise d'activité des bourgeons terminaux et des autres bourgeons axillaires lors du débourrement et se termine à la cessation d'activité de ceux-ci (arrêt de croissance). Espèces à feuilles persistantes, la défeuillaison n'ayant pas lieu comme pour le cas des espèces à feuilles caduques, le repos hivernal est assez difficilement observable en apparence. La période de repos hivernal s'étale généralement de novembre jusqu'à la fin février- début mars. Certaines variétés d'olivier ont besoin de ce repos pour fleurir et fructifier normalement. L'arbre durant cette période reconstitue ses réserves et est soumis au froid nécessaire à l'évolution des bourgeons.

Les feuilles de l'olivier ont une phyllotaxie de type opposée et sont liées au rameaux par un court pétiole coriace. Le limbe présente une structure constituée de trichomes peltes sur les deux faces, qui jouent un rôle important dans la réflexion de la lumière.

Après l'induction des primordiums foliaires, les feuilles de l'olivier présentent un développement important et atteignent rapidement leur pleine expansion environ 15 jours après leur déplissement. La durée de vie est de 2 ans et demi à trois ans (Loussert et Brousse, 1978).

Les ramifications sont le résultat du développement des bourgeons depuis le début du printemps (débourrement) jusqu'à la fin de l'automne (arrêt de croissance). Elle portent à leurs extrémités des bourgeons terminaux et au niveau de chaque nœud, deux feuilles opposées avec à l'aisselle de chacune un bourgeon.

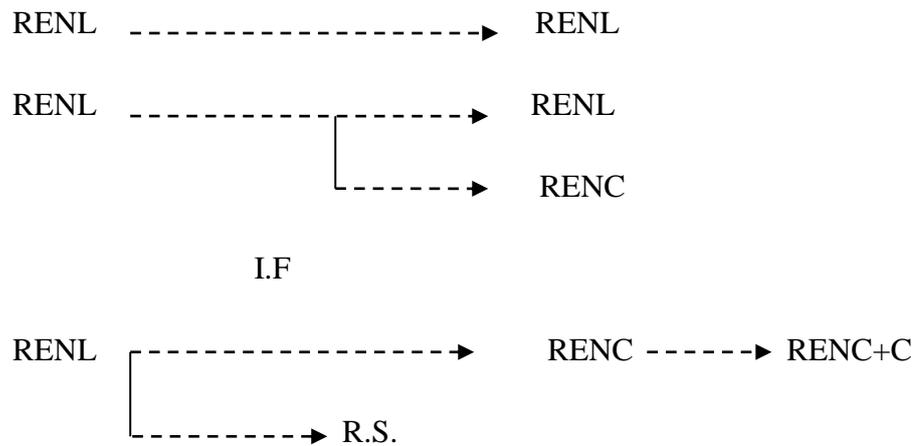
Selon leur localisation sur l'arbre et leur emplacement sur le rameau principal, nous pouvons distinguer trois types de rameaux : les rameaux à bois, les rameaux mixtes et les rameaux à fruits (Pastor, 1990). La ramification est ainsi constituée d'un ensemble de rameaux complexes dont le polymorphisme résulte selon Villemur et Delmas (1981) de différences d'activité méristématique des bourgeons selon leur situation.

Chez l'olivier nous pouvons distinguer globalement : un allongement terminal et latéral. Dans le premier cas, il correspond à l'allongement de l'axe principal à partir de son apex terminal. Dans le second cas, la croissance latérale s'effectue à partir des bourgeons axillaires des feuilles.

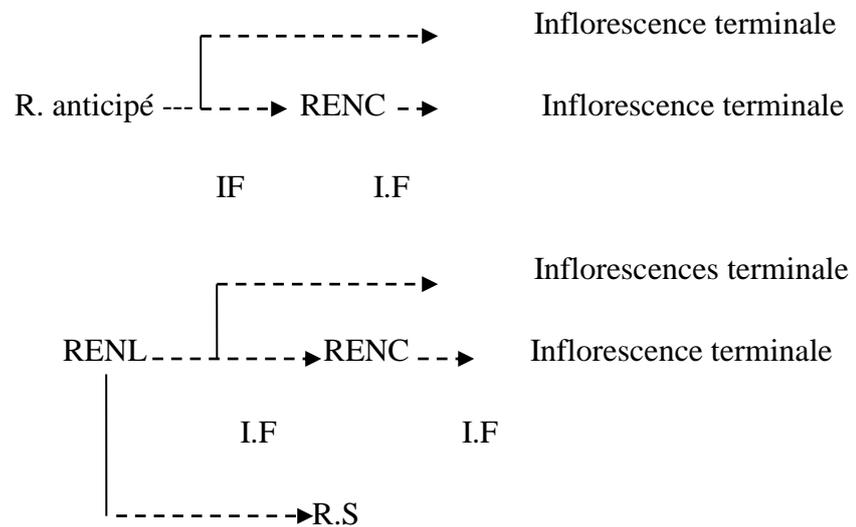
Villemur et Nseir (1977) in Loussert et Brousse, (1978) observent que le bourgeon axillaire peut donner une pousse végétative l'année de sa formation ; c'est le rameau anticipé commun à tous les arbres fruitiers. Si l'effet de vigueur ou de position ne permet pas cette évolution, ce bourgeon axillaire peut subir l'induction florale durant les basses températures de l'hiver. Par contre, le second bourgeon (surnuméraire) ne subit pas l'induction florale en général et il peut assurer une croissance végétative latérale ultérieurement.

Pour Villemur et Delmas (1978), le rameau d'un an et ses ramifications constituent une unité structurale. Celle-ci, au fur et à mesure de son élongation, tend à se courber entraînant un ralentissement du transport des auxines, d'où la production de rameaux courts, très florifères ou même une inflorescence terminale : la croissance végétative apicale est arrêtée. Les bourgeons surnuméraires qui étaient bloqués au début (dominance apicale) vont par le fait de la courbure et du ralentissement de l'élongation, débousser en donnant des rameaux à entre nœuds longs (RENL) et vigoureux, pour constituer de nouvelles unités structurales (Poli, 1979). C'est ce modèle initial qui est en général à la base de l'édification de l'arbre. L'ensemble des rameaux dérivent les uns des autres selon des tendances végétatives ou florales (Figure 3).

Tendances végétatives



Tendances florales : L'induction florale est élevée



RENL : Rameaux à entre nœud long **RENC+C** : Rameaux à entre nœud très court **I.F** : induction florale
RENC : Rameaux à entre nœud court **R.S** : Rameaux surnuméraires

Figure 3 : Schéma des tendances végétatives et florales

6.2. Cycle reproducteur

Dans la séquence du processus de fructification chez l'olivier, l'anthèse est un point critique qui sépare deux périodes différentes, quoique liées entre elles. Pendant la période précédant l'anthèse, les processus d'induction, d'initiation et de différenciation des fleurs déterminent la capacité de production d'inflorescence et de fleurs fertiles de l'arbre, alors qu'au cours de celle suivant l'anthèse, les processus qui la composent déterminent la production finale (nouaison, croissance des fruits, maturation).

6.2.1. Induction et initiation florale

Si certains auteurs font une différence entre l'induction florale et l'initiation florale, d'autres par contre, ne parlent que d'induction florale qu'ils situent en fin novembre. Bidabe (1965) définit l'induction florale comme étant le changement métabolique qui caractérise chez la plante, le passage d'un état végétatif à un état reproducteur. D'autre part il définit l'initiation florale comme étant l'ensemble des modifications morphologiques que subit le méristème végétatif pour donner un bouton floral. Anatomiquement, cela se traduit par la transformation du méristème végétatif en méristème floral.

L'initiation florale ou évocation florale est le résultat d'une induction florale induite par un stimulus externe de l'environnement (c'est généralement la lumière qui est impliquée), puis d'une différenciation florale (spécialisation et entrée en activité) de ce méristème floral qui va mettre en place les différentes pièces florales (les initiums floraux). Chez l'olivier c'est un cas particulier, les températures hivernales ont un impact probant et direct sur cette 'métamorphose' passage du méristème végétatif vers un méristème floral qui s'effectue et ne devient définitif que vers le mois de février-mars sur les rameaux de l'année précédente. Il y'a donc un cycle reproducteur non apparent, caché à l'intérieur des bourgeons (embryonnaire) et un autre cycle reproducteur visible, actuel qui va se caractériser par l'apparition des boutons floraux puis la floraison ou anthèse.

Au niveau biomoléculaire l'induction florale correspond à une répression des gènes responsables de la croissance végétative et l'activation de ceux déterminant la mise à fleur. Ouksili (1983).

Pour Badr et al., (1970) in POLI, (1979), l'orientation des bourgeons axillaires vers un programme morphogénétique floral après vernalisation est reliée à une modification d'un équilibre hormonal complexe dans lequel interviennent différentes substances stimulatrices et inhibitrices telles que des gibbérellines et différents inhibiteurs.

L'induction florale chez les arbres fruitiers à feuilles caduques telles que les rosacées se produit au cours de l'été et les températures de l'hiver suivant servant à lever la dormance des bourgeons ; chez l'olivier l'action du froid est prépondérante avant toute transformation morphologique

Milella (1961 in Loussert et Brousse, 1978) situe à fin novembre la période d'induction réversible : au delà de décembre jusqu'à mi-février elle devient irréversible.

L'importance des feuilles dans l'induction florale a été signalée par plusieurs auteurs. Selon Hackett et Hartman (1964) et Tombesi et Standardi (1979) in Stutte et Martin (1986, a), une défoliation des pousses entre octobre et décembre empêche l'arbre de fleurir, mais si celle-ci survient après la mi-décembre ou tôt en janvier, généralement elle n'a aucun effet sur la floraison.

6.2.2. Différenciation florale et croissance des ébauches florales.

Elle est définie comme étant l'ensemble des modifications morphologiques que subit un méristème au cours de sa transformation en fleur ou en inflorescence. Selon Ouksili (1983), le processus de différenciation qui intervient à partir des mois février-mars selon les conditions climatiques, se déroule en deux phases ; la première est caractérisée par la transformation du méristème végétatif en méristème floral, et pendant la deuxième phase se déroule la formation progressive des diverses composantes de la fleur.

Les dates d'apparition des pièces florales ne sont en aucun cas liées aux époques de floraison. La date de différenciation est plutôt fonction de la nature des variétés (précoces ou tardives) Basso (1954) in Loussert et Brousse (1978).

Les inflorescences proviennent des bourgeons porteurs de fleurs, situés sur les pousses de l'année précédente. Elles forment des grappes à long pédoncule avec un nombre de fleurs variables en fonction des variétés et en fonction de la position de la grappe sur le rameau. Le nombre moyen de fleurs par inflorescence varie entre 11 et 40 fleurs par grappe.

L'olivier de par sa grande rusticité, produit un grand nombre de fleurs, mais seul un petit nombre de celles-ci se transforme en fruits susceptibles d'être cueillis : entre 1 et 3% seulement (coulture).

6.2.3. Fructification

Fernandez-Escobar (1993) définit la fructification comme étant l'ensemble des processus physiologiques intervenant chez une plante, se traduisant par la formation de fruits. Le processus de fructification de l'olivier ne diffère pas substantiellement de celui intervenant chez d'autres espèces fruitières, hormis les mécanismes et l'époque.

Le fruit est une drupe à mésocarpe charnue, riche en lipide, plus ou moins sphérique et de taille variable en fonction de la variété. Elle comprend l'épicarpe qui se colore généralement pendant la maturité physiologique en passant du vert clair à la couleur violette

ou rouge (olive tournante), puis à la coloration noirâtre. L'endocarpe ou noyau est dur, protégeant l'amendou et dont la forme est une caractéristique variétale.

Les caractéristiques pomologiques de l'olive telles les dimensions du fruit entier et du noyau, le rapport pulpe / noyau, l'épaisseur de la pulpe, le poids du noyau et le contenu en matière grasse varient en fonction de la variété en premier, de la charge, de la position du fruit sur l'arbre (Pastor Munoz, 1989) et des conditions du milieu notamment de la température et de la pluviométrie. En période de sécheresse, les fruits restent petits et le rendement en matière grasse est inférieur à celui obtenu durant les années de meilleures productions (absence de déficit hydrique durant l'automne jusqu'à la fin de l'hiver). En outre, les basses températures sont souvent nuisibles à l'accumulation d'huile dans le fruit.

En raison de ces interactions, le rendement en matière grasse des variétés peut être très variable d'une année à l'autre (Del Rio et Caballero, 1994). Fantanazza (1982) in Fantanazza et Baldini (1990) a montré que les caractères les plus stables (héréditaires) sont la longueur du noyau et celle du fruit.

7. Approche de la diversité génétique et outils de caractérisation

L'objectif des recherches agronomiques en génétique et en amélioration des plantes est de sélectionner de nouvelles variétés, performantes, productives et de meilleures qualités. Pour cela, il est nécessaire d'exploiter efficacement et de manière raisonnée la diversité génétique des plantes cultivées et de leurs apparentées sauvages. Il s'agit d'une étape indispensable à tout progrès d'amélioration génétique. L'étude de la diversité génétique permet de mieux gérer et valoriser les ressources phylogénétiques (Adam et Dron, 1993). Le principe est d'étudier la variabilité qui existe au niveau des gènes (les allèles) à différents niveaux : au niveau interspécifique, au niveau variétal et population. L'objectif recherché est d'identifier et dénombrer des entités distinctes et de quantifier la variabilité génétique (Lesica et Allendorf, 1999 et Martin et al., 1999).

Les analyses reposent essentiellement sur l'utilisation des marqueurs génétiques, représentant chacun une portion du génome. Ils permettent de caractériser les individus et de mesurer la variabilité génétique entre ces individus et les populations qu'ils constituent. Les premiers marqueurs développés en génétique des populations correspondaient à des caractères phénotypiques, qui peuvent être influencés par les facteurs environnementaux (Adam et Dron, 1993).

Par contre les marqueurs moléculaires ne sont pas influencés par l'effet du milieu et en outre, ils permettent de détecter un polymorphisme très élevé correspondant à l'ADN codant.

A la suite du développement de nouvelles techniques de biologie moléculaire, ces nouveaux marqueurs génétiques ont été rapidement utilisés pour vérifier la conformité variétale. Il s'agit des marqueurs RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), des marqueurs RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), des marqueurs AFLP (Aplification Fragment Length Polymorphism), des marqueurs ISSR (Inter Simple Sequences Repeats) et des microsatellites. Ils sont désormais abondamment utilisés afin de caractériser la structure des populations de plusieurs organismes. Actuellement l'utilisation d'ESTP (Expressed Séquence Tag Polymorphism) et de SNP (Simple Nucléotide Polymorphism), prend de l'ampleur car ces types de marqueurs permettent entre autres, d'observer les différences au niveau des séquences du DNA codant (Santoni et al., 2000 ; DE Vienne et Santoni, 1998).

Pour l'étude de la diversité génétique, le choix d'une technique de marquage moléculaire dépend de l'espèce étudiée, du niveau de polymorphisme recherché, des données préliminaires sur le génome de l'espèce, du degré de technicité et du coût de la technique (tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques des principaux marqueurs (d'après DE Vienne et Santoni,1998)

| Marqueurs | Neutralité | Nombre | codominance | Spécificité de locus ⁽¹⁾ | Polymorphisme | Stade organe ⁽²⁾ | technicité | Séquence codante |
|-----------------|------------|----------------------------------|-------------|-------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|
| Morphologique | Non | Limité | Rare | Oui | Faible | Oui | Faible | - |
| Isoslymes | Oui | ≤30 | Oui | Oui | Faible | Oui | faible | Oui |
| Protéines | Oui | ≤100 | Oui | Oui | Faible | Oui | moyenn e | Oui |
| RFLP | Oui | ≈ | Oui | Oui | Elevé | Non | élevée | Oui ou non |
| Microsatellites | Oui | Illimité Quelques Milliers | Oui | Oui | Très élevé | Non | Elevée ⁽³⁾ | Non |
| MAAP | Oui | ≈ Illimité | Non | Non | Très élevés | Non | faible | Oui ou non |
| ISSR | Oui | ≈ illimité | Non évalué | Non | Très élevé | Non | faible | Non |
| AFLP | Oui | Illimité | Non | Non | Très élevé | Non | moyenn e | Oui ou non |
| STS | Oui | Limité | Oui | Oui | Modéré | Non | Elevée ⁽¹⁾ | Oui |

(1) Dans cette colonne, on distingue les techniques qui révèlent les locus marqueurs individuellement (ou en très petit nombre) de celles qui les révèlent « en masse ».

(2) Marqueurs dont la mise en évidence est liée à un ou quelques stades-organs particuliers.

(3) Pour les microsatellites et les STS, le développement d'amorces pour de nombreux locus informatifs est très lourd techniquement et financièrement, mais ensuite les analyses de routine se déroulent beaucoup plus rapidement qu'en RFLP.

Il existe plus de 2600 variétés dans le monde (Rugini et Lavée, 1992), leur caractérisation est difficile à cause des nombreuses confusions et d'erreurs de classification. Ainsi, des variétés différentes peuvent porter une même appellation (synonymie) tandis qu'une même variété peut être désignée par des dénominations différentes d'une région oléicole à une autre (homonymie) (Rallo et Cidraes, 1975 ; Caballero et Del Rio, 1999). Cette situation se complique encore davantage pour le cas des variétés considérées communément comme « variété population », regroupant les « clones » qui sont en réalité des génotypes distincts ayant des caractères phénotypiques ou génétiques plus ou moins différents (Morettini, 1954 ; Scaramuzzi et Roselli, 1984 ; Roselli et al., 1990 ; Ouazzani et al., 1996). Cette diversité variétale est probablement due aux flux génétiques entre les oliviers sauvages (oléastres) et les variétés cultivées et aux processus de domestication de l'homme (Ciferri, 1950 ; Zohary et Spiegel- Roy, 1975 ; Ouazzani et al., 1993 ; Terral, 1997 ; Lumaret et al., 2000 ; Besnard, 1999 ; Khadari, 2005).

Actuellement, plusieurs études de classification d'identification et de phylogénie de l'olivier basées sur les marqueurs de types RAPD, ISSR, AFLP, SSR et autres ont été réalisées dans la plupart des pays oléicoles (Fabbri et al., 1995 ; Claros et al., 2000 ; Gemas et al., 2004 ; Essadki et al., 2006 ; Bandelj et al., 2004 ; Angiolillo et al., 1999 ; Omrani-Sabbaghi et al., 2007).

L'historique et la présentation des différents systèmes de caractérisation sont indiquées dans le Tableau 2 (Ganino et al., 2006)

7.1. Caractères morphologiques et utilisation des isoenzymes

Avant l'utilisation des marqueurs moléculaires, les études de la diversité et de la caractérisation génétique se limitaient aux observations morphologiques entre les différents individus étudiés. Selon Prado et al., (1999), observer un caractère morphologique, c'est attribuer à chacun des individus la valeur mesurée d'un caractère tels que les différents tests

de virulence et de pathogénicité, les formes ou les couleurs des organes, la précocité, le rendement, etc...

Par rapport aux descripteurs phénotypiques, les isoenzymes ou (isozymes) sont d'un emploi relativement aisé, ils sont utilisés chez l'olivier depuis plusieurs années et leur utilisation est basée sur l'hypothèse qu'elles sont le produit direct d'allèles spécifiques.

Tableau 2 : Histoire et présentation des différents systèmes de caractérisation de l'olivier

| Année | Auteurs | Pays | Caractères discriminant |
|-------|-------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1719 | Pitton de Tournefort | France | Caractères botaniques |
| 1815 | Simon de rojas clemente | Espagne | Feuille et fruit |
| 1819 | Tavanti | Italie | Endocarpe |
| 1908 | Marinussi | Italie | Endocarpe |
| 1917 | Ruby | France | Feuille, fruit et endocarpe |
| 1932 | Miliani | Italie | Caractères écologiques |
| 1932 | Zito | Italie | Endocarpe |
| 1937 | Bracci | Italie | Feuille, inflorescence, fruit, endocarpe et caractères écolog |
| 1937 | Frezzotti | Italie | Endocarpe |
| 1939 | Savastano | Italie | Endocarpe |
| 1942 | Ciferri et al | Italie | Caractères morphologiques, biologiques et agronomiques |
| 1954 | Patac et al | Espagne | Caractères morphologiques, botaniques et agronomiques |
| 1984 | Barranco et rallo | Espagne | Caractères morphologiques et agronomiques |
| 1985 | UPOV | Monde | Caractères morphologiques et agronomiques |
| 1986 | Leitao et al | Portugal | Caractères morphologiques et agronomiques |
| 1998 | Bartolini et al | Monde | Identité, caractères agro, biochimiques et marqueurs moles, Collections, etc. |
| 2000 | Barranco et al | Monde | Identité et caractères agronomiques |
| 2000 | Pannelli et al | Italie | Caractères morphologiques, agronomiques et commerciaux |
| 2005 | Rallo et al | Espagne | Identité, caractères morpho, agronomiques et commerciaux |

Ils représentent les différentes conformations moléculaires d'une enzyme ayant une même activité catalytique (Markert et Moller, 1959). Les isoenzymes résultent généralement

de la présence d'allèle multiple du gène en question ou encore de différences au niveau de l'expression de ce gène. La présence de variations au niveau de la séquence en acides aminés confère à chaque conformation de l'enzyme une charge électrique et une masse moléculaire distinctes. A l'aide des techniques de l'électrophorèse, il est ensuite possible de séparer et d'identifier les iso enzymes. Une fois qu'elles sont décelées, on utilise des méthodes statistiques pour étudier leur distribution à l'intérieur d'une population ou entre population. Les premières utilisations des marqueurs biochimiques dans les études de diversité de l'olivier et des processus de domestication datent des années 1980. L'extraction des isozymes se fait généralement à partir du pollen ou à partir des feuilles étant donné que la disponibilité du pollen est limitée à quelques jours seulement dans l'année. Toutefois le pollen reste et constitue le meilleur échantillon du polymorphisme enzymatique.

Ces marqueurs ont permis de révéler ce polymorphisme entre plusieurs cultivars (Pontikis et al., 1980 ; Loukas et Krimbas, 1983). Ouazzani et al. (1994) ont montré que les isoenzymes permettent la caractérisation des principaux cultivars méditerranéens et l'étude des relations génétiques entre l'olivier cultivé et les oléastres. Trujillo et al. (1995) ont pu caractériser 132 variétés à l'aide des marqueurs isoenzymatiques. Lumaret et al. (1997) suggèrent que la différenciation génétique entre l'olivier cultivé et l'oléastre est très étroite si bien que ces marqueurs présentent l'avantage d'être codominants, ils se révèlent généralement peu polymorphes chez les plantes et ils peuvent être influencés par l'environnement, l'organe et le stade de développement de la plante (Staub et al., 1982 ; DE Vienne et Santoni, 1998).

7.2. Techniques d'analyse de l'ADN et marquage moléculaire

Ces techniques permettent d'identifier sur la molécule d'ADN des régions particulières de taille réduite (quelques centaines à quelques dizaines de milliers de paires de bases, dont la longueur ou la séquence peuvent varier entre individus).

Deux principales méthodes de marquage existent. Celles basées sur le polymorphisme de longueur de fragments de restriction (RFLP) et celle basée sur la PCR (réaction en chaîne par la polymérase).

7.2.1. Technique RFLP

C'est une des toutes premières techniques d'analyse du DNA qui a été supplantée par la méthode PCR. L'ADN purifié est fragmenté sous l'action d'enzyme de restriction (endonucléases) coupant le DNA en des sites spécifiques. Ces fragments sont ensuite séparés

en fonction de leur taille par électrophorèse sur gel d'agarose. La révélation spécifique de certains fragments est effectuée au moyen de l'hybridation moléculaire avec une sonde marquée (radio activement ou chimiquement) et complémentaire des fragments révélés. La sonde peut être une portion du DNA génomique ou du DNA complémentaire qui aura été préalablement isolée de génome de l'olivier. Les marqueurs ainsi obtenus résultent de l'action spécifique d'un couple enzyme de restriction-sonde moléculaire.

Le polymorphisme observé entre deux génotypes, pour un même couple, provient de la disparition ou de l'acquisition d'un site de coupure ou bien de l'insertion ou de la délétion d'un fragment d'ADN entre deux sites de coupure. C'est une méthode très performante et intéressante, il s'agit de marqueurs de type codominant permettant de différencier les individus homozygotes des individus hétérozygotes.

7.2.2. Techniques basées sur la PCR (Polymérase Chain Réaction)

Cette méthode est plus souple d'utilisation et nécessite des quantités moindres de DNA. Une portion définie du DNA extrait est recopiée (amplifiée), identique à elle-même plusieurs milliers de fois, par l'action d'une enzyme : l'ADN polymérase (ou Taq polymerase), permettant ainsi son observation directe par simple coloration après séparation par électrophorèse sur gel d'agarose ou d'acrylamide. La Taq polymérase utilise une amorce de 12 à 25 bases complémentaires à l'ADN natif et bordant le fragment à amplifier pour amorcer la synthèse des oligonucléotides. Du fait de sa plus grande facilité de mise en œuvre, l'étude d'un grand nombre d'individus est rendue possible par cette méthode.

A partir de ce principe, différents types de marqueurs peuvent être obtenus selon la nature des oligonucléotides utilisés et le type de fragments analysés.

7.2.3. Marqueurs RAPD

La technique RAPD (Amplification Randomisée du Polymorphisme de l'ADN) se distingue par l'utilisation d'oligonucléotides courts (9 à 10 bases) et définies aléatoirement. L'amplification RAPD permet donc de détecter des sites polymorphes au hasard (DE Vienne et Santoni, 1998). Cette technique a longtemps été préférée à celles utilisant d'autres types de marqueurs puisqu'elle n'exige aucune connaissance préalable de l'organisme étudié. En outre par sa facilité et sa rapidité d'exécution, elle permet de sonder un grand nombre d'individus. Toutefois, elle pose parfois des problèmes de stabilité, ne permettant pas le transfert entre

laboratoires et le caractère dominant des marqueurs rend l'interprétation génétique difficile, donc non indiqué dans la recherche d'hétérozygotie

La technique RAPD a été longtemps utilisée dans les études de diversité entre les différents cultivars de l'olivier. La première analyse a été effectuée sur 11 cultivars par Bogani et al. (1994) en utilisant cinq amorces arbitraires riches en bases G et C. L'étude a montré l'existence d'une diversité génétique entre les cultivars. Parmi les 40 amorces RAPD employées par Fabbri et al. (1995) pour caractériser 17 cultivars, seulement 17 amorces ont produit des marqueurs polymorphes reproductibles (47 marqueurs).

L'étude a permis de différencier entre les cultivars, mais sans trouver aucun rapport entre leurs profils génétiques et leurs origines géographiques. De même Vergari et al. (1998) ont pu caractériser onze cultivars appartenant à la variété population < Frantoio > qui sont difficilement distinguables par les marqueurs phénotypiques. L'utilisation des marqueurs RAPD associés aux marqueurs AP-PCR (Arbitrarily Primed PCR) a permis de classer 56 cultivars de la région de Malaga (Espagne) en 22 géotypes distincts (Claros et al., 2000). De plus à l'aide des analyses de < clustering > basées sur le principe de groupement de géotypes proches, les variétés d'olivier autochtones sont classées dans un groupe génétique distinct. Egalement 32 accessions de la Syrie ont été analysées dans l'objectif de les introduire dans < la banque mondiale de germoplasme de l'olivier > de Cordoba (Espagne) (Belaj et al., 2003a). Avec 13 amorces RAPD donnant 79 bandes polymorphes, 32 géotypes ont été clairement distingués et des relations ont été identifiées entre certains cultivars et les régions d'origine en Syrie. Ces marqueurs ont permis de classer les cultivars homonymes en plusieurs variétés (Belaj et al., 2003a). La technique RAPD a été utilisée pour la caractérisation des cultivars d'un très grand nombre de pays oléicoles (Cresti et al., 1996, Mekuria et al., 1999, Nikoloudakis et al., 2003 ; Perri et al., 1999, Khadari et al., 2003). Enfin, Gemas et al. (2000) et Roselli et al. (2002) ont évalué la variabilité intra-cultivar par cette technique.

7.2.4. Marqueurs AFLP

La technique AFLP (Polymorphisme de Longueur de Fragments Amplifiés) est récente, combinant les deux précédentes. Elle utilise à la fois les enzymes de restriction et l'amplification PCR. L'ADN est d'abord digéré par des enzymes de restriction dans des sites spécifiques. Des adaptateurs de séquence connues et spécifiques des enzymes de restriction

utilisées sont ajoutés aux extrémités des fragments de restriction générant ainsi une matrice pour l'amplification.

Une pré-amplification est réalisée à l'aide d'amorces de séquences complémentaires, à la séquence des adaptateurs et des sites de restriction. La deuxième amplification, dite sélective, utilise des amorces identiques aux premières mais prolongées à l'extrémité 3' de quelques nucléotides arbitraires (de 1 à 3 nucléotides). Ainsi, seuls les fragments possédant les bases complémentaires de ces bases arbitraires sont amplifiés. Ces amorces sélectives permettent de réduire le nombre de fragments amplifiés à environ une centaine (Vos et al., 1995 ; DE Vienne et Santoni, 1998).

Les fragments obtenus sont séparés par électrophorèse sur gel d'acrylamide dénaturant puis visualisés par coloration au nitrate d'argent ou révélés grâce à un marquage radioactif ou fluorescent réalisé lors de l'amplification sélective. C'est la combinaison enzyme de restriction par amorce qui permet de révéler le polymorphisme entre les individus et constitue donc le marqueur AFLP.

Cette technique ne nécessite aucune connaissance préalable du génome de la plante étudiée, elle est rapide, extrêmement polymorphe mais sa répétabilité est parfois insuffisante notamment pour une problématique d'identification. Enfin, elle nécessite une mise au point préalable. Ainsi, le choix des enzymes de restriction doit prendre en compte leur sensibilité à la méthylation. Ce phénomène peut être assez hétérogène selon l'organisme, le stade de développement, l'état physiologique ou les régions des génomes considérés (Heslop-Harrison 2000). En effet, la combinaison (EcoRI-MseI) est moins sensible à la méthylation de l'ADN que d'autres combinaisons, comme par exemple celles utilisant l'enzyme de restriction PstI. Ces dernières peuvent en effet cibler des régions faiblement répétées réparties en groupes ou « clusters » au sein du génome, comme cela a été démontré chez le maïs (Vuylsteke et al. 1999). Les marqueurs AFLP sont largement utilisés dans l'identification des cultivars et l'étude de leur relation phylogénétique. Ils sont également utilisés dans la cartographie des génomes et le clonage

L'AFLP a été utilisé pour étudier le polymorphisme entre des variétés d'olivier, l'oléastre et un groupe d'individus correspondant aux sous-espèces du complexe *Olea europaea* (Angiolillo et al., 1999). En effet des cultivars espagnols (« Lechin de Sevilla », « Arbequina » et « Koroneiki »), des oliviers sauvages (originaires de Sicile) et une espèce du nord-ouest d'Afrique (*O. maroccana*) forment un groupe relativement homogène. En

revanche, les espèces du genre *Olea* d'Afrique de l'Est et d'Asie sont groupées séparément. Des espèces de l'Océan indien et d'Australie montrent une diversité génétique élevée. Les auteurs suggèrent que l'olivier cultivé et l'oléastre sont des formes différentes de la même espèce *O. europaea*. Les individus originaires de l'Est de l'Afrique et de l'Asie sont attribués aux espèces *O. ferruginea*, *O. chrysophylla*, *O. africana*, *O. cuspidata*, et *O. indica*. Quand à *O. Laperriniei* et *O. marroccana* sont des formes intermédiaires (Angiolillo et al., 1999).

Dans l'étude de Baldoni et al. (2000) un faible polymorphisme a été détecté entre les oléastres et les cultivés de la Sicile, la Sardaigne et la Corse. Ce résultat est dû probablement aux hybridations successives des oléastres et l'olivier cultivé. D'autres populations issues du sud de l'Espagne, Toscane en Italie montrent des niveaux de diversité génétique plus élevés (Baldoni et al., 2000). Une étude des oliviers cultivés de l'Est de la Méditerranée a montré une grande variabilité génétique entre les cultivars de pays voisins comme la Turquie et la Grèce. Cette étude suggère que la variabilité observée est due aux sélections réalisées dans chaque région et à l'existence des variétés autochtones (Owen et al., 2000). D'autres études sur la classification des variétés, la diversité et la phylogéographie ont été publiées. On peut citer : Ambrosino et al. (2002), Ziliotto et al. (2002) et Labombarba et Fontanazza (2002, 2004). Enfin, les marqueurs AFLP ont été utilisés en association avec d'autres marqueurs dans l'identification variétale chez l'olivier : les caractères morphologiques (Rotondi et al., 2003), les marqueurs RAPD (Hagidimitriou et al., 2005) et les microsatellites (Bandelj et al., 2004).

7. 2.5. Marqueurs microsatellites

Les microsatellites ou SSR (*Simple Sequence Repeat*) sont des répétitions de courts motifs d'ADN (1 à 6 bases) répétés en tandem. Exemple AT AT AT AT AT AT AT AT soit $(AT)_n$, (n varie de quelques unités à plusieurs dizaines). Les plus courants sont $(A)_n$, $(TC)_n$, $(GATA)_n$, etc. Cette variation du nombre de répétitions est à l'origine d'un important polymorphisme dans les populations naturelles. Ce sont des séquences très présentes dans le génome des eucaryotes et existent aussi chez les procaryotes avec une faible fréquence (Toth et al., 2000 ; DE Vienne et Santoni, 1998).

Les microsatellites de 2 nucléotides sont répartis tous les 30 à 100 kb dans le génome des végétaux supérieurs. Chez les mammifères les motifs (GT /AC) apparaissent tous les 30kb en moyenne (Morgante et Olivieri, 1993). Les microsatellites de 4 pnb sont plutôt localisés au niveau des centromères et des télomères. On leur attribue un rôle dans la recombinaison méiotique (points chauds de recombinaison). Les variations que l'on peut

observer au sein de ces séquences concernent des variations du nombre de répétitions des motifs de base. Les séquences flanquant les motifs répétés permettent de définir les amorces qui seront utilisées pour l'amplification PCR (Figure 4).

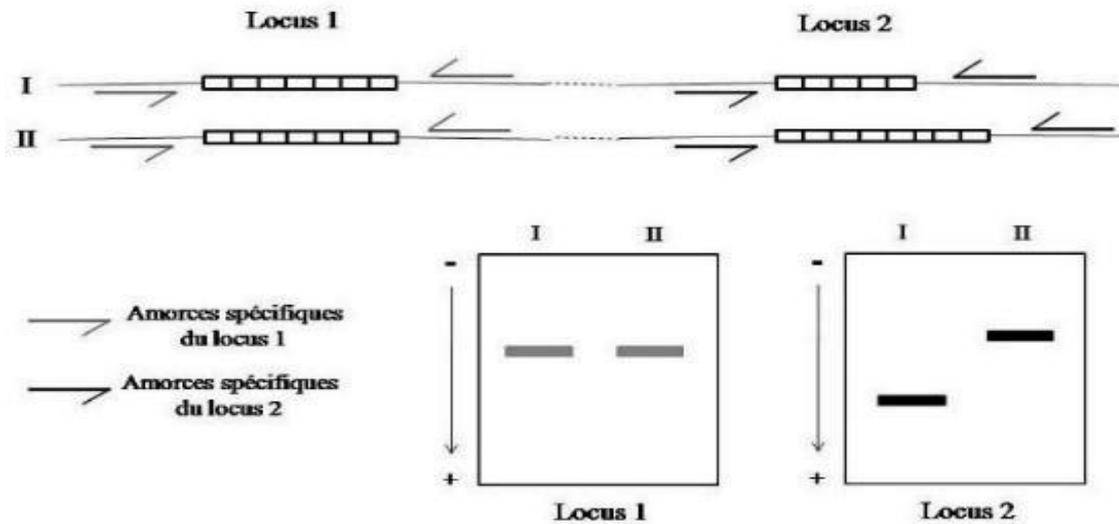


Figure 4 : Révélation du polymorphisme des microsatellites par PCR « ciblée ». Grâce aux amorces spécifiques de locus, le polymorphisme des différents microsatellites peut être révélé individuellement (DE Vienne et Santoni, 1998).

L'analyse des produits amplifiés s'effectue sur gel d'acrylamide après révélation par coloration au nitrate d'argent ou grâce à un marquage fluorescent des amorces en utilisant des séquenceurs capillaires (Figure 5).

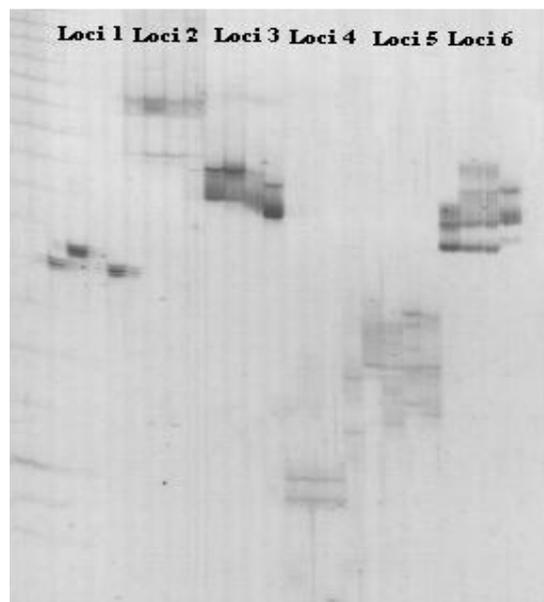


Figure 5 : Exemple d'un profil SSR sur gel d'acrylamide obtenu par 6 locus SSR pour 4 variétés d'olivier.

L'intérêt des microsatellites est du à leur fort polymorphisme ainsi qu'à la capacité de semi-automatiser leur analyse et leur hiérarchisation (possibilité de multiplexage par fluorescence) (Figure 6).

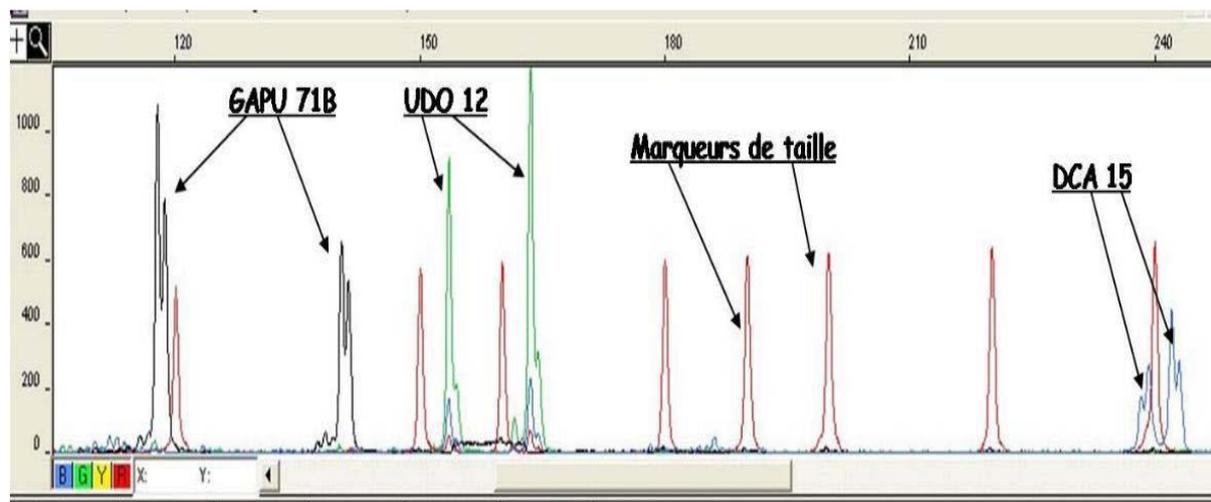


Figure 6 : Exemple de révélation des marqueurs SSR sur Séquenceur (Séquenceur Abi 3100) à l'aide du logiciel Genescan (3 locus SSR en multiplexage).

Si les SSR constituent de bons marqueurs moléculaires (reproductibles, co-dominants et facilité d'utilisation), leur caractérisation initiale est toutefois assez lourde. En effet leur identification et leur développement doit passer par l'enrichissement d'une banque génomique en motifs répétés, puis par le clonage et le séquençage de nombreux fragments et enfin par le développement d'amorces PCR, la mise au point des conditions d'amplification et la sélection des locus polymorphes. Pour se soustraire à ces difficultés, il est possible d'utiliser des microsatellites hétérologues développés sur des espèces phylogénétiquement proches. Une autre possibilité consiste à chercher *in silico* des motifs répétés dans les bases de données comme *Genebank* (Morgane et Olivieri, 1993 ; DE Vienne et Santoni, 1998).

Cette méthode s'est avérée très performante et ces marqueurs sont aujourd'hui les plus appréciés car ils sont spécifiques, de type codominants et polyallélique. Ce sont de véritables marqueurs génétiques utilisés fréquemment en génétique des populations pour des études portant sur la diversité ou la gestion des ressources naturelles et aussi bien en matière d'identification, de recherche de paternité, dans la cartographie génétique et la détection de QTLs (locus à effets quantitatifs) (Goldstein et Schlotterer, 1999).

Des microsatellites ont été développés chez l'olivier, comme pour de nombreuses autres espèces. A ce sujet, les travaux axés sur le développement des microsatellites chez cette espèce sont relativement limités. La complexité du génome de l'olivier n'a pas permis de mettre au point qu'un faible nombre de locus environ (114).

La transférabilité des marqueurs microsatellites développés sur d'autres genres génétiquement proches du genre *olea* comme *Fraxinus* et *Phillyrea* (Brachet et al., 1999 ; Lefort et al., 1999 ; Saumitou-Laprade et al., 2000) a été démontré chez l'olivier (Khadari et al., 2003). En effet, ces auteurs ont utilisé cinq (5) locus SSR (2 isolés de *fraxinus excelsior* et 3 de *Phillyrea angustifolia*) en association avec les marqueurs RAPD pour la caractérisation de la collection variétale française. Ces marqueurs SSR ont montré une variabilité faible entre les cultivars des versants Est et Ouest de la vallée du Rhône. Cependant, la fiabilité d'analyse ou de transfert inter-espèces dépend du locus utilisé (De la Rosa et al., 2002 ; Rallo et al., 2003).

L'utilisation de 5 locus SSR révélant 26 allèles a montré que 90% des cultivars sont bien identifiés (Rallo et al., 2000). Dans une autre étude, 14 locus microsatellites ont été utilisés pour détecter la variabilité entre les cultivars et une diversité intra-variétale (Lopes et al., 2004). Une large caractérisation de 406 accessions originaires de vingt pays à l'aide de 9 locus SSR révélant 146 allèles a permis une distinction efficace des cultivars et se sont révélés de bons outils de gestion des ressources génétiques (Cavallotti et al., 2003).

7.2.6. Marqueurs SNP

Le polymorphisme d'un seul nucléotide (SNP) permet de repérer les différences au niveau d'un nucléotide dans une séquence d'ADN (Bracci et al., 2011 ; Gomes et al., 2012). La source principale de polymorphisme dans un génome est l'apparition de mutations ponctuelles qui modifient une seule paire de bases. Lorsque cette mutation atteint la fréquence de 1% dans une population, elle peut être exploitée comme marqueur génétique et est appelée SNP. Ils sont présents dans les parties codantes et non codantes d'un génome. Ce sont le type de polymorphisme le plus abondant et le plus présent dans tous les organismes vivants (Ganal et al., 2009 in Bracci et al., 2011). Le développement de ces marqueurs requiert une grande connaissance de la séquence du génome (Dominguez-Garcia, 2012).

Les marqueurs SNP ont été employés d'abord dans la traçabilité et l'authenticité de l'huile d'olive (Pammieri et al., 2004) et pour la caractérisation des cultivars très semblables

ont été distingués (Reale et al., 2006 ; Rekik Hakim et al., 2010). Récemment, Kaya et al. (2013) ont montré l'utilité de ces marqueurs concernant le génotypage des cultivars d'oliviers turcs.

Chapitre II. Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

Le matériel végétal étudié est constitué de variétés autochtones. Elles proviennent de trois sites différents du point de vue écologique, édaphique et bioclimatique (Tableau 3). Ils sont distants l'un de l'autre d'environ 60 kms. Les variétés qui proviennent de l'Est (Djebel Felfla) et de l'ouest (Beniguendouz Tamalous) ne sont pas réunies en plantations régulières, mais réparties dans la région, depuis le niveau de la mer jusqu'à 1000m d'altitude.

Les variétés traditionnelles Chemlal, Bouricha, Lahmar, Balbal et Zeraj, proviennent de l'exploitation agricole Saïd Bousbaa sise à El-Harrouch au sud du chef lieu de la wilaya de Skikda d'où l'olivier remonte vers la région Constantinoise par les monts de Toumiats .

Ces oliviers sont conduits en sec et dépendent des pluies d'hiver. La fertilisation du sol, la protection phytosanitaire et la taille ne sont pas effectuées.

Les variétés « Chemlali et Chetoui » de Tunisie, la « Picholine » du Maroc et les cultivars « Chemlal et Sigoise » d'Algérie présentes au niveau de la collection de la banque mondiale ont été caractérisées seulement par les marqueurs moléculaires.

Tableau 3 : Origine géographique des cultivars.

| Taxa | Variétés | N° registre | Site culture | Origine |
|------------------------------------|-------------------------|-------------|------------------------------------------------|----------------|
| O. e. ssp. Europaea | Kerdoussi | 01 | Tamalous | Skikda-Algérie |
| | Lokchiri | 03 | ≈ | ≈ |
| | Chetoui | 04 | ≈ | ≈ |
| | Blilti | 05 | ≈ | ≈ |
| | Braouki | 06 | ≈ | ≈ |
| | El-kharfi | 07 | ≈ | ≈ |
| | El-hamri | 08 | ≈ | ≈ |
| | Derdouri | 010 | ≈ | ≈ |
| | Chemlal | 09 | Exploitation agricole Saïd Bousbaa El-Harouch. | Skikda-Algérie |
| | Zeraj | 011 | | ≈ |
| | Balbal | 012 | | ≈ |
| | Bouricha | 013 | | ≈ |
| | Lahmar | 014 | | ≈ |
| | Laaninbi | 015 | Felfla | Skikda-Algérie |
| | Rouihni | 02 | ≈ | ≈ |
| | Chemlali ⁽¹⁾ | | Banque mondiale de germoplasme | Tunisie |
| | Chetoui ⁽¹⁾ | | | Tunisie |
| Chemlal de Kabylie ⁽²⁾ | | Algérie | | |
| Sigoise ⁽²⁾ | | Algérie | | |
| Picholine marocaine ⁽¹⁾ | | Maroc | | |

(1) : variétés étrangères. (2) : variétés algériennes présentes dans la collection mondiale de Cordoba.

2. Méthodes

2.1. Echantillonnage morphologique

La caractérisation des variétés étudiées a intéressé la description morphologique des principaux organes de l'arbre retenu (feuille, inflorescence fruit et endocarpe). Vingt-sept caractères morphologiques, actuellement utilisés pour la caractérisation primaire des variétés

d'olivier ont été retenus pour cette étude, (Barranco et Rallo, 1984 ; COI, 1997). Chaque caractère présente 2 à 4 niveaux d'observation (Tableau 4).

Les observations ont porté sur un seul individu par variété, choisi et repéré en se basant principalement sur son état phytosanitaire. Les caractères relatifs à la feuille et à l'inflorescence ont été déterminés sur un échantillon de 40 feuilles et 40 inflorescences prélevées respectivement sur la partie médiane de 8-10 pousses de l'année et de 10 rameaux fructifères, choisis parmi les plus représentatifs et situés dans la partie de l'arbre orientée vers le sud. Les normes de référence des caractères morphologiques sont représentées dans le (Tableau 4).

La description des fruits a été réalisée sur un échantillon de 40 fruits par individu prélevés sur la partie médiane de 10 rameaux fructifères, choisis parmi les plus représentatifs en éliminant les plus petits et les plus gros et ceux qui présentent des malformations. La description du fruit a été réalisée au moment de la fin véraison. Pour certains caractères, il est fait mention de deux positions :

- La position A est celle où le fruit présente généralement son asymétrie maximale en le prenant par ses deux bouts entre l'index et le pouce.
- La position B est celle résultant de la rotation du fruit de 90° de manière à tourner la partie la plus développée vers l'observateur.

Forme du fruit (FOF) en position A : Elle est déterminée en fonction du rapport entre la longueur (L) et la largeur (l).

Ces 40 fruits ont servi après dépulpage, à la détermination des caractères de l'endocarpe. Comme pour le fruit, il est fait référence, pour certains caractères à deux positions :

- La position A, qui correspond normalement à la position d'asymétrie maximale, ou la suture de la carpelle est visible par l'observateur.
- La position B, résultant de la rotation de la position A de 90°, de manière à tourner la partie la plus développée vers l'observateur. Les échantillons des différents organes décrits ont été collectés dans la partie sud de l'arbre.

Forme de l'endocarpe (FOE) en position A : est également obtenue en fonction du rapport entre la longueur (L) et la largeur (l) :

Pour une variété donnée, si l'échantillon de l'organe étudié, présente deux catégories pour un même caractère et avec des pourcentages différents, on procédera au calcul des moyennes et on prendra en considération la catégorie qui dominante. Dans le cas où les pourcentages sont très proches, le nombre d'échantillon sera augmenté, permettant ainsi la définition de la catégorie dominante caractéristique de la variété étudiée. Enfin, dans tous les cas on procède à des essais de vérification de l'authenticité des variétés étudiées, en comparant la description morphologique effectuée dans ce travail avec la caractérisation établie dans le catalogue mondial des variétés d'olivier.

Tableau 4 : Liste des caractères morphologiques étudiés.

| Caractères étudiés | Phénotype | Norme référence |
|----------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Feuille (4 caractères) | | |
| Longueur (LGF) | 1- Réduite | <5 cm |
| | 2- Moyenne | 5-7 cm |
| | 3- Elevée | >7 cm |
| Largeur (LRF) | 1- Réduite | <1 cm |
| | 2- Moyenne | 1-1,5 cm |
| | 3- Elevée | >1,5 cm |
| Forme (FFE) | 1-Elliptique | L/l < 4 |
| | 2- Elliptique lancéolée | L/l 4-6 |
| | 3- Lancéolée | L/l > 6 |
| Courbure longitudinale du limbe (CFE) | 1- Epinastique | |
| | 2- Plane | |
| | 3- Hyponastique | |
| | 4- Helicoïdale | |
| Inflorescence (2 Caractères) | | |
| Longueur de la grappe (LGR) | 1- Courte | < 25 mm |
| | 2- Moyenne | 25-35 mm |
| | 3- Longue | >35 mm |
| Nombre de fleurs / inflorescence (NFL) | 1- Faible | <18 |
| | 2- Moyen | 18-25 |
| | 3- Elevé | >25 |
| Fruit (10 caractères) | | |
| Forme (FOF) | 1-Sphérique | L/l <1,25 |
| | 2- Ovoïde | L/l 1,25-1,45 |
| | 3- Allongée | >1,45 |
| Symétrie (SYF) | 1- Symétrique | |
| | 2- Légèrement asymétrique | |
| | 3- Asymétrique | |

| | | |
|------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| Position du diamètre transversal maximal (DIF) | 1- Vers la base | |
| | 2- Centrale | |
| | 3- Vers le sommet | |
| Sommet (STF) | 1- Pointu | |
| | 2- Arrondi | |
| Base (BAF) | 1- Tronquée | |
| | 2- Arrondie | |
| Mamelon (MAF) | 1- Absent | |
| | 2- Ebauché | |
| | 3- Evident | |
| Présence de lenticelles (PRL) | 1- Peu nombreuse | |
| | 2- Nombreuse | |
| Dimension initiale de lenticelle (DML) | 1- Petite | |
| | 2- Grande | |
| Localisation initiale de la véraison (VRL) | 1- A partir de la base | |
| | 2- Uniforme | |
| | 3- A partir du sommet | |
| Catégorie du fruit | 1- Réduite | <2 g |
| | 2-Moyenne | 2-4 g |
| | 3-Elevée | 4-6 g |
| | 4-Très élevée | >6 g |
| Endocarpe (11 caractères) | | |
| Forme (FOE) | 1- Sphérique | L/l <1,4 |
| | 2- Ovoïde | L/l 1,4-1,8 |
| | 3- Elliptique | L/l 1,8-2,2 |
| | 4- allongée | L/l >2,2 |
| Symétrie A (position A) (SAE) | 1- Symétrique | |
| | 2- Légèrement asymétrique | |
| | 3- Asymétrique | |
| Symétrie B (position B) (SBE) | 1- Symétrique | |
| | 2- Légèrement asymétrique | |
| Position du diamètre transversal maximal (DIE) | 1- Vers la base | |
| | 2- Centrale | |
| | 3- Vers le sommet | |
| Sommet (STE) | 1- Pointu | |
| | 2- Arrondi | |
| Base (BAE) | 1- Tronquée | |
| | 2- Pointue | |
| | 3- Arrondie | |
| Surface (SUE) | 1- Lisse | |
| | 2- Rugueuse | |
| | 3- Raboteuse | |

| | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| Nombre des sillons fibrovasculaires (NSE) | 1- Réduit | <7 |
| | 2- Moyen | 7-10 |
| | 3- Elevé | >10 |
| Distribution des sillons fibrovasculaires (DES) | 1- Uniforme | |
| | 2- Groupée à proximité de la suture | |
| Extrémité de sommet (MUE) | 1- Sans mucron | |
| | 2- Avec mucron | |
| Catégorie de l'endocarpe | 1- Réduite | <0,3 g |
| | 2- Moyenne | 0,3-0,45 g |
| | 3- Elevée | >0,45 g |

2.2. Extraction de l'ADN

L'ADN a été extrait à partir des jeunes feuilles, selon la méthode décrite par Murray et Thompson (1980), adaptée pour l'olivier par Belaj (1998) le protocole est détaillé dans l'Annexe 1.

2.2.1. Mesure de la concentration et de la qualité de l'ADN

L'ADN obtenu est mesuré par Gene Quant ARN/ADN (Amersham Biosciences), afin de déterminer sa concentration. Après prélèvement, par des tubes capillaires d'une quantité d'ADN de chaque échantillon (3-5ul), le capillaire est mis dans un appareil qui nous permet de savoir : l'absorbance à 230, 260, 280 nm, la concentration de l'ADN mg/μl et le ratio entre A 260/ A280.

Pour s'assurer de la qualité de l'ADN extraite, on effectue un électrophorèse sur gel d'agarose 0.8%. L'analyse des échantillons s'effectuera à base de la visualisation des bandes par le moyen d'un transilluminateur avec les rayons ultra violets. Les bandes sont comparées à un patron de concentration connu (Sambrook et Russel, 2001).

2.2.2 Amplification PCR

Pour l'identification des variétés étudiées, on a amplifié dix amorces microsatellites d'olivier : *ssrOeUa-DCA3* ; *ssrOeUA-DCA5* ; *ssrOeUA-DCA9* ; *ssrOeUA-DCA18* ; *ssrOeUA-DCA11* ; *GAPU59* ; *GAPU718* ; *GAPU 103A* ; *Udo99-43* et *EMO 03*.

L'amplification par réaction PCR, consiste à utiliser deux amorces courtes séquences 20-25 nucléotides qui s'hybrident à des sites complémentaires situés en orientation inversée sur les brins de l'ADN et qui encadrent la région que l'on cherche à amplifier. Bien que les conditions d'amplification sont différentes pour chaque microsatellite, il reste une série de démarches communes à suivre.

La réaction d'amplification peut être réalisée convenablement dans un volume de 15-20µl, contenant : 10-20 ng d'ADN ; 0.07u de l'enzyme Ampli Taq Gold/ml (Applied biosystèmes) ; 0.2mM de chaque primer Amorce ; 0.25mM de chaque d NTP (Roche) ; 1.5 à 2.5 mM de MgCl₂ ; 50 mM de KCl et 15 mM Tris HCl, pH 8.0.

Les amorces sont marquées avec un fluorochrome à l'extrémité 5'. FAM, Hex o TeT (Applied biosystems) lesquelles permettent la détection et la reconnaissance grâce à la fluorescence des produits d'amplification.

Le thermocycleur est composé de plusieurs blocs où chacun contient plusieurs microtubes ou microplaques « Gene Amp PCR system 9600 » (Applied biosystems).

La réaction PCR est basée sur un cycle d'activation de l'enzyme Ampli Taq Gold durant 11 minutes à 95°C ; 30-35 cycles à deux phases ; dénaturation pendant 30 secondes à 96°C , hybridation, extension et élongation durant une minute à la température d'hybridation, ou à trois phase, dénaturation durant 30 secondes à 94°C, hybridation pendant une minute à la température d'hybridation : et extension durant une minute à 72 °C. La température d'hybridation varie entre 50 et 68°C selon les microsatellites utilisés (Rallo et al., 2000 : Sefc et al., 2000).

2.2.3. Séparation et détection des produits d'amplification

La détection du polymorphisme se réalise grâce à un séquenceur automatique basé sur l'électrophorèse capillaire(CE) : (ABI 3130 Génétique Analyzer Applied biosystems HITACHI, Foster City, CA, USA). Les produits d'amplification sont préalablement dilués au (1 :10-1 :50) puis sont mélangés au formamide desionisé (Amresco, Solon, OH, EUA ; < <http://www.amresco.com>>). Un automate prélève la réaction de séquence et l'injecte dans le capillaire du séquenceur contenant un polymère de polyacrylamide. Lors de la migration, un système optique laser détecte la fluorescence portée par le fragment passant devant la fenêtre

du laser. Un fluorogramme est alors obtenu. Il est évalué et vérifié par un logiciel d'analyse qui permet de faire la correspondance (Genescan et Genotyper logiciel version 3.7. software from applied biosystems).

La fluorescence détectée, présente l'avantage d'être précise dans la détermination de la taille des allèles et permet en plus de faire la lecture simultanée des diverses SSRs en même temps et aussi de faire apparaître les microsatellites de taille similaire.

Tableau 5 : Répétition des motifs et séquences des amorces (directe et inverse) et température d'hybridation de chaque microsatellite.

| Série Amorces | Motif Répété | Séquence Forward | Séquence Reverse | Température d'hybridation |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| -DCA3 | (GA) ₁₉ | FAM- CCCAAGCGGAGGTGTATATTGTTAC | TGCTTTTGTCTGTTGAGATGTTG | 52 |
| DCA5 | (GA) ₁₅ | FAM-AACAAAATCCCATACGAACTGCC | CGTGTTGCTGTGAAGAAAATGC | 50 |
| DCA9 | (GA) ₂₃ | FAM-AATCAAGTCTTCTCTCATTTTCG | GATCCTTCCAAAGTATAACCTCTC | 50 |
| DCA11 | (GA) ₂₆ (GGGA) ₄ | HEX-GATCAAACACTACTGCACGAGAGAG | TTGTCTCAGTGAACCCTTAAACC | 52 |
| DCA18 | (CA) ₄ CT(CA) ₃ (GA) ₁₉ | FAM-TTAGGTGGGATTCTGTAGATGGTTG | GTTTTCGTCTCTCTACATAAGTGAC | 50 |
| GAPU 59 | (CT) ₉ | CCCTGCTTTGGTCTTGCTAA | CAAAGGTGCACTTTCTCTCG | 50 |
| GAPU 71 B | GA(AG) ₆ (AAG) ₈ | HEX-GATCAAAGGAAGAAGGGGATAAA | ACAACAAATCCGTACGCTTG | 52 |
| GAPU 103 A | (GA) ₈ (G) ₃ (AG) ₃ | CATGAAAGGAGGGGGACTTA | GGCACTTGTTGTGCAGATTG | 56 |
| UDO 99-043 | (GT) ₁₂ | FAM-TCGGCTTTACAACCGATTTTC | TGCCAATTATGGGGCTAACT | 50 |
| EMO 03 | - | - | - | - |

2.3. Traitement statistique

2.3.1. Analyse Statistique uni- varié

L'objectif de cette analyse est d'exposer les outils élémentaires, permettant de présenter une série brute d'une façon synthétique et d'en résumer les principales caractéristiques morphologiques des quinze (15) variétés étudiées dans un but descriptif.

Le but recherché de cette analyse est de mettre en évidence une éventuelle variation simultanée de deux variables, que nous appelons alors liaison. Autrement dit, le but de l'analyse discriminante est d'étudier les relations entre une variable qualitative et un ensemble de variables quantitatives.

Les principaux objectifs assignés à cette analyse discriminante sont : de déterminer les variables explicatives les plus discriminantes vis-à-vis des variétés étudiées, de préciser à quel groupe appartient un individu à partir de ses caractéristiques et de valider une classification ou faire un choix entre plusieurs classifications pour savoir laquelle est la plus pertinente.

L'analyse discriminante intervient donc à posteriori d'une classification, Lorsqu'une différence significative est révélée entre une variété pour un caractère donné, l'ANOVA complétée par le test LSD permet d'identifier la ou les variétés qui diffèrent significativement des autres

Le lambda de wilks univarié (Tableau 6) est constitué par le rapport de la somme des carrés des écarts intra classe à la somme totale des carrés des écarts. (Annexe 6).

Tableau 6 : Tests d'égalité des moyennes des groupes.

| | En cas d'influence | En absence d'influence |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Moyenne ou variance | Différence | Similitude |
| Test de Fisher | F élevé Sig tend vers 0.000 | F faible Sig \geq 0.01 ou 0.05 |
| Lambda de Wilks | ← 0.90 | Tend vers 1 |

Cette première analyse univarié va nous permettre de déterminer quelles sont les variables qui sont les plus discriminantes entre les groupes des variétés.

2.3.2. Approche d'analyse multi-variable

L'analyse multi-variable consiste à représenter la dispersion des éléments dans un espace multidimensionnel, avec autant d'axe qu'il existe des descripteurs dans l'étude. Cette analyse multi-variée, bien adaptée à la nature des données obtenues, est utilisée pour identifier l'ensemble des cultivars étudiés et aussi de déterminer les caractères morphologiques ou les loci contribuant le plus à cette identification. Les éléments sont combinés le long des axes représentant une relation ordonnée. Les axes factoriels significatifs sont conservés (axes représentant la plus grande partie de la variabilité), pour la classification hiérarchique.

Pour la partie morphologique, celle-ci est basée sur le critère d'agrégation de Ward (1963) et fournit une arborescence qui est interprétée et soumise à une partition. Le niveau de coupure de l'arbre est déterminé en fonction du nombre de classe qui ne doit pas être trop important pour la que la typologie soit interprétable et du rapport inertie interclasse sur l'inertie totale (qui doit être élevé pour que les classes reflètent la diversité morphologique des cultivars) (Benzecri, 1982). Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SPAD (Lebart *et al.*, 1993).

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) décrite comme étant une approche d'analyse appropriée dans le cas des données qualitatives binaires, permet l'étude descriptive des données. Elle repose sur le calcul de distance de X^2 à partir d'un tableau disjonctif complet comportant toutes les données des cultivars.

Pour la préparation des matrices binaires [0-1-2] traduisant respectivement l'absence d'allèle codée 0, la présence de bandes à chacun des allèles pour chaque locus sous forme homozygote 1 et la présence sous forme hétérozygote 2. Le graphique résultant représente une ordination d'AFC. L'analyse est effectuée par le biais de logiciels spécifiques tel que GENETIX (Belkhir *et al.*, 1996-2001).

2.3.3. Degré de similarité et distance

La distance est une mesure qui permet d'estimer le degré d'apparentement entre deux individus. Elle est liée à l'indice de similarité. Plus l'indice de similarité entre deux individus est élevé, plus la distance entre eux est faible et donc sont plus proches.

Les distances les plus communément utilisées sont :

- Le coefficient de communauté de Jaccard (Jaccard, 1908) défini comme suit :

$s_{Jjk} = \frac{a}{a+b+c}$, où on calcule l'indice de dissemblance $d_{Jjk} = 1 - s_{Jjk}$, (considéré comme une distance variant de 0 à 1).

- Le coefficient de concordance de Sokal et Michener (Sokal et Michener, 1958) défini comme suit : $s_{SMjK} = \frac{a+d}{a+b+c+d}$ où l'on calcule l'indice de dissimilarité $d_{SMjK} = 1 - s_{SMjK}$ (variant de 0 à 1).

- La distance de Nei M. (1978), basée sur des mesures quantitatives par exemple des mensurations de caractères morphologiques ou bien des fréquences alleliques. Ainsi, elle repose sur une estimation des fréquences alleliques. Cette distance s'établit sur un ensemble de locus afin d'obtenir une meilleure estimation.
- La méthode UPGMA est une méthode d'appariement d'un groupe de paires sans pondération avec la moyenne arithmétique « un weighted pair-groupe Méthode With Arithmetic mean » associée à la taxonomie numérique qui est la méthode la plus simple pour construire des phenogrammes. Elle utilise un algorithme de regroupement séquentiel dans lequel les relations topologiques sont inférées par ordre de similarité décroissante. Il s'agit d'une technique de classification et non de phylogénie. Cependant, cette méthode ne peut être utilisée que s'il existe une relation linéaire entre les distances évaluatives et le temps de divergence, d'où l'inconvénient de cette technique, car elle est rarement vérifiée.

2.3.4. Tracé des phenogrammes

Nous avons utilisé la méthode d'agrégation dite « Neighbor Joining » (NJTree), développée par Saitou et Nei (1987) où l'algorithme UPGMA (Sneath et Sokal, 1973) pour construire les phenogrammes à partir des matrices de distances calculées. Les deux représentations arborées diffèrent par la sélection du couple le plus proche. Avec la méthode UPGMA la plus petite distance absolue est choisie alors qu'avec la méthode NJTree c'est la plus petite distance après pondération par l'ensemble des distances.

Chapitre III. Résultats et Discussions

1. Caractérisation morphologique

1.1. Polymorphisme et stabilité des caractères morphologiques

La caractérisation morphologique des cultivars étudiés a permis de distinguer un polymorphisme phénotypique important. Parmi les 63 modalités possibles des 23 descripteurs utilisés, 56 seulement sont présentes dans l'échantillon. 7 modalités peuvent être considérées comme rares. Elles sont observées chez un ou deux cultivars seulement parmi les 15 étudiées. C'est le cas des catégories : longueur de la grappe courte (variété Biliti), nombre faible des fleurs par inflorescence (variété Zeraj), forme sphérique du fruit (variété Derdouri), symétrie position A de l'endocarpe (variété Chemlal), position du diamètre transversal du côté de la base de l'endocarpe (variété Derdouri), sommet arrondi de l'endocarpe (variété Derdouri) et le nombre élevé des sillons fibrovasculaires (variété Balbal).

L'observation des 23 caractères morphologiques étudiés durant plusieurs années de suite a mis en évidence la stabilité de 20 d'entre eux pour un même cultivar. Une exception a été observée pour le caractère forme du fruit. En effet, outre sa grande hétérogénéité dans un échantillon de 40 fruits, on a remarqué chez certains cultivars une disparition (Balbal) et une réduction chez (Bouricha). Durant deux campagnes successives (2006-2007 et 2007-2008) la région a connu une saison printanière stérile en pluies et un été particulièrement chaud (températures très élevées et l'action conjuguée du Sirocco durant les mois de juin, juillet et août) ayant engendré la production de petits fruits qui n'ont pas atteint leur taille normale.

1.2. Analyse statistique descriptive

Les résultats de l'analyse descriptive obtenus dans le Tableau 7 et 8, montrent l'existence d'une hétérogénéité importante au niveau des cultivars, engendré par ces caractères. La longueur et la largeur de la feuille, prises indépendamment ne peuvent être très actives dans la classification des variétés. C'est le rapport de la longueur par la largeur de la feuille qui détermine la catégorie de la feuille, utilisée pour discriminer entre les variétés.

Toutefois ces caractères varient d'une année à l'autre malgré que la stabilité de la modalité qui en résulte soit acquise. En effet deux types de feuille existent chez l'olivier, celles à caractères juvéniles et celles à caractères adultes différentes par leur croissance. Aussi les surfaces foliaires individuelles évoluent pour les mêmes variétés en fonction de leur

position sur le rameau. Les surfaces foliaires les plus importantes se situent pour la majorité de ces variétés au niveau du 2ème et 3ème nœud.

Le même constat est à relever pour le caractère nombre de fleurs par inflorescence qui évolue en relation avec la longueur de la grappe. Les inflorescences peuvent contenir 4 à 6 ramifications secondaires dont le nombre des fleurs varie en fonction des variétés mais aussi en fonction de la position de la grappe sur le rameau. Seule la catégorie de l'endocarpe se montre à fortiori stable à l'intérieur de chaque variété et peut être un élément actif dans la discrimination entre les variétés.

Tableau 7: Analyse de la variabilité des caractères quantitatifs pour les 15 cultivars étudiés.

| Caractères | | Moy \pm Ecart type | CV % | Min | Max |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------|------|------|
| Caractères de la feuille | Longueur (mm) | 59,28 \pm 9,24 | 15,59 | 32 | 92 |
| | Largeur (mm) | 13,11 \pm 2,35 | 17,92 | 8 | 21 |
| | Forme (L/l) | 4,60 \pm 0,80 | 17,39 | 2,52 | 7,25 |
| Caractères de L'inflorescence | Longueur (mm) | 33,08 \pm 9,04 | 27,33 | 18 | 61 |
| | Nbre de fleur/inflorescence | 23,35 \pm 6,86 | 29,38 | 11 | 54 |
| Caractères du fruit | Longueur (mm) | 18,98 \pm 3,49 | 18,38 | 11,3 | 28 |
| | Largeur (mm) | 13,01 \pm 2,41 | 18,52 | 5 | 22 |
| | Forme (L/l) | 1,46 \pm 0,19 | 13,01 | 1,04 | 2,80 |
| | Poids (g) | 2,04 \pm 1,22 | 59,80 | 0,7 | 7,0 |
| Caractères de L'endocarpe | Longueur (mm) | 14,18 \pm 2,91 | 20,52 | 8,20 | 8,48 |
| | Largeur (mm) | 7,05 \pm 1,12 | 15,88 | 5,0 | 12,9 |
| | Forme (L/l) | 2,02 \pm 0,34 | 16,83 | 1,09 | 3,18 |
| | Poids (g) | 0,41 \pm 0,23 | 56,10 | 0,1 | 1,6 |
| | Nb. de sillons fibrovasculaires | 7,65 \pm 2,11 | 27,58 | 3 | 16 |

Le coefficient de variation le plus élevé a été noté pour le paramètre poids du fruit, tandis que les valeurs les plus basses ont été enregistrées pour la forme du fruit, la longueur de la feuille, la largeur de l'endocarpe ainsi que la forme de l'endocarpe.

Des balises, concernant l'interprétation du coefficient de variation ont été définies par Martin et Gendron (2004) : $\leq 16\%$ variation faible, 16 à 33,3% : importante, $> 33,3\%$ très élevée.

Sur cette base, nous pouvons classer les différents caractères quantitatifs étudiés selon le niveau de variation exprimé en 3 classes :

La forme du fruit, la longueur de la feuille et la largeur de l'endocarpe expriment une faible variation inter-variétale et sont rangées dans la 1^{ère} classe.

Les caractères exprimant une variabilité inter-variétale importante constituent la classe dominante. On relève, la largeur et la forme de la feuille, les caractères de l'inflorescence, la longueur et la largeur du fruit ainsi que la longueur et la forme de l'endocarpe et des sillons fibrovasculaires.

Les caractères exprimant une variabilité inter-variétale très élevée ne concerne que deux paramètres le poids de fruit et de l'endocarpe.

Cette première analyse permet de déterminer quelles sont les variables qui sont le plus discriminantes entre les groupes des variétés (Tableau 8).

Tableau 8 : Test d'égalité des moyennes des groupes ou des variétés.

| Caractères | Lambda de Wilks | F(Fischer's) | dd1 | dd2 | Sig. |
|-----------------------------|-----------------|--------------|-----|-----|-------|
| Feuille | | | | | |
| Longueur | 0,355 | 76,066 | 14 | 585 | 0,000 |
| Largeur | 0,458 | 49,447 | 14 | 585 | 0,000 |
| Forme (L/l) | 0,438 | 53,710 | 14 | 585 | 0,000 |
| Inflorescence | | | | | |
| Longueur | 0,379 | 68,370 | 14 | 585 | 0,000 |
| Nb Fleurs/Inflorescence | 0,491 | 43,341 | 14 | 585 | 0,000 |
| Fruit | | | | | |
| Longueur | 0,167 | 209,176 | 14 | 585 | 0,000 |
| Largeur | 0,175 | 196,462 | 14 | 585 | 0,000 |
| Forme (L/l) | 0,378 | 68,769 | 14 | 585 | 0,000 |
| Poids | 0,197 | 216,352 | 14 | 585 | 0,000 |
| Endocarpe | | | | | |
| Longueur | 0,186 | 182,897 | 14 | 585 | 0,000 |
| Largeur | 0,326 | 86,477 | 14 | 585 | 0,000 |
| Forme (L/l) | 0,307 | 94,282 | 14 | 585 | 0,000 |
| Nb.sillons fibrovasculaires | 0,497 | 42,325 | 14 | 585 | 0,000 |
| Poids | 0,166 | 210,344 | 14 | 585 | 0,000 |

L'examen du test F de notre étude nous confirme que ce sont bien les variables « poids de l'endocarpe », « longueur de l'endocarpe », « longueur du fruit », « largeur du fruit », « rapport longueur / largeur de endocarpe », « longueur de la feuille » et « longueur de l'inflorescence » qui sont les plus discriminantes. Cependant, d'après le test du Lambda de Wilks, les 14 variables quantitatives retenues semblent avoir une influence (Lambda de Wilks < 0,90).

1.2.1. Analyse de la variance

Cette vérification consiste à montrer si un ensemble de variables mesurées pour un caractère morphologique discrimine de façon satisfaisante parmi les différentes variétés. Les résultats présentés dans les tableaux (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,16, 17 et 18) sont établis à partir des descripteurs sélectionnés par le COI pour la caractérisation morphologique de l'olivier. Les résultats de l'analyse de la variance (Annexe II) ont montré une différence très hautement significative entre les 15 cultivars pour l'ensemble des caractères quantitatifs étudiés.

a. Les caractères de la feuille :

➤ La longueur « L » et la largeur « l » :

Tableau 9 : Variation de la longueur et de la largeur moyenne de la feuille des différents cultivars.

| Cultivar | Longueur feuille L (mm) | Caractères par rapport aux normes COI | Largeur de la feuille (mm) | Caractères par rapport aux normes COI |
|------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Kerdoussi | 60,575 ± 5,078 | Moyenne | 13,65 ^{fg} ± 1,292 | Moyenne |
| Rouihni | 52,950 ± 5,119 | Moyenne | 14,35 ^{gh} ± 1,331 | Moyenne |
| Lokchiri | 76,20 ± 7,00 | Elevée | 15,47 ⁱ ± 1,987 | Elevée |
| Chetoui | 55,175 ± 6,304 | Moyenne | 11,20 ^{bc} ± 2,278 | Moyenne |
| Blilti | 61,125 ± 4,014 | Moyenne | 12,18 ^{de} ± 1,107 | Moyenne |
| Braouki | 61,573 ± 4,868 | Moyenne | 12,66 ^e ± 1,532 | Moyenne |
| El-kharfi | 55,883 ± 4,99 | Moyenne | 9,75 ^a ± 1,214 | Rendue |
| Lohmiri | 65,325 ± 4,725 | Moyenne | 14,60 ^h ± 1,736 | Moyenne |
| Chemlal | 57,325 ± 5,081 | Moyenne | 11,42 ^{bc} ± 1,412 | Moyenne |
| Derdouri | 43,125 ± 3,743 | Réduite | 11,85 ^{cd} ± 1,231 | Moyenne |
| Zeraj | 52,050 ± 4,266 | Moyenne | 13,62 ^f ± 1,005 | Moyenne |
| Balbal | 57,85 ± 8,35 | Moyenne | 11,07 ^b ± 1,439 | Moyenne |
| Bouricha | 67,70 ± 6,80 | Moyenne | 14,92 ^{hi} ± 2,246 | Moyenne |
| Lahmar | 64,175 ± 5,481 | Moyenne | 14,62 ^h ± 1,612 | Moyenne |
| Laaninbi | 59,65 ± 3,813 | Moyenne | 15,38 ⁱ ± 2,033 | Elevée |

En ce qui concerne la longueur de la feuille, l'examen du Tableau 9 indique des différences très marquées chez les individus de la variété « Lokchiri » et au contraire très faibles chez les individus de la variété « Derdouri » par rapport aux autres variétés.

L'analyse de la variance de la longueur moyenne de la feuille a révélé des différences hautement significatives entre les différents cultivars ce qui implique une hétérogénéité importante de la longueur de la feuille entre les différents cultivars.

Selon les normes du COI, nous pouvons subdiviser les 15 cultivars en 3 classes ; les cultivars à feuilles longues (Lokchiri), les cultivars à feuilles réduites (Derdouri). Les autres cultivars se caractérisent par des feuilles moyennes. La méthode de Tukey utilisant la moyenne a permis la même classification avec cependant l'existence des classes intermédiaires qui se chevauchent avec la classe des cultivars à feuille moyenne.

Pour ce qui est de la largeur de la feuille, les individus de la variété « Laaninbi » et « Lokchiri » ont des valeurs significativement plus élevées ($Pr < 0,000$) par rapport aux autres variétés. De même, la variété « Lokchiri » présente des individus à grande feuille (longueur et largeur de la feuille) et végétativement plus développé en comparaison avec les autres cultivars.

Les normes COI ont permis de faire ressortir 3 niveaux de largeur : largeur moyenne, niveau dominant regroupe la majorité des cultivars ; largeur réduite, représenté par le seul cultivar « El-kharfi » et la largeur élevée, représentée par les cultivars « Lokchiri et Laaninbi ». En revanche le regroupement par la méthode de Tukey (Annexe III) laisse apparaître 4 niveaux de largeur.

➤ La forme

Tableau 10 : Forme de la feuille des 15 cultivars étudiés

| Cultivar | Rapport (L/l) | Caractères par rapport aux normes COI |
|-----------|-----------------|---------------------------------------|
| Kerdoussi | 4,4437 ± 0,4929 | Elliptique lancéolée |
| Rouihni | 3,6982 ± 0,4434 | Elliptique |
| Lokchiri | 4,986 ± 0,637 | Elliptique lancéolée |
| Chetoui | 5,0217 ± 0,574 | Elliptique lancéolée |
| Blilti | 5,0698 ± 0,4624 | Elliptique lancéolée |
| Braouki | 4,9137 ± 0,6025 | Elliptique lancéolée |
| El-kharfi | 5,752 ± 0,667 | Elliptique lancéolée |
| Lohmiri | 5,77 ± 7,77 | Elliptique lancéolée |
| Chemlal | 5,0555 ± 0,4952 | Elliptique lancéolée |
| Derdouri | 3,6478 ± 0,3332 | Elliptique |
| Zeraj | 3,8407 ± 0,4122 | Elliptique |
| Balbal | 5,159 ± 0,727 | Elliptique lancéolée |
| Bouricha | 4,615 ± 0,687 | Elliptique lancéolée |
| Lahmar | 4,4312 ± 0,5677 | Elliptique lancéolée |
| Laaninbi | 3,9120 ± 0,3649 | Elliptique |

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test LSD.

La comparaison des résultats présentés dans la Figure 7 révèle que le cultivar « Lohmiri » et « El-kharfi » se distinguent par la plus haute valeur du rapport (L/l), avec des différences très marquées chez les individus du cultivar Lohmiri.

L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative entre les cultivars étudiés pour ce caractère (F= 4,44 ; Pr= 0,000). Une importante variabilité inter-variétale a été observée pour le caractère « forme de la feuille » avec un coefficient de variation inter-variétal égale à 17,39.

L'utilisation de la méthode du COI ainsi que la méthode de Tukey au seuil de sécurité de 95% laisse apparaître deux groupes. Un groupe nettement distingué se caractérise par des cultivars à feuilles elliptiques composé de (Laaninbi, Zeraj, Rouihni et Derdouri) et le second groupe se caractérise par des cultivars à feuilles de forme elliptique-lancéolée.

b. Les caractères de l'inflorescence

➤ **La longueur**

Tableau 11 : Variation de la longueur moyenne de l'inflorescence des différents cultivars

| Cultivar | Longueur de l'inflores (mm) | Caractères par rapport aux normes COI |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Kerdoussi | 36,38 ^d ± 6,57 | Elevée |
| Rouihni | 33,10 ^c ± 6,28 | Moyenne |
| Lokchiri | 46,80 ^g ± 4,73 | Elevée |
| Chetoui | 26,10 ^{ab} ± 3,44 | Moyenne |
| Blilti | 26,75 ^{ab} ± 6,75 | Moyenne |
| Braouki | 26,37 ^{ab} ± 4,14 | Moyenne |
| El-kharfi | 32,37 ^c ± 4,54 | Moyenne |
| Lohmiri | 43,48 ^f ± 6,46 | Elevée |
| Chemlal | 28,02 ^b ± 6,94 | Moyenne |
| Derdouri | 28,52 ^b ± 4,646 | Moyenne |
| Zeraj | 25,22 ^a ± 2,92 | Moyenne |
| Balbal | 31,60 ^c ± 5,97 | Moyenne |
| Bouricha | 40,10 ^e ± 7,24 | Elevée |
| Lahmar | 43,97 ^f ± 5,99 | Elevée |
| Laaninbi | 27,27 ^{ab} ± 5,90 | Moyenne |

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test LSD.

L'observation du Tableau 10, nous permet de distinguer nettement 2 catégories d'inflorescence selon les variétés, longues (comprenant les variétés Lokchiri, Lahmar, Bouricha et Kerdoussi) et courtes les autres variétés.

L'analyse de la variance a mis en évidence une différence très hautement significative pour le caractère « longueur de l'inflorescence » entre l'ensemble des cultivars (F=67,41 ; P=0,000). Selon le test LSD le cultivar « Zeraj » a présenté les inflorescences les plus courtes.

➤ Nombre de fleur/inflorescence :

Tableau 12 : Variation du nombre de fleur par inflorescence des différents cultivars.

| Cultivar | Nombre de fleur/inflorescence | Caractères par rapport aux normes COI |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Kerdoussi | 18,45 ^b ± 4,92 | Moyen |
| Rouihni | 22,72 ^{cd} ± 4,36 | Moyen |
| Lokchiri | 27,78 ^e ± 3,42 | Elevée |
| Chetoui | 21,00 ^c ± 3,18 | Moyen |
| Bilti | 23,42 ^d ± 4,64 | Moyen |
| Braouki | 22,00 ^{cd} ± 4,31 | Moyen |
| El-kharfi | 19,57 ^c ± 5,36 | Moyen |
| Lohmiri | 36,50 ^g ± 7,38 | Elevée |
| Chemlal | 23,60 ^d ± 6,09 | Moyen |
| Derdouri | 17,92 ^b ± 4,19 | Réduite |
| Zeraj | 15,95 ^a ± 2,53 | Réduite |
| Balbal | 23,62 ^d ± 6,05 | Moyen |
| Bouricha | 22,72 ^{cd} ± 3,98 | Moyen |
| Lahmar | 30,15 ^e ± 5,92 | Elevée |
| Laaninbi | 21,17 ^c ± 3,49 | Moyen |

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statiquement égales. Test LSD.

Si l'on rapporte le nombre de fleur par inflorescence, on observe que les cultivars à grande inflorescence se caractérisent par un nombre plus élevé par rapport à ceux à petites inflorescences. C'est le cas de Lohmiri, Lahmar et Lokchiri.

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les différents cultivars (F=45,79 ; P=0,000). Une variabilité inter-variétale importante, a été observée avec un coefficient de variation estimé à 29,38%.

Pour ce caractère le test LSD de Fisher indique que les individus de la variété Zeraj ont des valeurs significativement plus faibles par rapport aux autres cultivars.

En considérant les normes du COI, le caractère « nombre de fleur / inflorescence » nous permet de classer nos cultivars en trois classes : les cultivars possédant un nombre de fleur réduit (Chemlal et Derdouri), les cultivars possédant un nombre de fleurs élevé (Lohmiri, Lahmar et Lokchiri) et une troisième classe comportant des cultivars possédant un nombre de fleur intermédiaire. La plus petite inflorescence a été observée chez « Kerdoussi, avec 11 fleurs par inflorescence et la plus importante avec 42 fleurs a été observée chez le cultivar (Lahmar).

c. Les caractères du fruit :

➤ **La longueur et la largeur :**

Tableau 13: Variation de la longueur et de la largeur moyenne du fruit des différents cultivars.

| Cultivar | Longueur moyenne du fruit | Largeur moyenne du fruit |
|-----------|---------------------------|----------------------------|
| Kerdoussi | 21,37 ^h ± 1,56 | 15,67 ⁱ ± 1,21 |
| Rouihni | 18,22 ^e ± 1,29 | 11,93 ^{de} ± 0,79 |
| Lokchiri | 23,70 ⁱ ± 1,97 | 14,05 ^h ± 1,48 |
| Chetoui | 18,96 ^f ± 2,04 | 12,52 ^f ± 1,21 |
| Biltili | 20,17 ^g ± 1,23 | 12,15 ^{ef} ± 0,80 |
| Braouki | 16,31 ^c ± 0,94 | 11,63 ^{cd} ± 0,60 |
| El-kharfi | 17,46 ^d ± 1,28 | 12,22 ^F ± 1,07 |
| Lohmiri | 14,50 ^b ± 1,09 | 11,39 ^c ± 0,68 |
| Chemlal | 21,42 ^h ± 1,40 | 15,39 ⁱ ± 0,79 |
| Derdouri | 13,52 ^d ± 1,03 | 10,13 ^b ± 2,72 |
| Zeraj | 19,34 ^f ± 1,62 | 13,05 ^g ± 0,87 |
| Balbal | 25,31 ^j ± 1,38 | 18,79 ^j ± 1,38 |
| Bouricha | 15,05 ^b ± 1,35 | 9,90 ^a ± 1,52 |
| Lahmar | 19,04 ^f ± 1,29 | 14,06 ^h ± 0,98 |
| Laaninbi | 20,81 ^h ± 1,72 | 11,67 ^{cd} ± 0,76 |

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test LSD.

Par rapport à la longueur du fruit, les cultivars derdouri, Lohmiri et Bouricha se caractérisent par les plus faibles longueurs alors que Balbal, Lokchiri, Chemlal, Kerdoussi et Laaninbi par les plus élevées, les autres intermédiaires.

Les résultats de l'analyse de la variance ont mis en évidence une différence très hautement significative entre les différents cultivars pour ce caractère ($F=209,89$; $P<0,000$), que pour la largeur du fruit ($F=140$; $P<0,000$).

La même distribution est observée au niveau de la largeur du fruit où les cultivars (Babal, Kerdoussi et Chemlal) se caractérisent par les valeurs les plus élevées alors que (Derdouri, Lohmiri et Bouricha) par les plus faibles valeurs.

La comparaison des moyennes par le Test LSD a révélé que le cultivar « Balbal » se démarque nettement par rapport aux autres pour les 2 caractères.

➤ **La forme.**

Tableau 14 : Forme du fruit des différents cultivars.

| Cultivar | Forme du fruit | Caractères par rapport aux normes COI |
|-----------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| Kerdoussi | 1,36 ± 0,071 | Ovoïde |
| Rouihni | 1,52 ± 0,042 | Allongée |
| Lokchiri | 1,68 ± 0,136 | Allongée |
| Chetoui | 1,51 ± 0,125 | Allongée |
| Blilti | 1,66 ± 0,079 | Allongée |
| Braouki | 1,40 ± 0,091 | Ovoïde |
| El-kharfi | 1,42 ± 0,104 | Ovoïde |
| Lohmiri | 1,26 ± 0,080 | Ovoïde |
| Chemlal | 1,39 ± 0,106 | Ovoïde |
| Derdouri | 1,24 ± 0,024 | Sphérique |
| Zeraj | 1,48 ± 0,117 | Allongée |
| Balbal | 1,34 ± 0,099 | Ovoïde |
| Bouricha | 1,97 ± 2,663 | Allongée |
| Lahmar | 1,35 ± 0,081 | Ovoïde |
| Laaninbi | 1,78 ± 0,113 | Allongée |

A travers ce tableau, on montre que la plus faible valeur du rapport (L/l) a été observée chez le cultivar « Derdouri » avec une moyenne de 1,24. Alors que, le cultivar « Bouricha » se caractérise par la moyenne la plus élevée (1,97). Pour l'ensemble des cultivars, 3 différentes formes de fruit ont été identifiées :

- La forme allongée, observée chez les cultivars (Rouihni, Lokchiri, chetoui, Blilti, Zeraj, Bouricha et Laaninbi).
- La forme sphérique, observée chez seulement le cultivar (Derdouri).
- La forme ovoïde chez les autres.

Le classement des cultivars par la méthode de Tukey, laisse apparaitre également 3 classes que l'on retrouve dans la classification du COI mais imparfaitement identique.

➤ **Le poids**

Tableau 15: Variation du poids moyen du fruit des différents cultivars

| Cultivar | Poids du fruit (g) | Caractères par rapport aux normes COI |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|
| Kerdoussi | 2,910 ± 0,301 | Moyen |
| Rouihni | 1,932 ± 0,346 | Réduit |
| Lokchiri | 2,827 ± 0,413 | Moyen |
| Chetoui | 2,275 ± 0,371 | Moyen |
| Blilté | 1,770 ± 0,189 | Réduit |
| Braouki | 1,262 ± 0,095 | Réduit |
| El-kharfi | 1,437 ± 0,202 | Réduit |
| Lohmiri | 2,827 ± 0,413 | Moyen |
| Chemlal | 1,002 ± 0,144 | Réduit |
| Derdouri | 0,930 ± 0,150 | Réduit |
| Zeraj | 1,935 ± 0,292 | Réduit |
| Balbal | 5,835 ± 0,627 | Elevé |
| Bouricha | 1,237 ± 0,190 | Réduit |
| Lahmar | 2,500 ± 0,268 | Moyen |
| Laaninbi | 1,685 ± 0,347 | Réduit |

La comparaison des moyennes a révélé que le cultivar « Balbal » se distingue nettement des autres par les fruits les plus gros avec un poids moyen du fruit de 5,835g alors que Derdouri et Chemlal se caractérisent par les fruits les plus petits. D'une manière générale, les cultivars à huile sont ceux qui ont présenté un faible poids de fruits (Derdouri, Chemlal, Bouricha, El-kharfi, Braouki, Zeraj et Blilti).

L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative de ce caractère entre les différents cultivars ($F=577$; $Pr < 0,001$).

Selon les normes du COI, les cultivars peuvent être classés en trois groupes :

- Les cultivars caractérisés par un poids de fruit moyen (Kerdoussi, Lokchiri, Chetoui, Lohmiri et Lahmar).
- Le cultivar « Balbal » s'est distingué par un poids moyen du fruit élevé.
- Des poids de fruit réduit ont été enregistrés chez les autres cultivars.

d. Les caractères de l'endocarpe :

➤ **Longueur et largeur de l'endocarpe :**

Tableau 16 : Variation de la longueur et de la largeur moyenne de l'endocarpe des différents cultivars

| Cultivar | Longueur (mm) | Largeur (mm) |
|-----------|---------------------------|---------------------------|
| Kerdoussi | 14,37 ^f ± 0,87 | 7,51 ^h ± 0,94 |
| Rouihni | 15,06 ^g ± 1,62 | 7,22 ^g ± 0,68 |
| Lokchiri | 16,71 ^h ± 1,36 | 6,94 ^{ef} ± 0,44 |
| Chetoui | 13,84 ^f ± 0,92 | 6,25 ^{bc} ± 0,33 |
| Blilti | 16,51 ^h ± 1,50 | 7,20 ^{fg} ± 0,68 |
| Braouki | 12,88 ^e ± 1,06 | 6,87 ^e ± 0,31 |
| El-kharfi | 11,99 ^d ± 0,76 | 6,53 ^{cd} ± 0,37 |
| Lohmiri | 11,14 ^c ± 0,68 | 6,75 ^{de} ± 0,36 |
| Chemlal | 10,31 ^h ± 0,68 | 6,50 ^{cd} ± 0,43 |
| Derdouri | 9,75 ^a ± 0,82 | 5,77 ^a ± 0,30 |
| Zeraj | 15,51 ^g ± 1,24 | 7,45 ^{gh} ± 0,43 |
| Balbal | 18,79 ⁱ ± 2,59 | 9,59 ^j ± 1,35 |
| Bouricha | 12,27 ^d ± 1,08 | 6,87 ^e ± 1,00 |
| Lahmar | 16,92 ^h ± 1,11 | 8,48 ⁱ ± 0,61 |
| Laaninbi | 16,65 ^h ± 1,34 | 6,20 ^b ± 0,48 |

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test LSD

De ce tableau, il en ressort 6 cultivars (Balbal, Lahmar, Lokchiri, Laaninbi, Blilti et Zeraj) se caractérisant par les longueurs les plus élevées, alors que (Derdouri, Chemlal et Lohmiri) par les plus faibles. Le même type d'évolution est observé en ce qui concerne la largeur de l'endocarpe ou « Balbal » se démarque nettement de toutes les autres variétés suivie de « Lahmar » qui enregistrent les valeurs les plus élevées, alors que « Derdouri » présente la valeur la plus faible.

Selon l'analyse de la variance, on note une différence très hautement significative entre les différentes variétés étudiées ($F=780,68$; $P<0,000$) pour le caractère « longueur de l'endocarpe » et ($F= 591,09$; $Pr < 0,001$) pour « la largeur de l'endocarpe ».

➤ **La forme**

Tableau 17 : Forme de l'endocarpe des différents cultivars.

| Cultivar | Rapport (L/l) | Caractères par rapport aux normes COI |
|-----------|-----------------|---------------------------------------|
| Kerdoussi | 1,927 ± 0,278 | Elliptique |
| Rouihni | 2,101 ± 0,210 | Elliptique |
| Lokchiri | 2,404 ± 0,146 | Allongée |
| Chetoui | 2,211 ± 0,095 | Allongée |
| Blilti | 2,309 ± 0,0,232 | Allongée |
| Braouki | 1,942 ± 0,109 | Elliptique |
| El-kharfi | 1,833 ± 0,098 | Elliptique |
| Lohmiri | 1,643 ± 0,112 | Ovoïde |
| Chemlal | 1,545 ± 0,244 | Ovoïde |
| Derdouri | 1,681 ± 0,113 | Ovoïde |
| Zeraj | 2,076 ± 0,150 | Elliptique |
| Balbal | 1,988 ± 0,376 | Elliptique |
| Bouricha | 1,799 ± 0,193 | Ovoïde |
| Lahmar | 2,020 ± 0,250 | Elliptique |
| Laaninbi | 2,686 ± 0,189 | Allongée |

La valeur la plus élevée du rapport (L/l) a été observé chez « Laaninbi » et la plus faible chez « Chemlal ». En effet, les résultats de l'analyse de la variance n'indiquent pas une différence inter-variétale significative ($F=0,85$; $P<0.0$).

D'après les descripteurs du COI, il en résulte trois formes différentes de l'endocarpe :

- La forme ovoïde observée chez 4 cultivars (Lohmiri, Chemlal, Derdouri et Bouricha)
- La forme allongée observée également chez 4 cultivars (Laaninbi, Lokchiri, Chetoui).
- Les autres cultivars se caractérisent par la forme elliptique de leur endocarpe.

➤ **Le nombre de sillons fibrovasculaires et le poids.**

Tableau 18 : Variation du nombre moyen de sillons fibrovasculaires et du poids moyen de l'endocarpe des différents cultivars.

| Cultivar | Nbre de sillons fibrovasculaires | Caractères / rapport aux normes COI | Poids du fruit (g) | Caractères / rap aux normes COI |
|-----------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Kerdoussi | 7,700 ^{de} ± 1,93 | Moyen | 0,430 ^e ± 0,058 | Moyen |
| Rouihni | 7,525 ^{cd} ± 1,13 | Moyen | 0,485 ^f ± 1,121 | Elevé |
| Lokchiri | 8,425 ^f ± 1,41 | Moyen | 0,474 ^f ± 0,083 | Elevé |
| Chetoui | 6,675 ^b ± 0,99 | Réduit | 0,277 ^c ± 0,069 | Réduit |
| Blilti | 8,325 ^{ef} ± 1,32 | Moyen | 0,482 ^f ± 0,121 | Elevé |
| Braouki | 8,750 ^f ± 1,08 | Moyen | 0,275 ^c ± 0,063 | Réduit |
| El-kharfi | 6,625 ^b ± 1,16 | Réduit | 0,285 ^c ± 0,066 | Réduit |
| Lohmiri | 8,675 ^f ± 1,34 | Moyen | 0,302 ^{cd} ± 0,042 | Moyen |
| Chemlal | 5,075 ^a ± 1,14 | Réduit | 0,222 ^b ± 0,042 | Réduit |
| Derdouri | 6,975 ^{bc} ± 0,99 | Réduit | 0,155 ^a ± 0,050 | Réduit |
| Zeraj | 8,575 ^f ± 1,69 | Moyen | 0,455 ^{ef} ± 0,098 | Elevé |
| Balbal | 11,050 ^g ± 3,01 | Elevé | 1,025 ^h ± 0,231 | Très élevé |
| Bouricha | 6,525 ^b ± 1,10 | Réduit | 0,302 ^{cd} ± 0,061 | Moyen |
| Lahmar | 5,175 ^a ± 1,10 | Réduit | 0,715 ^e ± 0,089 | Elevé |
| Laaninbi | 8,800 ^f ± 1,77 | Moyen | 0,342 ^d ± 0,081 | Moyen |

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test LSD

Il ressort clairement que la variété « Balbal » se démarque nettement de toutes les autres, enregistrant le nombre de sillons et le poids de l'endocarpe le plus élevé. Par contre les variétés (Chemlal et Lahmar) se sont caractérisées par le nombre de sillons fibrovasculaires les plus faibles, alors que les variétés (Derdouri et Chemlal) ont enregistré les poids les plus bas.

L'analyse de la variance montre une différence hautement significative ($F = 42,33$; $Pr = 0,000$). pour le caractère « nombre de sillons fibrovasculaires » et ($F = 42,33$; $P < 0,000$) pour le poids de l'endocarpe entre les différentes variétés.

Les normes du COI, nous ont permis de regrouper les cultivars étudiés en trois groupes :

- Les cultivars à endocarpes présentant un nombre de sillons fibrovasculaires réduits (Lahmar, Chemlal, Bouricha, Chetoui, El-kharfi et Derdouri).
- Un seul cultivar « Balbal » à endocarpes présentant un nombre des sillons fibrovasculaires élevé.
- Les autres cultivars présentent des endocarpes avec un nombre de sillons fibrovasculaires moyen.

Une très importante variabilité inter-variétale a été observée pour le caractère poids de l'endocarpe avec un coefficient de variation de 59,10%.

La classification basée sur les normes du COI a rangé les cultivars (Derdouri, chemlal, Braouki, Chetoui et El-kharfi) comme possédant des endocarpes plus petits, tandis que les cultivars (Kerdoussi, Laaninbi, Lohmiri et Bouricha) se sont caractérisés par des poids moyens de l'endocarpe. Les autres cultivars se distinguent par des poids moyens de l'endocarpe.

1.2.2. Interprétation des résultats de l'analyse discriminante.

Le but essentiel de l'analyse discriminante est de mettre en évidence une éventuelle variation simultanée de deux variables, que nous appelons liaison.

Trois principaux objectifs peuvent être assignés à l'analyse discriminante :

- 1-** Déterminer à quel groupe appartient un cultivar à partir de ses caractéristiques
- 2-** Déterminer les variables explicatives les plus discriminantes vis-à-vis des cultivars étudiés

3- Mais surtout à valider une classification ou à faire un choix entre plusieurs classifications pour savoir laquelle est la plus pertinente.

L'observation des résultats de la matrice de corrélation (Annexe III) a montré que :

-La longueur (L) de la feuille ne présente pas un lien significatif avec le nombre de sillons fibrovasculaires ($r = 0,51$, $p < 0,01$). Par contre la forme de la feuille est corrélée positivement à sa longueur ($r = 0,33$) et négativement à sa largeur ($r = - 0,62$).

-La longueur de l'inflorescence et le nombre de fleur/inflorescence sont deux caractères liés et corrélés positivement entre eux ($r = 0,67$). Plus l'inflorescence est longue plus le nombre de fleur est important.

-La longueur du fruit est hautement corrélée avec la largeur du fruit ($r = 0,77$, $p < 0,01$) et avec la forme du fruit ($r = 0,35$, $p < 0,01$). Ainsi le poids du fruit a une forte corrélation positive non seulement avec sa longueur et sa largeur mais aussi avec la longueur, la largeur et le poids de l'endocarpe ($r = 0,64$; $r = 0,82$; $r = 0,91$ respectivement). Les olives présentant des poids importants sont longues et larges et disposent des endocarpes avec des poids importants mais aussi avec des longueurs et de largeurs importantes.

-Le poids de l'endocarpe est positivement corrélé avec ; sa longueur ($r = 0,67$), sa largeur ($r = 0,73$), sa forme ($r = 0,17$) et avec le nombre de sillons fibrovasculaires ($r = 0,28$).

1.2.3. Fréquences des caractères morphologiques

Nous avons représenté dans le tableau 21, la répartition des modalités des caractères analysés pour chaque variété étudiée.

Chapitre III. Résultats et Discussions

Tableau 19 : Répartition des individus échantillonnés dans chaque variété entre les différentes variables qualitatives retenues pour l'analyse de la variabilité entre variété.

| Caractères analysés | Modalités | Nombre d'observations par variété | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----------|
| | | KER | ROU | LOB | CHE | BLI | BRAI | KHA | HAM | CHEM | DER | ZER | BAL | BOU | LAH | LAA | totale | Fréquence |
| Forme de la feuille (FFE) | Elliptique | 4 | 30 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 33 | 21 | 2 | 5 | 6 | 23 | 130 | 22,66 |
| | Elliptique lanc | 36 | 10 | 34 | 37 | 40 | 38 | 27 | 37 | 39 | 7 | 19 | 34 | 33 | 33 | 17 | 441 | 71,15 |
| | Lancéolée | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 2 | 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0 | 29 | 5,83 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 |
| CFE | Epinastique | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0,83 |
| | Plane | 24 | 34 | 30 | 8 | 36 | 15 | 10 | 7 | 27 | 40 | 36 | 29 | 10 | 13 | 35 | 349 | 58,16 |
| | hyponastique | 15 | 1 | 10 | 32 | 3 | 22 | 28 | 28 | 12 | 0 | 2 | 9 | 24 | 26 | 1 | 213 | 35,5 |
| | hélicoïdale | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 4 | 33 | 5,5 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| LGR | Courte | 0 | 1 | 0 | 12 | 11 | 15 | 0 | 0 | 12 | 6 | 16 | 5 | 0 | 0 | 13 | 91 | 16,5 |
| | Moyenne | 19 | 28 | 0 | 28 | 22 | 25 | 34 | 1 | 22 | 31 | 24 | 25 | 14 | 0 | 23 | 287 | 47,83 |
| | Longue | 21 | 11 | 40 | 0 | 7 | 0 | 6 | 39 | 6 | 3 | 0 | 10 | 26 | 40 | 4 | 214 | 35,66 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| NFL | Faible | 14 | 4 | 0 | 5 | 3 | 6 | 5 | 0 | 6 | 21 | 29 | 4 | 2 | 0 | 8 | 105 | 17,66 |
| | Moyen | 21 | 31 | 9 | 31 | 27 | 21 | 27 | 1 | 23 | 17 | 11 | 22 | 27 | 7 | 29 | 229 | 38,66 |
| | Elevé | 5 | 5 | 31 | 4 | 10 | 13 | 8 | 39 | 11 | 0 | 0 | 14 | 11 | 33 | 3 | 187 | 32,16 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| FOF | Sphérique | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 14 | 3 | 22 | 0 | 5 | 2 | 3 | 0 | 52 | 8,66 |
| | Ovoïde | 32 | 10 | 0 | 12 | 12 | 21 | 31 | 26 | 21 | 18 | 12 | 29 | 12 | 32 | 1 | 269 | 44,83 |
| | Allongée | 6 | 30 | 40 | 28 | 28 | 18 | 9 | 0 | 26 | 0 | 28 | 6 | 26 | 5 | 39 | 279 | 46,50 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| SYF | Symétrique | 9 | 0 | 2 | 6 | 0 | 1 | 2 | 30 | 31 | 28 | 0 | 17 | 2 | 5 | 0 | 133 | 22,16 |
| | L asymétrique | 27 | 15 | 36 | 28 | 4 | 30 | 21 | 10 | 9 | 12 | 29 | 23 | 36 | 34 | 12 | 326 | 54,33 |
| | Asymétrique | 4 | 25 | 2 | 6 | 36 | 9 | 17 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 2 | 1 | 28 | 141 | 23,5 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| DIF | V la base | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 12 | 28 | 24 | 10 | 0 | 29 | 26 | 0 | 1 | 0 | 135 | 22,5 |
| | Centrale | 24 | 10 | 33 | 27 | 33 | 28 | 12 | 16 | 30 | 30 | 7 | 14 | 22 | 22 | 13 | 321 | 53,5 |
| | V le sommet | 15 | 30 | 3 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 18 | 17 | 27 | 144 | 24 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 600 |

Chapitre III. Résultats et Discussions

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| STF | Pointu | 9 | 0 | 7 | 40 | 40 | 38 | 31 | 0 | 0 | 40 | 30 | 0 | 32 | 0 | 40 | 307 | 51,66 |
| | Arrondie | 31 | 40 | 33 | 0 | 0 | 2 | 9 | 40 | 40 | 0 | 10 | 40 | 8 | 40 | 0 | 293 | 48,34 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| BAF | Tronquée | 2 | 40 | 5 | 0 | 40 | 32 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 281 | 46,83 |
| | Arrondie | 38 | 0 | 35 | 40 | 0 | 8 | 38 | 40 | 40 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 319 | 53,16 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| MAF | Absent | 40 | 40 | 34 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 38 | 40 | 0 | 0 | 40 | 40 | 40 | 342 | 57 |
| | présent | 0 | 0 | 6 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 86 | 28,66 |
| | Ebauché | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 40 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 82 | 13,66 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 600 |
| PRL | Peu nombr | 29 | 0 | 6 | 40 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 152 | 25,33 |
| | Nombreuses | 11 | 40 | 34 | 0 | 40 | 40 | 3 | 40 | 40 | 40 | 0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 448 | 74,66 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| DML | Petites | 0 | 40 | 27 | 0 | 40 | 40 | 3 | 40 | 40 | 40 | 0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 430 | 71,66 |
| | Grandes | 40 | 0 | 13 | 40 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 170 | 28,33 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| VRF | A p de base | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 40 | 160 | 26,66 |
| | Uniforme | 40 | 0 | 3 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 163 | 27,16 |
| | A p de s | 0 | 0 | 37 | 0 | 40 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 40 | 0 | 277 | 46,16 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| FOE | Sphérique | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0,83 |
| | Ovoïde | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 13 | 36 | 32 | 31 | 1 | 10 | 23 | 3 | 0 | 160 | 26,66 |
| | Elliptique | 32 | 31 | 2 | 16 | 13 | 38 | 27 | 3 | 8 | 9 | 31 | 21 | 13 | 34 | 09 | 306 | 51,00 |
| | Allongée | 2 | 8 | 38 | 24 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 | 2 | 3 | 31 | 129 | 21,50 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| SAE | Symétrique | 3 | 3 | 0 | 11 | 3 | 10 | 13 | 11 | 30 | 16 | 5 | 5 | 4 | 2 | 0 | 116 | 19,33 |
| | L asm | 35 | 17 | 39 | 29 | 37 | 30 | 27 | 29 | 10 | 24 | 34 | 31 | 33 | 15 | 21 | 411 | 68,50 |
| | Asymétrique | 2 | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 3 | 23 | 19 | 73 | 12,16 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| SBE | Symétrique | 32 | 9 | 37 | 25 | 19 | 10 | 31 | 31 | 30 | 31 | 5 | 28 | 23 | 32 | 19 | 346 | 57,66 |
| | L asm | 8 | 28 | 0 | 15 | 21 | 30 | 9 | 9 | 10 | 9 | 31 | 12 | 12 | 7 | 21 | 238 | 39,66 |
| | Asymétrique | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 5 | 1 | 0 | 16 | 2,66 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| DIE | Vers la base | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 4,83 |
| | Centrale | 9 | 5 | 14 | 14 | 15 | 11 | 29 | 6 | 30 | 14 | 30 | 30 | 26 | 15 | 26 | 254 | 42,33 |
| | Vers le S | 29 | 35 | 25 | 26 | 25 | 29 | 11 | 34 | 10 | 0 | 10 | 10 | 14 | 25 | 14 | 317 | 52,82 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| | Pointu | 40 | 40 | 40 | 40 | 37 | 39 | 40 | 38 | 40 | 0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 554 | 92,33 |

Chapitre III. Résultats et Discussions

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| STE | Arrondi | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 7,66 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| BAE | Pointu | 0 | 0 | 0 | 40 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 122 | 20,33 |
| | Arrondie | 40 | 40 | 40 | 0 | 5 | 40 | 40 | 40 | 40 | 33 | 40 | 40 | 0 | 40 | 40 | 478 | 79,66 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| SUE | Lisse | 0 | 40 | 0 | 40 | 0 | 0 | 40 | 0 | 40 | 40 | 40 | 0 | 40 | 40 | 0 | 280 | 46,66 |
| | Rugueuse | 0 | 0 | 40 | 0 | 40 | 40 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 240 | 40 |
| | Raboteuse | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 80 | 13,34 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| NSE | Réduit | 11 | 9 | 3 | 23 | 4 | 1 | 22 | 1 | 35 | 30 | 5 | 5 | 29 | 36 | 3 | 228 | 83,0 |
| | Moyen | 22 | 31 | 34 | 17 | 35 | 37 | 18 | 35 | 5 | 10 | 32 | 10 | 11 | 4 | 31 | 321 | 53,5 |
| | Elevé | 7 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 25 | 0 | 0 | 6 | 51 | 8,51 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| DES | Uniforme | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| | Groupés | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| MUE | Sans mucron | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Avec mucron | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |
| | Totale | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 600 | 100 |

Les résultats du Tableau 19 montrent que les caractères extrémité du sommet (MUE), sommet de l'endocarpe (STE), base de l'endocarpe (BAE), présence des lenticelles (PRL), et distribution des sillons fibro-vasculaires (NSE) sont les moins variables sur l'ensemble des 600 individus analysés. En effet, pour chacun de ces quatre caractères, on observe une prédominance d'un type morphologique donnée. Ainsi, 100% des individus ont une extrémité du sommet avec mucron (MUE), de même 100% des individus ont une distribution des sillons fibro-vasculaires uniforme et plus de 92% des endocarpes ont le sommet pointu.

La tendance à la prédominance d'un type morphologique donné, pour chacun de ces quatre caractères, est observée au niveau de chaque cultivar à l'exception notable du sommet de l'endocarpe (STE) pour lequel on observe une prédominance du sommet arrondi (100%) observé uniquement chez *Derdouri*.

Les caractères les plus variables sont la longueur de la grappe, le nombre de fleurs par inflorescence (NFL), la forme du fruit (FOF) et la localisation initiale de la véraison (VRF). Pour ces caractères, on n'observe pas une prédominance particulière d'un type morphologique parmi les individus analysés.

Pour les autres caractères, on remarque qu'un type morphologique est assez bien représenté parmi les individus, mais cela n'empêche pas la présence significative des autres types au niveau de chaque caractère.

L'analyse de la fréquence d'observation de chaque type morphologique constituant les différents caractères qualitatifs au niveau des cultivars permet de dégager plusieurs groupes morphologiques variétaux. Le premier groupe constitue des cultivars proches « *Lohmiri*, *Lokchiri* et *Lahmar* » qui sont caractérisées par une prédominance des feuilles elliptiques, des grappes inflorescentielles longues renfermant un nombre important de fleurs, un fruit pointu à son sommet et arrondi à sa base, dépourvu de mucron et parsemé de lenticelles et un endocarpe rugueux avec des sillons fibro-vasculaires moyens.

Le second groupe est composé également de cultivars proches « *Kerdoussi*, *Braouki*, *Bouricha* et *El-kharfi* » qui sont caractérisés par des fruits à noyau de forme elliptique, symétrique en position A et légèrement asymétrique en position B. Les feuilles de ces cultivars ont la forme elliptique lancéolée et les fruits sont légèrement asymétriques.

Le regroupement des cultivars à travers le seul critère de la fréquence de type morphologique donnée n'est pas une chose aisée. L'analyse en composante principale et l'analyse factorielle en composantes multiples (AFCM) sont mêmes très adaptées.

1.3. L'analyse en composante principale (ACP)

L'analyse en composante principale a été appliquée à la matrice de corrélation obtenue à partir des 14 variables quantitatives mesurées sur les 15 cultivars ayant fait l'objet de cette étude. Les calculs réalisés avec le logiciel Minitab donnent les caractéristiques des 14 axes principaux, dont les trois premiers possèdent chacun une valeur propre supérieur à l'unité soit à la contribution moyenne des différentes variables c'est-à-dire à la moyenne arithmétique de toutes les valeurs propres.

Le but retenu de cette analyse est de déterminer la relation entre les variables et d'évaluer ceux ayant la plus grande contribution dans la variabilité entre les différents cultivars, donc les plus discriminants qui permettront la comparaison entre elles.

Les valeurs propres et les pourcentages de variation expliquée par chacun des 3 axes retenus, ainsi que les pourcentages cumulés sont indiqués dans le Tableau 20.

Tableau 20: Résultat de l'analyse de l'ACP sur les 3 axes principaux.

| | F1 | F2 | F3 |
|-----------------|-------|-------|-------|
| Valeur propre | 4,165 | 2,944 | 1,826 |
| Variabilité (%) | 29,8 | 21,10 | 13,0 |
| % Cumulé | 29,8 | 50,8 | 63,8 |

On relève que le premier axe explique à lui seul 30% de la variation totale des variables initiales, les deux premiers axes expliquent ensemble 51% et enfin les trois premiers axes 64%. Ces trois axes résument l'information apportée par les 14 variables. Il indique une variabilité significative entre les cultivars du point de vu morphologique avec des valeurs propres 4,165 ; 2,944 et 1,826.

Le graphique des valeurs propres obtenu par le logiciel Minitab est indiqué dans la figure 7.

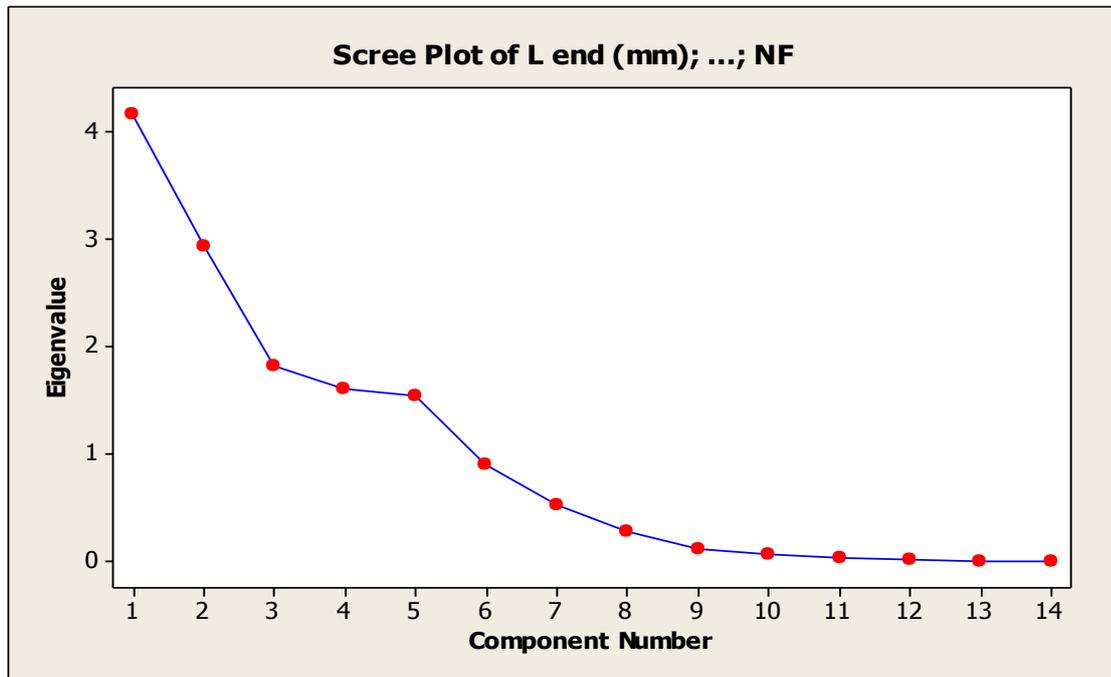


Figure 7 : Représentation graphique des valeurs propres en fonction des composantes principales.

Le graphique des valeurs propres en fonction du rang de toutes les composantes principales, montre l'existence d'un coude, c'est-à-dire une réduction brutale de la pente du graphique permettant ainsi de négliger toutes les composantes correspondant aux valeurs propres situées après ce coude. Cependant, l'interprétation de ces composantes nécessite le calcul des corrélations entre chacune des composantes principales (Tableau 21) retenues avec chacune des 14 variables initiales. Ces corrélations sont utiles pour préciser la part de la variance d'une variable donnée, prise en compte par une composante principale et seront utilisées pour les représentations graphiques des variables initiales dans les cercles de corrélations.

Tableau 21 : Corrélations et corrélations au carré entre les variables morphologiques et les axes principaux (F1 et F2).

| VARIABLES | Axes principaux | | | | | | Plan factoriel 1-2 Corr ² % |
|------------------------------------|-----------------|--------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|-------------------------------------------|
| | CP1 | | CP2 | | CP3 | | |
| | Corr | Con ² % | Corr | Corr ² % | Coor | Corr ² % | |
| F longueur (L) (V ₁) | 0,185 | 3,57 | -0,478 | 22,85 | -0,105 | 1,10 | 27,52 |
| F largeur (l) (V ₂) | 0,031 | 0,09 | -0,408 | 16,64 | 0,395 | 15,60 | 32,23 |
| F rapport (L/l) (V ₃) | 0,151 | 2,28 | -0,139 | 1,93 | -0,488 | 23,81 | 28,02 |
| I longueur (V ₄) | 0,163 | 2,67 | -0,473 | 22,37 | 0,003 | 00,00 | 25,01 |
| I nbr de Fleur (V ₅) | 0,171 | 2,92 | -0,414 | 17,14 | -0,169 | 2,85 | 20,06 |
| Fr longueur (L) (V ₆) | 0,354 | 12,53 | 0,099 | 0,98 | -0,179 | 3,20 | 16,71 |
| Fr largeur (l) (V ₇) | 0,411 | 16,89 | 0,193 | 3,72 | -0,224 | 5,02 | 25,63 |
| Fr rapport (L/l) (V ₈) | -0,082 | 0,67 | -0,238 | 5,66 | 0,210 | 4,41 | 10,74 |
| Fr poids (V ₉) | 0,455 | 20,70 | 0,031 | 0,09 | 0,028 | 0,78 | 21,57 |
| E longueur (L) (V ₁₀) | 0,255 | 6,50 | 0,197 | 3,88 | 0,370 | 13,69 | 24,07 |
| E largeur (l) (V ₁₁) | 0,264 | 6,96 | 0,174 | 3,02 | 0,268 | 7,18 | 17,16 |
| E rapport (L/l) (V ₁₂) | -0,021 | 0,04 | 0,114 | 1,20 | -0,426 | 18,15 | 19,49 |
| E poids (V ₁₃) | 0,429 | 18,40 | 0,047 | 0,22 | 0,119 | 1,42 | 20,04 |
| E nbr de sillon (V ₁₄) | 0,240 | 5,76 | 0,044 | 0,19 | 0,185 | 3,42 | 9,37 |

L'examen du Tableau 21, montre que l'axe 1 contient, à lui seul 30% de l'information apportée par l'ensemble des variables initiales, (constitué essentiellement par les variables poids du fruit et de l'endocarpe et longueur et largeur du fruit), tandis que l'axe 2, ne contient que 21% de l'information (formé par les variables longueur du fruit, longueur de l'inflorescence, nombre de fleurs /inflorescence et par la largeur de la feuille. La Figure 8 représente le cercle de corrélation permettant de repérer rapidement les groupes de variables liées entre elles ou opposées.

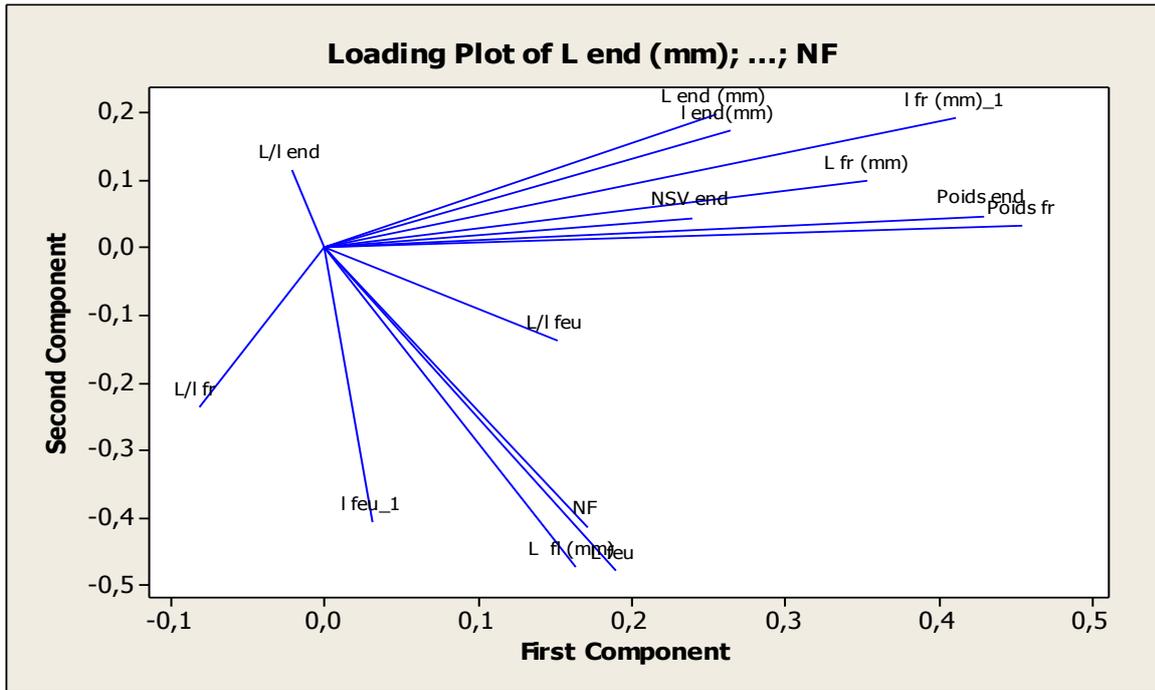


Figure 8 : Représentation graphique des 14 variables à l’intérieur du cercle de corrélation

Pour l’axe 1, nous distinguons deux groupes :

-le premier groupe dans l’extrémité positive, est formée par les paramètres dont la corrélation est importante : il s’agit des variables, largeur du fruit (V7), longueur du fruit (V6), poids du fruit (V9), poids de l’endocarpe (V13) et le nombre de sillons fibrovasculaires (V14). Ces dernières ont eu la plus forte contribution à ce premier axe et à l’explication de la variabilité entre les individus.

-Le second groupe n’est représenté que par deux paramètres « rapport du fruit (V8) et de l’endocarpe (V12) qui sont négativement corrélés avec le premier groupe.

Le second axe, est lui aussi représenté par deux groupes de variables :

-Le premier groupe est représenté par seulement deux caractères « longueur de l’endocarpe (V10) et largeur de l’endocarpe (V11) »

-Le second groupe, figurant à l’autre extrémité de l’axe 2, comprend les paramètres « largeur (V2), longueur (V1) et forme de la feuille (V3), longueur de l’inflorescence (V6) et nombre de fleurs/inflorescence (V5) » qui sont négativement corrélés avec la forme de l’endocarpe (V12).

1.3.1. Analyse hiérarchique : résultats statistiques.

L'utilisation des méthodes de classification numérique, en complément à l'analyse de la variance, est peu courante. La bibliographie qui concerne cette approche est d'ailleurs relativement limitée. Les méthodes de classification numérique éliminent complètement les chevauchements et les incohérences qui caractérisent l'ensemble des méthodes de comparaison multiples de moyennes

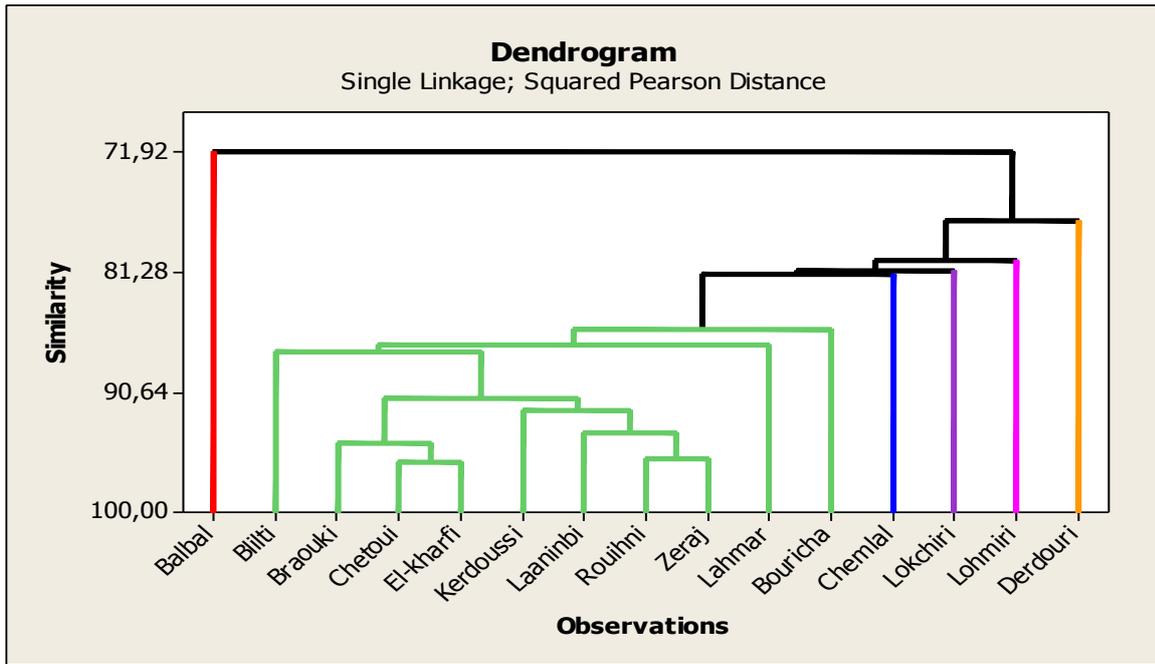


Figure 9 : Dendrogramme du regroupement de 15 cultivars obtenu à l'aide du lien simple et la distance carrée de Pearson.

Dans le but de déterminer la nature et le degré de divergence et de ressemblance entre les 15 cultivars d'oliviers étudiés, une classification en fonction des données des paramètres morphologiques, au moyen d'un dendrogramme à l'aide du lien simple et de la distance carré de Pearson et pour un niveau de similarité minimale de 92%, permet de distinguer 6 groupes.

- Groupe 1 : Est constitué seulement d'un seul cultivar d'olive de table (Balbal), se distinguant des autres cultivars par des gros fruits à noyaux longs et larges. Il présente aussi un nombre de sillons fibrovasculaires élevé.
- Groupe 2 : Est formé par le cultivar (Derdouri) qui se caractérise par la forme sphérique de ses petits fruits et noyaux.

- Groupe 3 : Est formé également d'un seul cultivar (Lokchiri) se caractérisant par la forme allongée de ses fruits et noyaux et par des feuilles longues et larges, de forme elliptique.
- Groupe 4 : Est formé par le cultivar (Lohmiri) qui se caractérise essentiellement par des longues inflorescences et par un nombre important de fleurs/inflorescence. Il possède des fruits de taille moyenne et des endocarpes de taille réduite. C'est un cultivar à huile et à olive de table.
- Groupe 5 : Est constitué également d'un seul cultivar (Chemlal) se caractérisant par des petits fruits et noyaux de forme ovoïde. Il présente aussi un nombre de fleurs/inflorescence moyen.
- Groupes 6 : Est composé de plusieurs cultivars qui sont très proches dans l'espace, ce qui signifie qu'il n'existe pas une importante variabilité entre eux

1.4. Analyse factorielle en composante multiple (AFCM) : Elaboration d'une typologie

Vingt deux (22) caractères actifs ont permis de réaliser une analyse factorielle de correspondance multiple (AFCM) à l'aide du logiciel SPAD (Tableau 22). Ces caractères ont été sélectionnés suite à l'analyse descriptive (corrélation et analyse de la variance).

L'analyse multi-variée (AFCM), est utilisée pour identifier l'ensemble des 15 variétés étudiées et déterminer les caractères morphologiques contribuant le plus à cette identification.

La classification hiérarchique (Figure 9), est réalisée afin de grouper les variétés étudiées selon leurs degré de ressemblance morphologique et de visualiser les relations phylogénétiques existant entre elles.

Tableau 22 : Phénotypes multi-caractères des 15 variétés d’olivier étudiées.

| e | Cod Feuille | | | | Inflorescence | | | | | | | | Fruit | | | | | | | | Endocarpe | | | | | | | |
|----|-------------|----|-----|-----|---------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|-----------|----|----|--|--|--|--|--|
| | FF | CF | LGR | NFL | FO | SY | DI | ST | BA | MA | PR | DM | VR | FO | SA | SB | DI | ST | BA | SU | NS | DE | MU | | | | | |
| | E | E | | | F | F | F | F | F | F | L | L | F | E | E | E | E | E | E | E | E | S | E | | | | | |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 7 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 8 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 9 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | |
| 10 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| 11 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 12 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | | | | | |
| 13 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| 14 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | |
| 15 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | |

1.4.1. Représentativité des facteurs identifiant pour l’ACM

L’analyse du tableau 23 permet d’identifier le nombre d’axes à conserver. 36 axes au total sont récusés. Dans notre cas, il convient d’archiver les quatre premiers axes qui expliquent plus de 50% de l’information. Graphiquement (Figure 13) ce sont les deux premiers axes qui sont représentés puisqu’ils expliquent 32.282% de l’information, soit respectivement 17.44 % et 14.84 %. La faible représentativité de ces 2 axes de l’AFCM témoigne de l’absence d’organisation génotypique et phénotypique forte de variétés étudiées.

Autrement dit, l'absence d'un caractère prépondérant dans la variabilité entre les différentes variétés étudiées.

Tableau 23 : Valeurs propres de l'analyse en composantes multiples des descripteurs morphologiques des variétés.

| Trace de la matrice : | | 1.63636 | |
|-----------------------|---------------|-------------|--------------------|
| Numéro | Valeur propre | Pourcentage | Pourcentage cumulé |
| 1 | 0.2853 | 17.44 | 17.44 |
| 2 | 0.2428 | 14.84 | 32.28 |
| 3 | 0.2123 | 12.98 | 45.25 |
| 4 | 0.1634 | 9.99 | 55.24 |
| 5 | 0.1477 | 9.03 | 64.27 |
| 6 | 0.1163 | 7.11 | 71.37 |
| 7 | 0.1009 | 6.16 | 77.54 |
| 8 | 0.0879 | 5.37 | 82.91 |
| 9 | 0.0771 | 4.71 | 87.62 |
| 10 | 0.0688 | 4.21 | 91.83 |
| 11 | 0.0485 | 2.96 | 94.79 |
| 12 | 0.0350 | 2.14 | 96.93 |
| 13 | 0.315 | 1.92 | 98.85 |
| 14 | 0.0187 | 1.15 | 100.00 |
| 15 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 16 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 17 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 18 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 19 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 20 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 21 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 22 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 23 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 24 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 25 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 26 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 27 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 28 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 29 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 30 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 31 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 32 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 33 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 34 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 35 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |
| 36 | 0.0000 | 0.00 | 100.00 |

Les 22 caractères morphologiques pris en considération dans l'AFCM contribuent de façon différente à l'inertie expliquée par les 2 axes (Tableau 24). Cette contribution varie de 0,65 (Présence de lenticelles) à 10,10 (Symétrie du fruit).

Tableau 24 : Contribution des caractères étudiés à l'inertie totale expliquée par les 2 axes de L'AFCM

| Caractères | Contribution moyenne/axes % | Classement du pouvoir discriminant des caractères étudiés |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
| FFE | 2,35 | 19 |
| CFE | 2,05 | 20 |
| LGR | 3,80 | 13 |
| NFL | 4,75 | 10 |
| FOF | 6,95 | 4 |
| SYF | 10,10 | 1 |
| DIF | 2,40 | 18 |
| STE | 1,85 | 21 |
| BAF | 2,85 | 17 |
| MAF | 3,15 | 16 |
| PRL | 0,65 | 22 |
| DML | 4,30 | 11 |
| VRF | 7,50 | 3 |
| FOE | 7,90 | 2 |
| SAE | 3,20 | 15 |
| SBE | 4,15 | 12 |
| DIE | 6,25 | 6 |
| STE | 5,05 | 8 |
| BAE | 3,25 | 14 |
| SUE | 6,45 | 5 |
| NSE | 4,95 | 9 |
| DES | 5,80 | 7 |
| | | |
| Endocarpe | 47,00 | 1 |
| Fruit | 39,75 | 2 |
| Inflorescence | 8,55 | 3 |
| Feuille | 4,40 | 4 |

*Classement des caractères en fonction de leur pouvoir discriminant déterminé à partir de leurs contributions à l'inertie totale.

*Classement utilisés dans la Classification Ascendante Hiérarchique.

Onze (11) caractères sur les 22 analysés présentent une contribution à l'inertie totale supérieure à 4%. Il s'agit principalement de la symétrie du fruit (10,10), la forme de l'endocarpe (7,90), de la localisation initiale de la véraison (7,50), de la forme du fruit (6,95) etc. ! Ces contributions témoignent d'un potentiel d'identification supérieure pour ces caractères.

Si on analyse les résultats obtenus par organe, on constate que les caractères de l'endocarpe présentent un potentiel de discrimination supérieure à ceux du fruit, de la feuille et de l'inflorescence. En effet, leur contribution à l'inertie expliquée par les 2 premiers axes de l'ACM sont respectivement de 47,00%, 39,75%, 8,55% et 4,40%.

1.4.2. Description des axes pour les modalités actives

Les caractères qui présentent une position fortement significative sur le premier axe factoriel sont : la catégorie de l'endocarpe (CAT), la forme de l'endocarpe (FOE), la symétrie du fruit (SYF) et le sommet du fruit (STE).

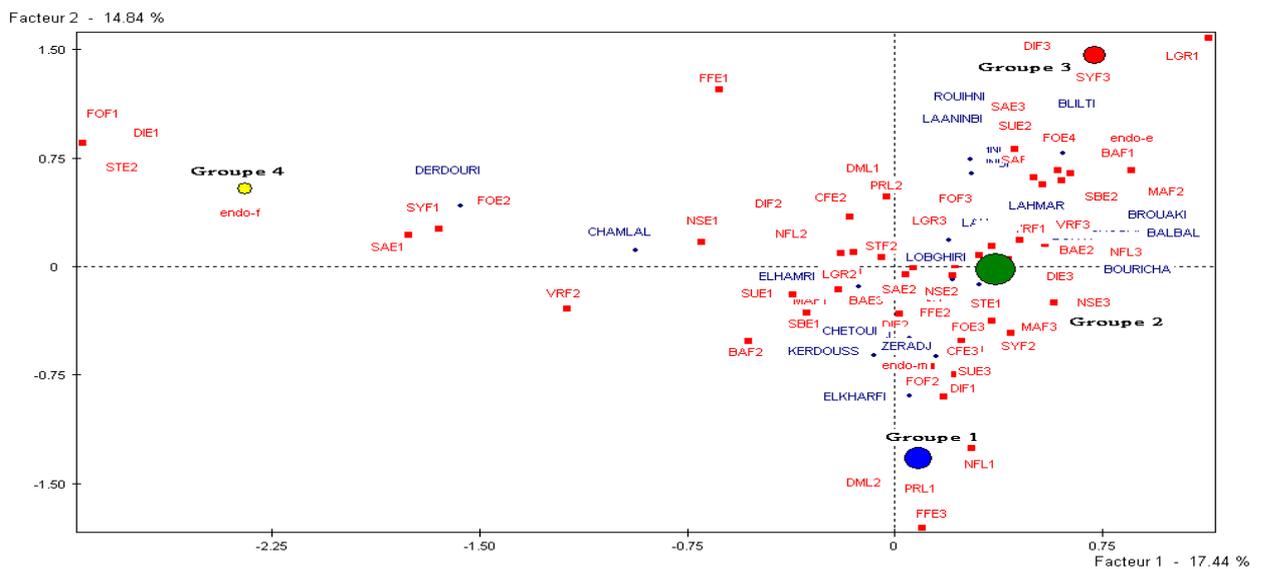


Figure 10 : Représentation graphique simplifiée du plan 1-2 de l'ACM de typologie des Groupes de variétés.

En effet, l'axe 01 caractérise principalement l'aspect de l'endocarpe et du fruit. Ces contributions témoignent d'un potentiel d'identification supérieur par ces caractères. Cet axe oppose d'une part, les variétés produisant des fruits à base tronquée de celles dont l'endocarpe présente un sommet arrondi. D'autre part, les variétés produisant des fruits à base arrondie de celles dont l'endocarpe présente un sommet pointu.

Les contributions à l'inertie totale élevées obtenues pour les caractères forme de l'endocarpe et forme des fruits témoignent encore une fois du pouvoir discriminant important de ces caractères (Barranco et Rallo, 1984 ; Cantini *et al.*, 1999).

La supériorité du pouvoir discriminant des caractères de l'endocarpe a été signalée depuis les travaux de Ruby (1917) et rapportée dans plusieurs autres études antérieures d'identification et de classification de cultivars d'olivier (Coupin, 1925 ; Baldini et Scaramuzzi 1963 ; Brranco et Rallo, 1984 ; Bari *et al.*, 2002).

Les variétés du groupe 04 sont les seules à être dispersées dans leur totalité du coté négatif de l'axe 01.

Le deuxième axe renseigne également sur l'aspect du fruit. Il oppose d'une part, les variétés donnant des fruits ayant des lenticelles peu nombreuses à grande dimension, légèrement asymétrique et dont la position du diamètre transversal maximal se situe vers la base. Et d'autre part, les variétés donnant des fruits qui présentent de nombreuses lenticelles de faible dimension, fruit asymétrique et dont la position du diamètre transversal maximal se situe vers le sommet. On observe que les variétés des groupes 02 et 03 sont regroupées du côté positif de l'axe 02.

1.4.3. Type des groupes des variétés

Consécutivement à l'AFCM, l'exécution d'une classification automatique conduit à une meilleure détermination des groupes homogènes des variétés. Nous avons retenu pour cette étude la classification ascendante hiérarchique(C.A.H) qui permet de former un nombre plus réduit des classes ou groupes par regroupement successif des variétés, en évaluant leur ressemblance. L'arbre hiérarchique obtenu à partir de la classification ascendante hiérarchique réalisée nous a permis de discerner quatre principaux groupes des variétés.

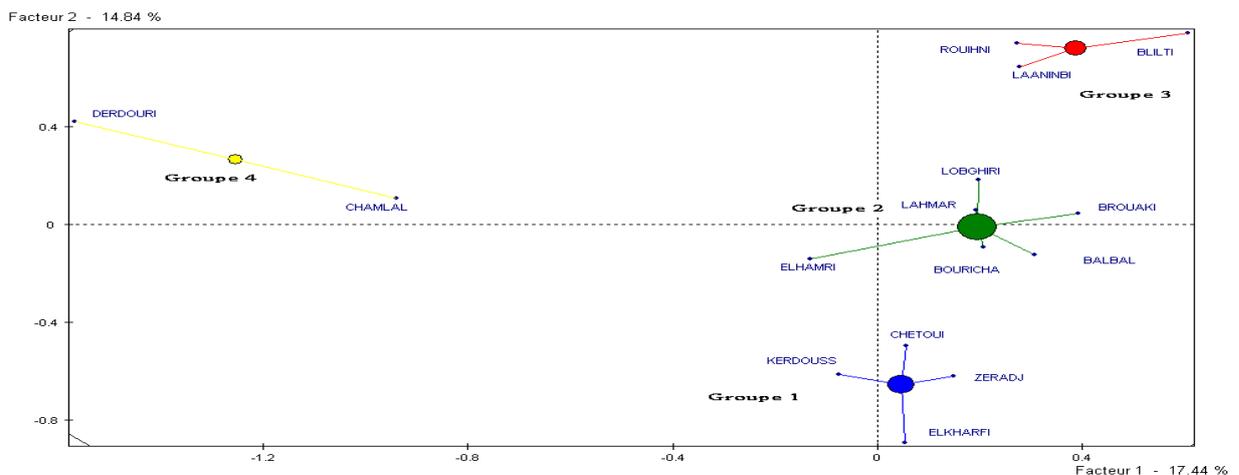


Figure 11: Parangons des différents groupes des variétés.

- Groupe 01 : renferme les variétés à fruit présentant des nombreuses lenticelles de grande dimension. Ce groupe est constitué de quatre variétés et représente 26.67% de l'échantillon analysé. On trouve : « El-Kharfi », « Chetoui », « Zeraj » et « Kerdoussi ».
- Groupe 02 : renferme les variétés ayant un large éventail de types morphologiques. Il est constitué de six (06) variétés soit 40% de l'échantillon. On trouve les variétés : « Balbal », « Bouricha », « Lahmar », « Braouki », « Lohmiri » et « Lokchiri ».
- Le groupe 03 regroupe les variétés à fruit asymétrique et celles ayant un faible poids de l'endocarpe. Ce groupe est constitué de trois (03) variétés et représente 20% de l'échantillon analysé. On rencontre les variétés suivantes : « Blilti », « Laaninbi » et « Rouihni ».
- Groupe 04 : ne regroupe que deux (02) variétés soit 13.34% de l'échantillon analysé. On trouve la variété «Derdouri » et la variété « Chemlal ».

Classification hiérarchique directe

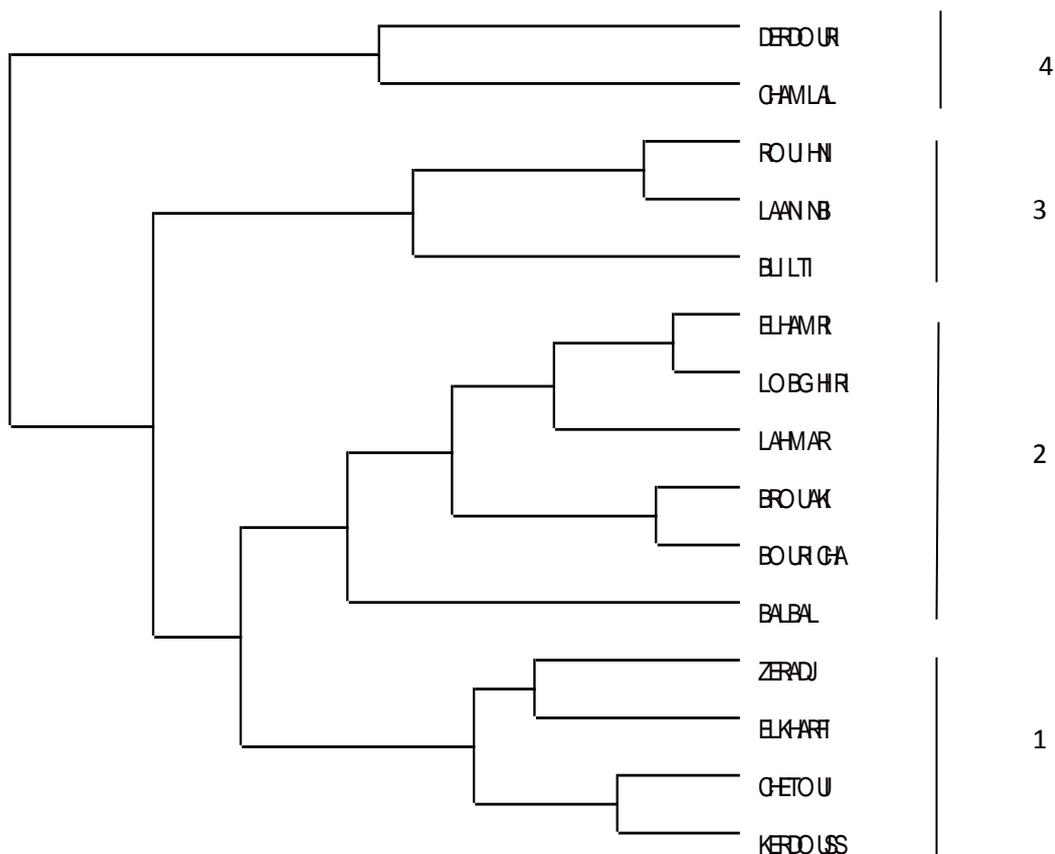


Figure 12: Classification hiérarchique ascendante.

2. Caractérisation moléculaire

2.1. Polymorphisme des marqueurs moléculaires et pouvoir de discrimination

2.1.1. Polymorphisme des SSR

Les 10 amorces SSR utilisées dans la présente étude ont révélé un niveau élevé de polymorphisme et une capacité de discrimination importante, ayant permis de distinguer l'ensemble des cultivars constituant l'échantillon analysé. Un total de 77 allèles ont été révélés. Les résultats sont indiqués dans le Tableau 25.

Tableau 25 : Paramètres génétiques pour les 10 SSR utilisés

| Type marqueurs | Nom | Nombre allèles | H _o | H _e | Pic | F. nulle |
|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------|
| SSR | ssrOeUA-DCA3 | 7 | 0.684 | 0.801 | 0.752 | 0.047 |
| | ssrOeUA-DCA5 | 6 | 0.789 | 0.710 | 0.659 | -0.068 |
| | ssrOeUA-DC9 | 11 | 0.941 | 0.893 | 0.853 | -0.046 |
| | ssrOeUA-DCA11 | 7 | 1 | 0.783 | 0.719 | -0.171 |
| | ssrOeUA-DCA18 | 10 | 1 | 0.890 | 0.852 | -0.076 |
| | UDO99-043 | 9 | 0.824 | 0.840 | 0.790 | -0.010 |
| | GAPU59 | 8 | 0.867 | 0.722 | 0.659 | -0.121 |
| | GAPU71B | 5 | 0.867 | 0.733 | 0.658 | -0.098 |
| | GAPU103A | 7 | 0.786 | 0.860 | 0.806 | 0.028 |
| | EMO 3 | 7 | 0.750 | 0.833 | 0.773 | 0.034 |
| Moyenne | | 7.7 | 0.851 | 0.806 | 0.752 | -0.020 |
| Maximum | | 11 | 1 | 0.813 | 0.853 | 0.047 |
| Minimum | | 5 | 0.684 | 0.710 | 0.658 | -0.171 |

L'hétérozygotie attendue (H_e) est un véritable indicateur du niveau d'information de locus (Lorsqu'elle est inférieure à 0,5 elle est considérée comme insuffisante). L'hétérozygotie observée (H_o) est > à 0,500 pour tous les loci indiquant une diversité moyennement élevée des individus d'oliviers analysés.

Dans un travail similaire, utilisant 9 microsatellites de type SSR de la série UDO.99, testés sur un échantillon de 35 variétés provenant d'Italie et d'Espagne, Belaj *et al.* (2004a) ont obtenue une variation importante (0.15 à 0.95).

L'hétérozygotie attendue est généralement plus faible que l'hétérozygotie observée (H_o) c'est le cas de plus de la moitié des loci étudiées à l'exception des SSRs loci DCA3, GAPU 103A, EMO 3 et UDO99-043.

La fréquence des allèles nuls est soit très proche de zéro soit négative ce qui nous permet de dire que l'analyse réalisée reflète réellement la variabilité de la population.

La présence d'allèles nuls nous renseigne sur la diminution de l'hétérozygotie attendue et par voie de conséquence, il en résulte une surestimation du niveau d'hétérozygotie. Ces marqueurs se sont révélés très instructifs et ont bien classifié les différents cultivars.

2.1.2. Polymorphisme des SNP

Les 7 SNP utilisés dans cette étude ont montré également un polymorphisme élevé et sont dotés d'une capacité distinctive. Les résultats obtenus sont indiqués dans le Tableau 26.

Tableau 26 : Paramètres génétiques pour les 7 SNPs.

| SSR | Nombre allèles | H _o | H _e | Pic | F (nulle) |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|-----------|
| Cbp | 2 | 0.25 | 0.226 | 0.195 | -0.0620 |
| Lup | 2 | 0.533 | 0.497 | 0.365 | -0.0526 |
| LS5 | 2 | 0.222 | 0.203 | 0.178 | -0.0532 |
| Ant-1 | 2 | 0.188 | 0.272 | 0.229 | 0.1688 |
| LS2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cycl-1 | 2 | 0.750 | 0.533 | 0.375 | 0 |
| Cycl-2 | 2 | 0.545 | 0.485 | 0.356 | -0.082 |
| Moyenne | 1.8571 | 0.3554 | 0.3165 | 0.2425 | -0.0115 |
| Maximum | 2 | 0.750 | 0.533 | 0.375 | 0.1688 |
| Minimum | 1 | 0 | 0 | 0 | -0.082 |

L'hétérozygotie attendue s'est caractérisé par des valeurs < à 0.5 chez l'ensemble des SNP (à l'exception du Cycl-1) alors que l'hétérozygotie observée a enregistré des valeurs > 0,5 pour 3 SNP.

Ces 7 marqueurs SNP comparativement aux précédents n'ont pas montré une puissance de discrimination, car n'ayant pas pu distinguer la variabilité entre deux couples des variétés. Ceci peut être expliqué par leur nature biallélique, qui veut que dans les études génétiques de variabilité, l'analyse des accessions doit se réaliser avec un nombre important de marqueurs. Quoi qu'il en soit, ces marqueurs sont très utiles en plus des microsatellites étant donné les différents mécanismes à l'origine de la mutation.

2.1.3. Relation génétique entre cultivars d'olivier

Les profils moléculaires microsatellites obtenus à partir de l'analyse des données des 10 SSRs ont identifiés largement toutes les accessions analysées. Il était possible d'aboutir aux mêmes résultats en utilisant seulement trois locus SSRs (ssrOeUA-DCA 18, ssrOeUA-DCA - 9, ssrOeUA-DCA 3). La valeur moyenne de similitude entre les génotypes est de 0.36.

Le dendrogramme des différents cultivars d'olivier obtenu à partir des loci SSRs est indiqué dans la Figure 13 .

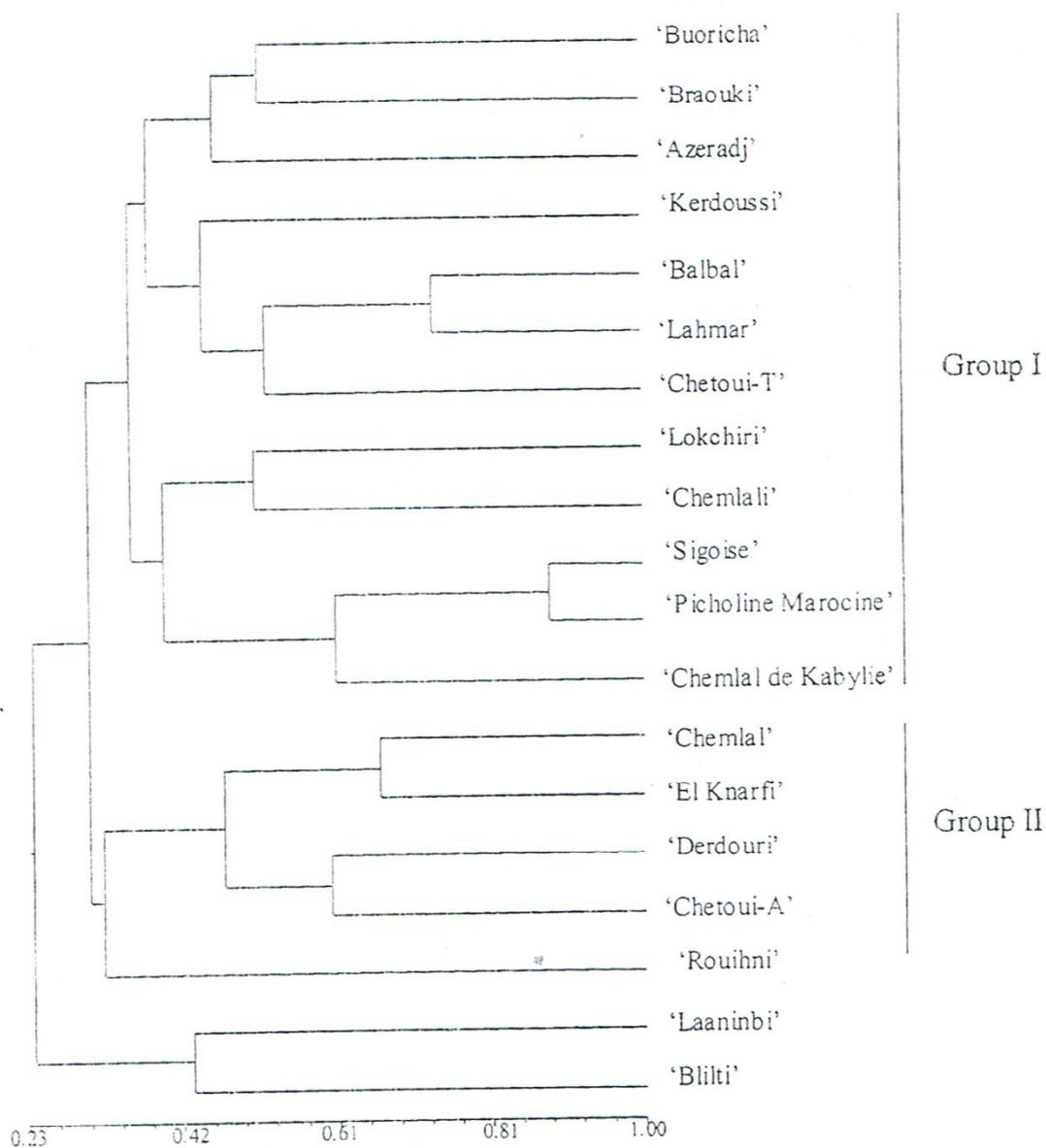


Figure 13 : Dendrogramme des cultivars d'oliviers basé sur les marqueurs moléculaires de type SSR.

A travers ce dendrogramme, il apparaît deux principaux groupes. Le premier groupe est composé de neuf variétés algériennes, deux variétés tunisiennes et une variété marocaine. Le plus intéressant dans ce groupe est que la variété algérienne « Sigoise » et la « Picholine » marocaine sont très proches et appartiennent à un groupe dont la valeur de similarité est élevé

(0.88) et font partie du troisième secondaire faisceau. Le second groupe comprend uniquement des variétés algériennes.

Par ailleurs, nous avons mentionné le dendrogramme de ces mêmes variétés obtenu à partir des SNPs dans la Figure 14.

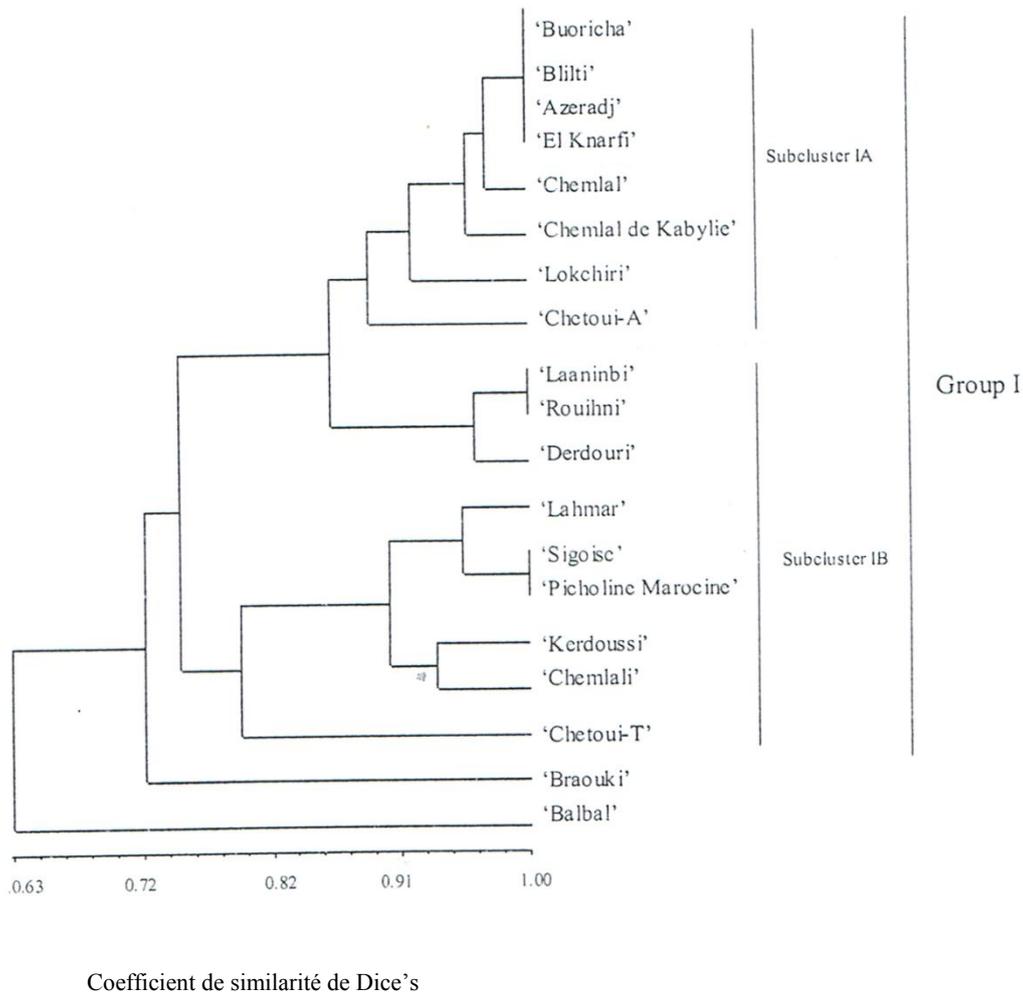


Figure 14 : Dendrogramme des cultivars d'oliviers basé sur les marqueurs moléculaires de type SNP.

La valeur moyenne de similitude entre génotype est de 0,75. Le coefficient de corrélation cophénetique entre le dendrogramme et la matrice de distance originale n'était pas très élevé mais significatif ($r=0,4$). Il apparaît que la plupart des cultivars sont rangés dans un seul groupe à l'intérieur duquel sont séparés en deux subcluster.

Le premier ne comporte que des cultivars du Nord - Est Algérien et le second est composé des cultivars Algériens, Tunisiens et Marocains. Les deux cultivars « Braouki et Babal » forment séparément un autre Cluster. Les cultivars « Bouricha, Blilti, Zeraj et El-

kharfi » sont indistinguables ainsi que les paires de cultivars : « Rouihni et Laaninbi », « Sigoise et la Picholine Marocaine ». Ceci tient au fait que les marqueurs de types SNPs sont moins instructifs et leur capacité discriminatoire est inférieure par rapport à ceux de type SSRs.

La représentation du dendrogramme commun entre les 2 types de marqueurs est indiqué dans la Figure 15.

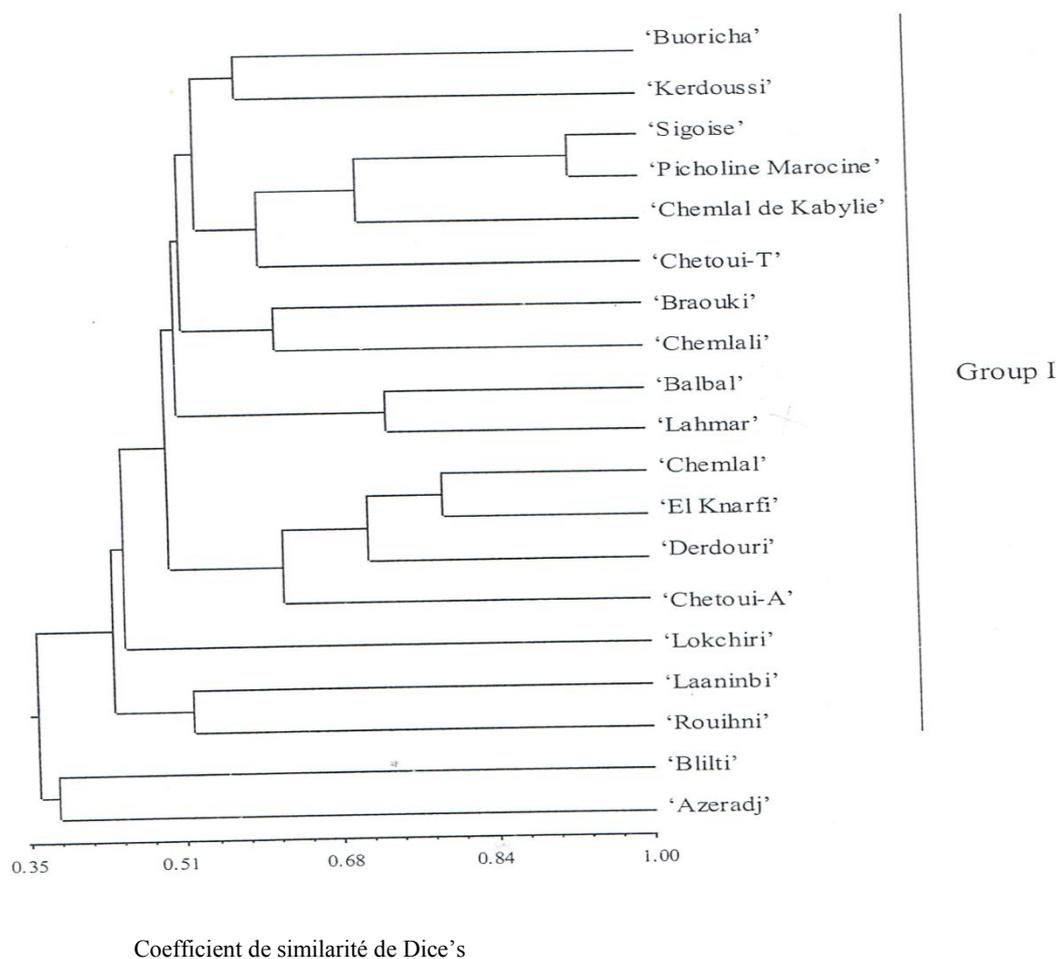


Figure 15: Dendrogramme commun aux cultivars d'olivier basé à la fois sur les marqueurs SSR et SNP.

La valeur moyenne de similitude entre les génotypes exprimée à la fois par les données des marqueurs SSR et SNP est de 0.68. La plage des valeurs de similitude s'étend entre 0.36 et 0.90. Le coefficient de corrélation entre le dendrogramme et la matrice de distance n'est pas très élevé mais significatif ($r = 0.74$).

De ce dendrogramme commun dit de consensus, il résulte que la majorité des cultivars sont classées en un seul groupe principal réunissant des variétés que l'on retrouve sur les deux précédents dendrogrammes avec toutefois une légère modification dans l'agencement. Ces variétés sont : Rouihni, Bouricha, Chemlal de Kabylie, Sigoise de Sig (Ouest d'Algérie), la Picholine Marocaine et Kerdoussi.

A travers les trois dendrogrammes, la Sigoise et la Picholine du Maroc sont très proches et de ce fait sont réunies ensemble affichant une valeur de similitude significative de 0.90. Les deux variétés de Skikda (Blilli et Zeraj) forment séparément un deuxième groupe très éloigné par rapport aux autres variétés.

Discussions générales

Dans cette étude, nous avons présenté les premiers résultats obtenus sur la caractérisation des cultivars d'oliviers à l'aide des descripteurs morphologiques et des marqueurs moléculaires microsatellites de type SSR et de type SNP.

L'utilisation conjointe des descripteurs morphologiques et des marqueurs spécifiques de locus permet sans doute de remédier aux inconvénients des uns et des autres et d'obtenir une identification variétale sûre permettant la construction d'une base de données de génotypes de référence.

Ces marqueurs ont été utilisés par plusieurs auteurs Abdul Sadeg., 2014 ; Belaj et al., 2011 ; Caruso et al., 2014 ; Corrado et al., 2009 ; D'Imperio et al., 2011 ; Mnasri et al., 2014 ; Zaher et al., 2011, dans des travaux de caractérisation variétale sont considérés comme des marqueurs fiables. Les résultats que nous avons obtenus dans ce travail ont confirmé la grande efficacité des marqueurs SSR et SNP quant au génotypage des cultivars d'olivier et à la mise en évidence de la richesse génétique disponible dans un petit ensemble de variétés parmi le patrimoine génotypique de l'oliveraie Algérienne. Cette richesse a été rapportée antérieurement par Barranco et al., (2000) et Mendil et Sebaï (2006).

Les descripteurs morphologiques étudiés, ont montré un polymorphisme morphologique important dans l'échantillon de cultivars étudiés avec une capacité de discrimination avoisinant les 100%. Ce qui dépasse de loin le pouvoir discriminatoire obtenu dans des études d'identification réalisées à l'aide des marqueurs enzymatiques (Ouazzania et al. 1995 ; Trujillo et Rallo 1995)

Les caractéristiques morphologiques des 15 variétés étudiées ont révélé des différences fortement significatives vis-à-vis de tous les caractères morphologiques quantitatifs. Ces différences sont imputables en grande partie aux facteurs génétiques. La variabilité élevée observée, pour les paramètres phénotypiques, dans cette étude, est semblable à celle d'autres études ayant utilisés les mêmes caractères pour étudier la diversité phénotypique de l'olivier Cantini et al., 1999 ; Idrissi et Ouazzani, 2003 ; Laaribi et al., 2014 ; Mnasri et al., 2013.

En effet, les résultats de l'analyse de la variance ont révélé une différence très hautement significative entre les 15 cultivars pour l'ensemble des caractères quantitatifs évalués. Des résultats semblables ont été trouvés dans des études de diversité génétique chez quelques cultivars d'olivier italien (Corrado et al., (2009). Le coefficient de variation le plus élevé obtenu est celui du « poids du fruit » alors que le plus faible est celui de la « forme du fruit ». Le poids de l'endocarpe a révélé une variabilité élevée. Ce résultat est comparable à celui trouvé par Belaj et al., (2011) dans des oliviers sauvages.

Les résultats des corrélations entre les caractères quantitatifs ont montré une forte liaison entre les paramètres du fruit et de l'endocarpe notamment, la longueur, la largeur et le poids, comme précédemment rapporté dans des études des oliviers sauvages (Belaj et al., 2011) et cultivés (Cantini et al., 1999 ; Laaribi et al., 2014).

L'analyse en composante principale de ces caractères morphologiques quantitatifs, a été utile pour signifier les caractères contribuant le plus à discriminer les cultivars entre eux. C'est le cas notamment, de la longueur, la largeur le poids et la forme du fruit et de l'endocarpe qui contribuent le plus à la variabilité totale observée. Les caractères liés aux feuilles et aux inflorescences y contribuent d'une manière moins importante. Des résultats comparables ont été reportés dans les travaux de Rotondi et al., (2003) sur 11 accessions italiennes et de Zaher et al., (2011) sur quelques cultivars marocains et méditerranéens. Cependant, nous constatons que le caractère « forme de la feuille » a montré un potentiel discriminant et a permis avec le caractère forme du fruit de distinguer entre deux cultivars Dourdour et Chemlal.

La classification hiérarchique a permis le regroupement des cultivars, principalement à partir des dimensions de leurs feuilles et des fruits et elle a généré les mêmes groupes que ceux de l'ACP, excepté pour les cultivars Lahmar et Bouricha en raison de la forme de leurs fruits et endocarpes.

Ces résultats ont révélé que l'utilisation d'un seul type de descripteur peut être trompeuse, tandis que l'utilisation combinée des marqueurs moléculaires et des descripteurs morphologiques garantirait de façon certaine l'identité des cultivars d'olivier (Belaj *et al.*, 2011). De même, Belaj *et al.*, (2011) ont aussi démontré l'influence de l'environnement sur les caractéristiques morphologiques des oliviers sauvages. Cependant, les caractères morphologiques relatifs à l'endocarpe semblent être les plus importants et les plus stables dans d'autres études. Ceci a été fortement conforté en parallèle par les résultats de l'étude de (D'Imperio *et al.*, 2011) dont la discrimination de trois cultivars d'olivier italiens de Molise et de leur mutants somatiques relatifs a été démontrée. Cette stabilité des caractères de l'endocarpe selon D'Imperio *et al.*, (2011), peut être due à la nature en bois des endocarpes, à l'effet protecteur de la pulpe sur l'endocarpe et à l'exposition courte des facteurs environnementaux sur les fruits.

Les résultats de loci SSR utilisés au niveau de cette étude sont similaires aux résultats antérieurement publiés (Baldoni *et al.*, 2009). De même, le nombre d'allèles que nous avons obtenu était similaire à celui rapporté par Poljuhu *et al.*, (2008) et Bracci *et al.*, (2009). Par contre, il est légèrement inférieur à celui publié par Abla *et al.*, (2009), sans doute parce que cette étude n'a intéressé qu'un petit nombre de cultivars et une gamme de microsatellites différents. Par ailleurs, l'hétérozygotie attendue de l'ensemble de nos cultivars était similaire à celle rapportée par plusieurs auteurs, sur un matériel génétique d'olivier provenant d'autres zones de culture (Bandelj *et al.*, 2002 ; Belaj *et al.*, 2004 ; Reale *et al.*, 2006) et dans d'autres pays d'Afrique du Nord (Charafi *et al.*, 2008 ; Rekik *et al.*, 2008 ; Taamalli *et al.*, 2008).

Le nombre moyen d'allèles révélés par locus était de 7,7, il est comparable à d'autres études similaires, réalisées par Delgado-Martinez *et al.*, (2012) et Ipek *et al.*, (2012) et il est par contre supérieur à ceux publiés par Muzzalupo *et al.*, (2009) et Obaid *et al.*, (2014). La variabilité génétique a été large dans l'ensemble des cultivars comme il est indiqué par les valeurs de l'hétérozygotie observée (H_o) et attendue (H_e). Le locus DCA9 a présenté les valeurs maximales de l'hétérozygotie observée et de l'hétérozygotie attendue tandis que le locus GAPI71B a été le moins polymorphe développant seulement 5 allèles.

Un niveau élevé de polymorphisme a été décelé entre la variété Chemlal de Skikda et Chemlal de Kabylie. La différence est tellement importante qu'il faut considérer chacune comme étant un génotype à part. Des études antérieures basées sur la morphométrie et les marqueurs moléculaires ont démontré que les cultivars portant la même dénomination

peuvent être considérés comme des génotypes différents (Besnard *et al.*, 2001 ; Belaj *et al.*, 2004 a, b ; Rekik *et al.*, 2008 ; Muzzolupo *et al.*, 2009 a, b).

Des différences entre ces 2 Chemlal ont été révélées également par l'utilisation des marqueurs chloroplastiques et mitochondriales (Besnard *et al.*, 2000), ainsi que par des marqueurs moléculaires de type fingerprint AFLP (Grati Kamoun *et al.*, 2006).

La variété Sigoise est pour beaucoup d'auteurs considérés comme étant la Picholine du Maroc car de nombreuses études sur ces deux variétés ont montré leur similitude et par conséquent sont carrément regroupées ensemble. Un seul marqueur microsatellite (UDO 099-043) a permis de discriminer entre ces deux variétés. Par ailleurs, des études basées sur les descripteurs morphologiques ont indiqué que ces variétés sont semblables (Barranco *et al.*, 2000), alors que d'autres approches utilisant des marqueurs de type RADP (Belaj *et al.*, 2000), des marqueurs microsatellites de type SSR (Sarri *et al.*, 2006) et des caractères morpho-métriques (Idrissi *et Ouzzani*, 2006) ont mis en évidence la présence d'importantes différences entre ces deux variétés.

Les marqueurs SNP ont montré un faible niveau de polymorphisme par rapport aux SSR, car ils représentent des mutations nucléotidiques simples, normalement de nature biallèlique (Warshney *et al.*, 2007).

Par contre, Laval *et al.* (2002) précisent que pour parvenir à une variabilité génétique similaire, il faut utiliser plus de marqueurs bialleliques (SNP_s). Ils ont établi que dix SNP détiennent le contenu de l'information équivalente à celui de l'information d'un seul marqueur SSR, ceci en terme du nombre d'allèles détectés (Yan *et al.*, 2009).

La moyenne d'hétérozygotie attendue de 37% détecté par les sept SNP analysés sur la totalité de l'échantillon était inférieure à celle publiée par Reale *et al.*, (2006) due probablement à l'existence des différences dans le matériel végétal utilisé.

Malgré un échantillonnage assez réduit, nos résultats montrent l'existence d'une grande variabilité qui a besoin d'être mieux évaluée et conservée *in situ* dans des banques de germoplasme pour éviter leur érosion.

Conclusions générales

A partir des résultats de cette étude, on peut être tenté d'évaluer la contribution des marqueurs morphologiques et des marqueurs microsatellites dans l'identification précise et non ambiguë des cultivars, qui constitue l'étape majeure dans tous les programmes d'amélioration de cette espèce.

L'exploitation des résultats de l'analyse statistique des données morphologiques quantitatives et qualitatives ont montré des différences phénotypiques hautement significatives entre les différents cultivars. Les vingt-sept descripteurs morphologiques utilisés ont révélé une variabilité génétique assez importante entre les 15 cultivars, avec un degré de polymorphisme relativement élevé. Cette variation au niveau phénotypique est fort probablement le résultat de l'expression génique des cultivars.

L'analyse en composante principale (ACP), utilisant seulement les caractères morphologiques quantitatives, était nécessaire pour identifier les traits les plus discriminants différenciant les 15 cultivars. A travers les résultats obtenus, il apparaît clairement, que c'est les caractères : longueur, largeur poids et forme du fruit et de l'endocarpe qui contribuent le plus à la variabilité totale observée. Les caractères relatifs aux feuilles et aux inflorescences y contribuent d'une manière moins importante. La classification générée par l'ACP a donné lieu à sept groupes principaux dont le sixième est constitué de dix cultivars très proches, n'exprimant pas une importante variabilité entre eux.

L'arbre hiérarchique résultant de la classification ascendante n'a généré que quatre principaux groupes homogènes. Les cultivars du groupe 4 sont les seuls à être dispersés dans leur totalité du côté négatif de l'axe 1. Cet axe caractérise principalement l'aspect de l'endocarpe et du fruit et le second axe renseigne également sur l'aspect du fruit.

Consécutivement à l'analyse statistique descriptive et inductive, de l'ACP et de l'AFCM, nous pouvons conclure que les caractères du fruit et de l'endocarpe semblent être les plus discriminants suivis par les caractères de la feuille notamment la forme et la courbure longitudinale du limbe qui présentent un niveau de discrimination assez important.

Ce résultat mentionne l'intérêt que peut apporter l'emploi des marqueurs morphologiques dans le cadre de l'inventaire et l'identification primaire des cultivars de cette espèce. En plus, ces marqueurs peuvent avoir une grande utilité pour la caractérisation des

ressources génétiques de l'olivier et peuvent lever certaines ambiguïtés dans le cas d'homonymie et de synonymie.

Toutefois, il est important de signaler que des telles études de description morphologique doivent se réaliser impérativement dans des conditions d'échantillonnage et d'observation aussi uniforme que possible, afin de mieux identifier les caractères morphologiques stables de chaque cultivar et celles qui peuvent varier en raison des changements des conditions environnementales.

Effectivement, l'utilisation des marqueurs moléculaires, en l'occurrence les microsatellites de type SSR et les SNP semblent être la solution adéquate pour une identification sûre et précise. En effet, les microsatellites ont montré une capacité de discrimination largement suffisante et que cela est possible avec seulement l'utilisation de trois locus SSR (DCA11, DCA18 et UDO99-043) pour discriminer toutes les variétés.

Le regroupement des cultivars obtenu par la méthode UPGMA à partir d'une matrice de similarité selon la méthode des clusters a mis en évidence deux principaux groupes. Le fait le plus important est qu'à travers ce dendrogramme, le cultivar algérien « Sigoise » et la « Picholine » marocaine présentent le même coefficient de similarité et sont de ce fait très proches ; par contre, les cultivars « Chemlal de Skikda » ; « Chemlal de Kabylie » et « Chemlali de Tunisie » sont éloignés les uns des autres. Ce cultivar « Chemlal » peut être une dénomination générique.

Les marqueurs SNP ont été moins efficaces et n'ont pas permis de distinguer les autres variétés telles que : « Bouricha, Blilti, Zeraj et El-kharfi » et les couples « Laaninbi et Rouihni » « Sigoise et Picholine ».

Les descripteurs morphologiques ont pu différencier l'ensemble des cultivars d'olivier étudiés malgré les divergences génotypiques révélées. Ils restent un outil très important dans la caractérisation primaire des cultivars de cette espèce. Par la suite, le fait de pouvoir marquer directement le génome avec un assez grand nombre de marqueurs ou avec des marqueurs bien déterminés permet de comparer et d'étudier les individus de façon beaucoup plus précise, précoce et objective.

Les marqueurs microsatellites de type SSR surtout et SNP sont des outils très appropriés pour explorer la variabilité génétique existante au sein des cultivars algériens

d'Olea europaea L., afin de valider les modèles morphologiques et à terme pour perfectionner les méthodes de sélection du matériel végétal mieux ciblées et en phase avec les attentes de la filière oléicole.

Références bibliographiques

- Abdul Sadeg., 2014. Morphological and molecular characterization of Libyan olive, *Olea europaea* L., cultivars (42 local and 16 wild type) in comparison to 41 introduced (World) cultivar. Thèse de doctorat. department of horticulture and Landscape Architecture, Colorado state University. 119 p.
- Aboussalim A., Walali LDM., et Slaoui K. (1993). Effet du stade phénotypique sur l'enracinement des boutures semi-ligneuses de l'olivier en tablettes chauffantes *Olivae* 46 : 30-37 p.
- Adam A. F. et Dron M. (1993). Les outils moléculaires et leurs applications à l'amélioration des plantes. In : Le progrès génétique passe-t-il par le repérage et l'inventaire des gènes ? Ed. AUPELF-UREE John Libbey Eurotext, Paris. 23-46 p.
- Alba V., Montemurro C., Sabetta W., Pasqualone A. and Blanco A. (2009). SSR-based identification key of cultivars of *Olea europaea* L. diffused in Southern-Italy. *Scientia Horticulturae*, 123, 11-16 p.
- Ambrosino O., Manzo M. and Rao R. (2002). Identificazione e relazioni genetiche tra cultivar di olivo mediano e marcatori AFLP. Atti "Convegno Internazionale di Olivicoltura", Spoleto, Italy. 32-337 p.
- Angiolillo A., Mencuccini M. and Baldoni L. (1999). Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms. *Theor. Appl. Genet.* 98:411-421 p.
- Baldini E. et Scaramuzzi F. (1963). L'olivo da tavola Cap. III. Le cultivar. Edagricole. Bologne, 61-110 p.
- Baldoni L., Pellegrini M., Mencuccini A., Angiolillo A. and Mulas M. (2000). Genetic relationships among cultivated and wild olives revealed by AFLP markers. *Acta Hort.* 521:275-284 p.
- Baldoni L., Cultrera N.G.M., Mariotti R., Ricciolini C., Arcioni S., Vendramin G.G., Bounamici A., Porceddu A., Sarri V., Ogeda M.A., Trujillo I., Rallo L., Perri E., Salimonti A., Muzzalupo I., Casagrande A., Lain O., Messina R. and Testolin R.

- (2009). A consensus list of microsatellite markers for olive genotyping. *Molecular Breeding*, 24: 213-231 p.
- Bandelj D., Akse J. and Javornik B. (2000). DNA fingerprinting of olive varieties by microsatellite markers. *Food Technology and Biotechnology*. 40:185-190 p.
- Bandelj D., Jakse J. and Javornik B. (2004). Assessment of genetic variability of olive varieties by microsatellite and AFLP markers. *Euphytica* 136:93-102 p.
- Bari A., Martin A., Barranco D., Gonzalez-Andujar J.L., Ayad G. and Padulosi S. (2002). Use of Fractals to measure biodiversity in plant morphology. In Novak MM, editor. *Emergent Nature*. World Scientific Publishing Singapore, 437-438 p.
- Barranco D. et Rallo L. (1984). *Las variedades de olivo cultivadas en andalucia*. Consejeria de la junta de Andalucia. MAPA. Madrid, Espagne.
- Barranco D., Cimato A., Fiorino P., Rallo L., Touzani A., Castaneda C. and Trujillo I. (2000). *World catalogue of olive varieties*. International Olive Oil Council, Madrid, Espagne.
- Belaj A. (1998). *Identificacion y classification de variedades de olivo del Banco de Germoplasma de Cordoba con marcadores RAPD*. MS. Thesis, Univ – of Cordoba, Spain.
- Belaj A., Trujillo I., De la Rosa R. and Rallo L. (2001). Polymorphism and discrimination Capacity of Randomly Amplified Polymorphic Markers in an Olive Germplasm Bank. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(1):64-71 p.
- Belaj A., Caballero JM., Barranco D., Rallo L. and Trujillo I. (2003a). Genetic characterization and identification of new accessions from Syria in an olive germplasm bank by means of RAPD markers. *Euphytica*, 134: 261-268 p.
- Belaj A., Rallo L., Trujillo L., Baldoni L. (2004 a). Using RAPD and AFLP markers to distinguish individuals obtained by clonal selection of 'Arbequina' and Manzanilla de Sevilla olive. *Hort Sci*. 39: 1566-1570 p.
- Belaj A., Satovic Z., Trujillo L., Rallo L. (2004 b). Genetic relationships of Spanish olive cultivars using RAPD markers. *Hort. Sci*. 39: 948-951 p.

- Belaj A., Leon L., Satovic Z. and De la Rosa R. (2011). Variability of wild olives (*Olea europaea* subsp. *Europaea* var. *sylvestris*) analyzed by agro- morphological traits and SSR markers. *Scientia Horticulturae* (in press).
- Belkhir K. (1999). Genetix, version 4.0. Un programme de windows pour l'analyse génétique de populations. Laboratoire génome, populations, interactions. Université Montpellier II- France
- Benzécri JP. (1982). L'analyse des données. Tome I. La taxonomie. Edit. Dunod, Paris. France.
- Besnard G. (1999). Etude de la diversité génétique de l'olivier cultivé et des formes sauvages apparentées à l'aide de marqueurs moléculaires : Applications pour l'identification variétale et pour la gestion des ressources génétiques. Thèse, Université Montpellier II, 174 p.
- Besnard G. and Bervillé A. (2000). Multiples origins of the Méditerranéen olive deduced from mitochondrial DNA polymorphisms. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série III* 323: 173-181 p.
- Besnard G., Khadari B., Baradat P., Bervillé A. (2002a). *Olea europaea* (oleaceae) phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism. *Theor. Appl. Genet.*, 104: 1353-1361 p.
- Besnard G., Khadari B., Baradat P., Bervillé A. (2002 b). Combination of chloroplast and mitochondrial DNA polymorphisms to study cytoplasm genetic differentiation in the olive complexe. *Theor. Appl. Genet.*, 105: 139-144 p.
- Bidabe B. (1965). L'action des températures sur l'évolution des bourgeons de l'entrée en dormance à la floraison. *Cong. Pomol.* 96 session. 51-68 p.
- Bogani P., Cavalieri D., Petruccelli R., Polsinelli R. and Roselli G. (1994). Identification of olive tree cultivars by random amplified polymorphic DNA. *Acta Hort.*, 356: 98-101 p.
- Baracci, T., Sebastiani, L., Busconi, M., Fogher, M., Belaj, A and Trujillo I. (2009). SSR markers reveal the uniqueness of olive cultivars from the Italian region of Liguria. *Scientia Horticulturae.*, 122: 209-215 p.

- Brachet S, JubierMF., Richard M., Jung-Muller B. and Frascaria-Lacoste N. (1999). Rapid identification of microsatellite loci using 50 anchored PCR in the common ash *Fraxinus excelsior*. *Mol. Ecol.*, 8:160-163 p.
- Breton C., Tersac M. and Bervillé A. (2006). Genetic diversity and gene flow between the wild olive (oleaster, *Olea europaea* L.) and the olive: several plio-pleistocene refuge zones in the Mediterranean basin suggested by simple sequence repeats analysis. *Biogeogr.*, 33 (11): 1916-1928 p.
- Brhadda N., Abousalim A., Loudiyi DEW. et Benali D. (2003). Effet du milieu de culture sur le microbouturage de l'olivier (*Olea europaea* L.) cv. Picholine Marocaine. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 7 (3-4) : 177-182 p.
- Caballero JM. Et Del Rio. (1999). Conservation des ressources génétiques de l'olivier. Séminaire international sur les innovations scientifiques et leur application en oléiculture et oléo-technie. Florence 10-12 mars, Italie.
- Camps-Faber H. (1974). L'olivier et son importance économique dans l'Afrique antique. *Options Méditerranéennes.*, 24 : 21-28 p.
- Cantini C., Cimato A. and Graziano S. (1999). Morphological evaluation of olive germplasm present in Tuscany region. *Euphytica.*, 109:173-181 p.
- Carriero F., Fontanazza G., Cellini F. and Giorio G. (2002). Identification of simple sequence repeats (SSRs) in olive (*Olea europaea* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 104:301-307 p.
- Caruso T., Marra F.P., Costa F., Campisi G., Macaluso L. and Marchese A. 2014. Genetic diversity and clonal variation within the main Sicilian olive cultivars based on morphological traits and microsatellite markers. *Scientia Horticulturae.*, 180: 130-138 p.
- Cavallotti A., Regina T M R. and Quagliariello C. (2003). New sources of cytoplasmic diversity in the Italian population of *Olea europaea* L. as revealed by RFLP analysis of mitochondrial DNA: characterization of the *cox3* locus and possible relationship with cytoplasmic male sterility. *Plant Science*, 164 : 241-252 p.
- Ciferri A. (1950). Eléments pour l'étude de l'origine et de l'évolution de l'olivier cultivé. *Actes XII Congrès International d'Oléiculture*, 1 : 189-194 p.

- Cipriani G., Marrazzo M T., Marconi R., Cimato A. and Testolin R. (2002). Microsatellite fingerprinting and reveal polymorphism within ancient cultivars. *Theor. Appl. Genet.*, 104: 223-228 p.
- Claros G M., Crespillo R., Aguilar M L. and Canovas F M. (2000). DNA fingerprinting and classification of geographically related genotypes of olive-tree (*Olea europaea* L.). *Euphytica.*, 116: 131-142 p.
- C.O.I. (1997). Méthodologie pour la caractérisation primaire des variétés d'olivier. Projet RESGEN-CT Union Européenne/COI, 67-97 p.
- C.O.I. (2007) : [http : www.International olive oil. Org.](http://www.Internationaloliveoil.org)
- Corrado G., La Mura M., Ambrosino O., Pugliano G., Varricchio P. and Rao R. 2009. Relationships of companion olive cultivars : comparative analysis of molecular and phenotypic data. *Génome.*, 52: 692-700 p.
- Coupin MA. (1925). Contribution à l'étude des caractères permettant de distinguer les variétés d'olivier. Rapport VII^{ème} Congrès International d'Oléiculture de Séville, Espagne.
- Cresti M., Linskins H.F., Mulcahy D.L., Bouche S., Distilio V., Xu M Y., Vignani R. and Cimato A. (1996). Preliminary communication about the identification of DNA in leaves and in olive oil of *Olea europaea*. *Advance in Horticultural Science* 10 :105-107p.
- De La Rosa R., James C.M. and Tobutt K.R. (2002). Isolation and characterization of polymorphic microsatellites in olive (*Olea europaea* L.) and their transferability to other genera in the Oleaceae. *Molecular Ecology Notes*, 2:265-267 p.
- Del Rio C. and Caballero J.M. (1994). Preliminary agronomical characterization of 131 cultivars introduced in the olive germplasm bank of Cordoba in March 1987. *Acta Hort.*, 356:110-115 p.
- De Vienne D. et Santoni (1998). Les principales sources de marqueurs moléculaires. In De Vienne D. Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales. INRA 2^{ème} éditions.15-44 p.

- Dice L.R, (1945). Measure of the amount of ecology association between species. *Ecology* 96: 297-302 p.
- D'Imperio M., Viscosi V., Scarano M., D'Anolrea M., Zullo B.A. and Pilla F. (2011). Integration between molecular and morphological markers for the exploitation of olive germplasm (*Olea europaea*). *Sci. Hort.*, 130: 229-240 p.
- Dominguez-Garcia MC., Laib M., De la Rosa R. et Belaj A. (2012). Characterization and identification of olive cultivars from North-eastern Algeria using molecular markers, *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87(2): 95-100 p.
- Doufene H., (1987). Difficultés de reproduction des exploitations à système de production à dominance oléicole « huilé'olive d'une agriculture de montagne. *Annales I.N.A*, 192-213 p.
- Ellstrand N.C. (2003). Dangerous liaisons. When cultivated plants mate withy their wild relatives. In : Schneider SS, ed. *Synthesis in Ecology and Evolution*. Baltimore ; London: The Johns Hopkins University Press.
- Essadki M. et Ouazzani N. (2003). Résultats préliminaires de l'identification des variétés d'olivier à l'aide des marqueurs génétiques ISSR. *Olivae*, 97 :42-45 p.
- Essadki M., Ouazzani N., Lumaret R. and Moumni M. (2006). ISSR variation in olive-tree cultivars from Morocco and other western countries of the Mediterranean Bassin. *Genet.Ressour. Crop Evol.*, 53(3):475-482 p.
- Fabbri A., Hormaza J.L. and Polito VS. (1995). Random amplified polymorphic DNA analysis of olive (*Olea europaea* L) cultivars. *J. Amer.Soc.Hort.Sci.*, 120: 538-542 p.
- Fantanazza G. et BaldiniL. (1990). Proposition pour un programme d'amélioration génétique de l'olivier. *Olivae*, 34 p.
- Fernandez-Escobar R. (1993). Techniques culturales pour le contrôle de la fructification chez l'olivier. *Olivae*,46:38-41p.
- GaninoT., Bartolini G. and Fabbri A. (2006). The classification of olive germplasm – A review. *Journal of Horticultural Sciences& Biotechnology* 81, (3): 319-334 p.

- Gemas VJ. Rijo-Johansen MJ. Tenreiro R. and Fevereiro P. (2000). Inter-and intra-varietal analysis of three *Olea europaea* L. cultivar using the RAPD technique. Journal of the American Society for Horticultural Science Biotechnology, 75: 312-319 p.
- Gemas VJ., Almadanim MC., Tenreiro R., Martins A. and Fevereiro P. (2004). Genetic diversity in the olive tree (*Olea europaea* L. Subsp. Cultivated in Portugal revealed by RAPD and ISSR markers, Genetic Resources and Crop Evolution, 51, (5): 501-511 p.
- Goldstein D.B. and Schlotterer C. (1999). Microsatellites. Evolution and application. Goldstein and Schlotterer, Oxford University Press, 176-178 p.
- Grati Kamoun N., Lamy Mahmoud F., Rebai A., Gargouri A., Panaud O. and Saar A. (2006). Genetic diversity of Tunisian olive tree (*Olea europaea* L.) cultivars assessed by AFLP markers. Genetic Resources and Crop Evolution, 53, 265-275 p.
- Green P.S. and Wickens G.E. (1989). The *Olea europaea* complex. The Davis & Hedge Festschrift, Ed. K, Edinburgh University Press, 287-299 p.
- Hauville A. (1953). La répartition des variétés d'olivier en Algérie et ses conséquences pratiques. Bulletin de la société agricole d'Algérie, 580 :1-8p.
- Heslop-Harrison J.S. (2000). Comparative genome organization in plants: from sequence and markers to chromatin and chromosomes. Plant Cell, 12: 617-635p.
- Heywood VH (1978). Flowering Plants of the world. Oxford, London, Melbourne: Oxford University Press. 336 p.
- Idrissi A. et Ouazzani N. (2003). Apport des descripteurs morphologiques à l'inventaire et à l'identification des variétés d'olivier (*Olea europaea* L.). PGR Newsletter, 136 : 1-10p.
- Ipek A., Barut E., Gulen H. and Ipek M. (2012). Assessment of inter-and intra-cultivar variation in olive using SSR markers. Sci. Agric (69), 5:327-335p.
- Jaccard P. (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vaud. Nat, 44 :223-270p.
- Jacoboni N. (1989). La propagation. Olivae, 25 : 26-30p.

- Johnson L.A.S. (1957). A review of the family Oleaceae. Contributions from the New South Wales National Herbarium, 2: 395-418p.
- Kaya H.B., Cetin O., Kaya H., Sohin M., Sefer F., Kahraman A. and Tanyola B. (2013). SNP Discovery by Illumina-Based Transcriptome Sequencing of the olive and the Genetic Characterization of Furkish Olive Genotypes Revealed by AFLP, SSR and SNP Markers. Plos one 8 (9): e 73674 dor: 10. 1371/ journal.Pone.0073674.
- Khadari B., Breton C., Moutier N., Roger JP., Besnard G., BervilléA. and Dosba F. (2003).The use of molecular markers for germplasm management in a French olive collection. Theor. Appl. Genet., 106: 521-529p.
- Khadari B. (2005). Domestication et flux de gènes chez une espèceméditerranéenne ligneuse et pérenne : l'Olivier, *Olea europaea* L. Thèse Université Abdelmalek Essaadi, Faculté des Sciences. Tetouan, 529p.
- Laaribi I., Mezghani Aiachi M. and Mars M. (2014). Phenotypic of some olive tree progenieissued from a Tunisian breeding program. European Scientif Journal 10 (6), 292-313 p.
- Labombarda P., Cipriani M. et Fontanazza G. (2002).Analisi AFLP della biodiversita di germoplasma olicoloumbro. Atti “Convegno Internazionale di olivicoltura”, Spoleto, Italy, 400-405p.
- Labombarda P. et Fantanazza G. (2004). I marcatori AFLP nello studio della biodiversita di olivo in Sicilia, con particolare riferimento alla provincial ennese. Atti convegno “ germoplasma olivicolo e tipicità dell’olivo” ,Perugia, Italy. 196-201p.
- Laval G., San Cristobal M. and Chevalet C. (2002). Measuring genetic distances between breeds: use of some distances in various short term evolution models. Genetic Selletion Evolution, 34: 481-507 p.
- Lebart L., Morineau A., Lambert T., Pleuvret P. (1993). SPAD-N version 2.5. Système portable pour l’analyse des données. Manuel de référence. Centre international des statistiques informatiques appliquées, Saint-Mande.

- Lefort F., Brachet S., Frascaria-Lacoste N., Edwards J. and Douglas GC. (1999). Identification and characterization of microsatellite loci in ash (*Fraxinus excelsior* L.) and their conservation in the olive family (Oleaceae). *Mol.Ecol.*, 8: 1075-1092p.
- Lenoir M. et Akerraz A. (1984) L'oléiculture dans le Maroc antique. *Olivae*, 3: 12-17p.
- Lesica P. et Allendorf F.W. (1999). Ecological genetics and the restoration of plant communities: min or match. *Restoration ecology* 7 (1); 42-50 p.
- Lopes SM., Mendonca D., SefcK M., Sabino Gil F. and Camara Machado A. (2004). Genetic evidence of intra-cultivar variability within Iberian olive cultivars. *Hort. Sci.* 39(7): 1562-1565p.
- Loukas M. and Krimbas C.B. (1983). History of Olive cultivars based on their genetic distances. *Journal of Horticultural Science*, 58: 121-127p.
- Loussert R. et Brousse G. (1978). L'olivier. Systématique et classification botanique. Edit Maisonneuve et Larousse, Paris. 437 p.
- Loussert R., (1989). L'oléiculture Marocaine : Situation actuelle et perspective d'avenir. Option méditerranéennes. In Allaya M. (ed). L'économie de l'olivier . Paris : CIHEAM, 1988/09 : 79-87 p.
- Lumaret R., Ouazzani N., Michaud H. and Villemur p. (1997). Cultivated olive and oleaster : two closely connected partners of the same species (*Olea europae* L.) : evidence from allozyme polymorphism. *Bocconea* 7: 39-42p.
- Lumaret R., Amane M., Ouazzani N., Baldoni L. and Debain C. (2000). Chloroplast DNA variation in the cultivated and wild olive taxa of genus *Olea* L. *Theoretical and applied Genetics*, 101: 547-553p.
- Lumaret R. et Ouazzani N. (2001). Ancient wild olives in Mediterranean forests. *Nature*, 413:700p.
- Markert CL. and Moller F. (1959). Multiple forms of enzymes: tissue, antogene and species specific patterns. *Proceedings of the National Academy Sciences of the USA*, 45: 753-763p.

- Martin C., Gonzales-Benito ME. And Iriondo JM. (1999). The use of genetic markers in the identification and characterization of three recently discovered populations of a threatened plant species. *Molecular ecology*, 8: 531-540p.
- Martin L. et Gendron A. 2004. *Méthodes statistiques appliquées à la psychologie : traitement de données avec Excel*. Trois-Rivières, Ed SMG, France.
- Mekuria GT., Collins G., Sedgley M. and LaveeS. (2001). Identification of genetic markers in olive linked to olive leaf-spot resistance and susceptibility. *J. Am.Soc.Hort.Sci.* 126: 305-308p.
- Mendil M. et Sebai A. (2006). *Catalogue national des variétés de l'olivier*. Ministère de l'agriculture. 100 p.
- Miller HN. (1949). Development of the leaf spot fungus in the olive leaf. *Phytopathology*, 39: 403-410p.
- Mnasri Rahmani S., Saddoud Dabbebi O. and Ferchichi A. 2013. The study of olive oil quality and morphological biodiversity of *Olea europaea* L. in the region of Hbebsa. *Journal of biodiversity and Environmental Science* 3(4), 59-66 p.
- Mnasri Rahmani S., Saddoud Dabbebi O., Ben S. and Ferchichi A. 2014. Morphological and molecular characterization of the main olive varieties cultivated in the region of Hbebsa (North West of Tunisia). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 5 (2): 87-93 p.
- Morettini A. (1954). Mutazioni gemmarie nell'olive loro applicazione per il miglioramento della coltura. *Italia Agricola*, 91 (12): 197-204p.
- Morgante M. and Olivieri AM. (1993). PCR amplified microsatellites as markers in plant genetic. *Plant J.* 3: 175-182p.
- Murray M. and Thompson W.F. (1990). Rapid isolation of high molecular-weight plant DNA. *Nucleic Acids Res*, 8: 4321-4325p.
- Muzzalupo I., Stefanizzi F. and Perri E. (2009a). Evaluation of olives cultivated in southern Italy by simple sequence repeat markers. *Hort. Science*, 44: 582-588p.

- Muzzalupo I., Stefanizzi F., Salimonti A., Falabella R. and Perri E. (2009b). Microsatellite markers for identification of a group of Italian olive accessions. *Scientia Agricola*, 66: 685-690p.
- Nei M. (1978). Estimation de la moyenne hétérozygotie, distance génétique entre populations. *Ann. Hum. Genet.* 89 :583-590 p.
- Nei M. (1987). *Molecular evolutionary genetics*. New York: Columbia University Press. 269-273 p.
- Nikoloudakis N., Banilas G., Gazis F., Hatzopoulos P. And Metzidakis J. (2003). Discrimination and genetic diversity among cultivated olives of Greece using RAPD markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128: 741-746p.
- Obaid R., Abu-Qaoud H. and Arafah R. 2014. Molecular characterization of three common olive (*Olea europaea L.*) cultivars in Palestine, using simple sequence repeat (SSR) markers. *Biotechnology and biotechnological Equipment*, 28 : 5, 813-817 p.
- Omrani-Sabbaghi A., Shahriari M., Falahati-Anbaran M., Mohammadi SA., Nankali A., Mardi M. and Ghareyazie B. (2007). Microsatellite markers based assessment of genetic diversity in Iranian olive (*Olea europaea L.*) collections. *Scientia Horticulturae*, 112 (4): 439-447p.
- Ouazzani N., Lumaret R., Villemur P. and Giusto FD. (1993) Leaf allozyme variation in cultivated and wild olive trees (*Olea europaea L.*). *Journal of Heredity*, 84 : 34-42p.
- Ouazzani N., Lumaret R. and Villemur P. (1994). An evaluation of approach the genetic variability of olive tree (*Olea europaea L.*) using enzymatic markers. *Acta Hort*, 356: 91-94p.
- Ouazzani N., Lumaret R., and Villemur P. (1995). Apport du polymorphisme alloenzymatique à l'identification variétale de l'olivier. *Agronomie*, 15 :31-37p.
- Owen CA., Bitá EC., Banilas G., Hajjar SE., Sellianakis V., Aksoy U., Hepaksoy S., Chamoun R., Talhook SN., Metzidakis I., Hatzopoulos P. and Kalaitzis P. (2005). AFLP reveals structural details of genetic diversity within cultivated olive germplasm from the Eastern Mediterranean. *Theoretic and Applied Genetics*, 110: 1169-1176p.

- Pagnol J. (1985). L'olivier. 3ème Ed. Aubanel, 174 p.
- Palmieri L., Vietina M., Bottura C., Domini P. et Marmioli N. (2004). SNP development in olive and their application on varietal determination in olive oil. Proceedings of the XLVIII Italian Society of agricultural Genetics SIFV-SIGA Joint Meeting, Italy- 15/18.
- Para-Lobato MC., Delgado-Martinez FJ. And Gomez-Jimenez MC. (2012). Morphological Traits and RAPD markers for Characterization and identification of minor Spanish olive cultivars from the Extremadura region Genetics and Molecular Research 11(3):2401-2411p.
- Pastor Munoz M. (1989). La taille de l'olivier (COI). Manuel pratique d'oléiculture, 108 p.
- Pastor Munoz M. et Cobo M. (1990). Non-labour et autres systèmes de labourage réduit en oléiculture. *Olivae*, 18-30 p.
- Perri E., Siriani R., Goldino G. and Tartarini S. (1999). Characterization of Italian olive tree (*Olea europaea* L.) Cultivars by statistical and molecular methods. III International Symposium on Olive Growing. Chania (Greece), April 1999, ISHS Acta Horticulturae, 474p.
- Poli M. (1979). L'alternance de la production de l'olivier. Etude bibliographique Edit. COI, n°11, 84p.
- Poljuha D., Sladoja B., Setic E., Milotic A., Bandelj E., Jakse J. and Javornik B. (2008). DNA fingerprinting of olive varieties in Istria (Croatia) by microsatellite markers. *Scientia Horticulturae*, 115, 347-354p.
- Pontikis C. A., Loukas M. and Kousounis G. (1980). The use of biochemical markers to distinguish olive cultivars. *J. Hort. Sci*, 55(4): 333-343p.
- Prado E., Faivre Rampant P. et Part D. (1999). Analyse du génome des arbres forestiers-applications à la gestion des ressources génétiques. INRA, Orléans, 122p.
- Rallo L. et Cidraes F. (1975). Amélioration végétale de l'Olivier. II^{ème} séminaire oléicole international, Cordobba, Espagne, 24-40 p.

- Rallo P., Dorado G. and Martin A. (2000). Development of simple Sequence Repeats (SSRs) in Olive tree (*Olea europaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 101:984-989p.
- Rallo P., Tenzer I., Gessler C., Baldoni L., Dorado G. and Martin A. (2003). Transferability of olive microsatellite loci across the genus *Olea*. *Theor. Appl. Genet.* 107: 940-946p.
- Reale S., Doveri S., Diaz A., Angiolillo A., Lucentini L., Pilla F., Martin A., Donini P. and Lee D. (2006). SNP-based markers for discriminating olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Genome*, 49, 1193-1205p.
- Rekik I., Salimonti A., Kammoun N.G., Lepais O., Gerber S., Perri E. and Rebai A. (2008). Characterization and identification of Tunisian olive tree varieties by microsatellite markers. *Hort. Sciences*, 43: 1371-1376p.
- Rekik I., Gratikammoun N., Makhoulfi E. and Rebai A. (2010). Discovery and potential of SNP markers in characterization of Tunisian olive germplasm. *Diversity* 2: 17-27 p.
- Roselli G., Vendramin G. and Rossi P. (1990). Patterns isoenzimatici in cultivar di olivo. *Atti Xxxiv Convegno Societa Di Genetica Agraria, Lecce, Italy*.
- Roselli G., Petruccelli R., Polsinelli L. and Cavalieri D. (2002). Variability in five olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Journal of Genetics and Breeding*, 56: 51-60p.
- Rotondi A., Magli M., Ricciolini C. and Baldoni L. 2003. Morphological and molecular analyses for the characterization of a group of Italian olive cultivars. *Euphytica* ,132: 129-137 p.
- Ruby M.J. (1917) Recherches morphologiques et al biologiques sur l'olivier et sur ses variétés cultivées en France. *Annales des Sciences Naturelles, Paris*, 20 : 1-287p.
- Rugini E. and Fedeli E. (1990). Olive as an oilseed crop. In : *Biotechnology in Agriculture and Forestry. Legumes and Oilseed Crops* (ED. Y. P. S. Bajab). Springer-Verlag, Berlin, Germany. 593-641 p.
- Rugini E. and Lavee S. (1992). Olive. In: *Hammerschalag FA, Litz RE (eds) Biotechnology of Perennial Fruit Crops*. C. A. B. International, Wallingford, pp371-382.

- Sambrouk J. and Russell D.W. (2001). Molecular cloning. A Laboratory Manual, New York Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.1885p.
- Santoni S., Faivre-Rampant P., Prado E. et Prat D. (2000). Marqueurs moléculaires pour l'analyse des ressources génétiques et l'amélioration des plantes. Cahiers d'études et de recherches francophones/Agricultures, 9 (4) : 311-327p.
- Sarri V., Baldoni L., Porceddu A., Cultrera N. G. M. Contento A., Frediani M., Belaj A., Trujillo I. and Gionini P. G. (2006). Microsatellite markers are powerful tools for discriminating among olive cultivars and assigning them to geographically defined population. Genome, 49: 1606-1615 P.
- Saumitou-Laprade P., Vassiliadis C., Epplen J.T. and Hardt C. (2000). Isolation of microsatellites loci for partenity testing in *phillyrea angustifolia* L. (Oleaceae). Mol. Ecol, 9:112-114p.
- Scaramuzzi F. and Roselli G. (1984). Olive genetic improvement. 10th Red Eur. Olive Cordoue, Espagne.
- Sefc KM., Lopes MS., Mendonca D., Rodrigues Dos Santos M., Laimer Da Camara Machado M. and Da Camara Machado A. (2000). Identification of microsatellite loci in olive (*Olea europaea*) and their characterization in Italian and Iberian olive trees Mol. Ecol, 9:1171-1193p.
- Sneath P.H.A. and Sokal R.R. (1973). Numerical taxonomy. Freeman, San Francisco, 573 p.
- Sokal R.R. and Michener D. (1968). A statistical method for evaluating systematic relationships. Univ. Kansas Sci. Bull, 38:1409-1438p.
- Staub JE., KuhnsLj., May B. and Grun P. (1982). Stability of potato tuber isozymes under different storage regimes. J. Am. Sci, 107: 405-408p.
- Stutte G. W. and Martin G.C. (1986a). Effet of light intensity and carbohydrate reserves on flowing in olive. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(1): 27-31p.
- Stutte G. W. and Martin G.C. (1986b). Effet of Killing the seed on return bloom of olive. Scientia horticulturae, 29: 107-113p.

- Taamalli W., Geuna F., Bassi D., Daoud D. and Zarrouk M. (2008). SSR marker based DNA fingerprinting of Tunisian Olive (*Olea europaea* L.) varieties. *Journal of Agronomy*, 7: 176-181p.
- Taylor H. (1945). Cyto-taxonomy and phylogeny of the Oleaceae. *Brittonia*, 5:337-367p.
- Terral JF. (1997). Début de la domestication de l'olivier (*Olea europaea* L.) en Méditerranée nord-occidentale, mise en évidence par l'analyse morphométrique appliquée à du matériel anthracologique. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 324 (III a) : 417-425p.
- Toth G. and Jurka J (2000). Microsatellites in different eukaryotic genomes: survey and analysis. *Genomes Res.* 10: 967-981p.
- Trujillo I., Rallo L. and Arus P. (1995). Identifying olive cultivars by isozyme analysis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120: 318-324p.
- Vargas P. and Kadereit J.W. (2001). Molecular fingerprinting evidence (ISSR, Inter-simple Sequence Repeats) for a wild status of *Olea europaea* L. (Oleaceae) in the Eurosiberian North of the Iberian Peninsula. *Flora*, 196:146-152p.
- Varshney RK., Chabane K., Hendre P.S., Aggawal R.K. and Graner A. (2007). Comparative assesment of EST-SSR, EST-SNP and AFLP markers for evaluation of genetic diversity and conservation of genetic resources using wild, cultivated and elite barleys. *Plant Science*, 173: 638-649
- Vergari G., Patuma M. et Fontanazza G. (1996). Utilisation des marqueurs RAPD pour la caractérisation du germoplasme d'olivier. *Olivae*, 60 : 19-22p.
- Villemur P. et Delmas J. M. (1978). Croissance-développement chez l'olivier et alternance de la production. Séminaire sur l'olivier et autres plantes oléagineuses cultivées en Tunisie, Mahdia, 3-7 Juillet.
- Villemur P. et Delmas J. M. (1981). A propos de quelques facteurs du rendement en culture intensive de l'olivier. Séminaire international de Marakech, 115-125p.

- Vos P., Hogers R., Bleeker M., Reijans M., Van De Lee T., Hornes M., Frijters A., Pot J., Peleman J., Kuiper M. and Zabeau M. (1995). AFLP : a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res*, 23: 4407-4414p.
- Ward J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc*, 58:236-244p.
- Yan J., Yang X., Shah T., Sánchez-Villeda H., Li J., Warburton M., Zhou Y., Crouch J. H. and Xu Y. (2009). High-throughput SNP genotyping with the Golden Gate assay in maize. *Molecular Breeding*, 25: 441-451p.
- Zaher H., Boulouha B., Baaziz M., Sikaou L., Gaboun F. and Udupa S.M. (2011). Morphological and genetic diversity in olive (*Olea europaea* subsp. *europaea* L.) clones and varieties. *Plant Omics Journal*, 4(7):370-376 p.
- Ziliotto F., Barcaccia G., Baldoni L. Et Tonutti P. (2002). Identificazione e caratterizzazione di alcune cultivar di olivo. *L'Informatore Agrario*, 15: 115-118 p.
- Zohary D. and Hopf M. (2000). Domestication of plants in the old world: the origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley. Oxford Univ. Press, New York.
- Zohary D. and Spiegel-Roy P. (1975). Beginnings of fruit growing in the Old World. *Science*, 187: 319-327p.

Annexe 1 :Protocole d'extraction de l'ADN

L'ADN a été extrait à partir des jeunes feuilles :

- Broyage du matériel végétal dans l'azote liquide pour permettre l'éclatement des tissus et la libération des noyaux.
- La poudre obtenue est mise en solution fortement saline qui contient le tampon d'extraction (55mM de CTAB, 1.4 M NaCl, 20mM EDTA et 100mM Tris, pH 8.0) Pour permettre l'éclatement des noyaux et la solubilisation des acides nucléiques.

A la sortie du bain marie, on ajoute à chaque tube 16ml d'un mélange 24 :1 du chloroforme et de l'alcool iso amylique, mélangé délicatement d'être centrifugé à 5000 rpm pendant 10 min à 4°C.

La phase supérieure du liquide est transférée dans un tube auquel, on ajoute 60 à 80 µl de ARNase[10mg/ml] pour éliminer l'ARN.

- Purification par extraction des protéines et des polysaccharides.
- Après incubation des tubes dans l'étuve à 37°C pendant une heure, faire sortir les tubes et ajouter dans chaque tube 30ml d'éthanol absolu froid entraînant et la précipitation rapide de L'ADN.
- Récupération des filaments de l'ADN dans des tubes Eppendorf avec 600 à 700µl d'éthanol à 70% pour les laver des impuretés
- Centrifugation des tubes ensuite pendant 45 secondes à une vitesse de 1300rpm
- Après lavage, les tubes sont maintenus ouverts à l'air 15 à 20 min pour permettre l'évaporation totale de l'éthanol. L'ADN est resuspendu par la suite en ajoutant 300 à 400 µl de TE (10mM Tris-HCl, 1mM EDTA, pH 8.0).

Annexe 2 : Caractères morphologiques quantitatifs des 15 cultivars

1- Caractères de la feuille et de l'inflorescence

| Cultivars | Caractères de la feuille | | | Caractères de l'inflorescence | |
|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | Longueur de la feuille (L) | Largeur de la feuille (l) | Forme de la feuille (L/l) | Longueur de l'inflorescence | Nbr de fleurs/inflorescence |
| Kerdoussi | Moyenne (60,57) | Moyenne (13,65) | E. Lancéolée (4,44) | Elevée (36,37) | Moyen (18,45) |
| Rouihni | Moyenne (52,47) | Moyenne (14,35) | Elliptique (3,70) | Moyenne (31,10) | Moyen (22,72) |
| Lokchiri | Elevée (76,45) | Elevée (15,47) | E. lancéolée (4,98) | Elevée (46,80) | Elevé (27,27) |
| Chetoui | Moyenne (54,92) | Moyenne (11,20) | E. lancéolée (5,02) | Moyenne (26,17) | Moyen (21,00) |
| Blilti | Moyenne (61,22) | Moyenne (12,20) | E. lancéolée (5,05) | Moyenne (26,75) | Moyen (23,42) |
| Braouki | Moyenne (61,57) | Moyenne (12,66) | E. lancéolée (4,91) | Moyenne (26,20) | Moyen (23,95) |
| El-kharfi | Moyenne (56,03) | Reduit (9,75) | E. lancéolée (5,53) | Moyenne (32,37) | Moyen (20,92) |
| Lohmiri | Moyenne (65,32) | Moyenne (14,60) | E. lancéolée (4,50) | Elevée (43,47) | Elevé (36,00) |
| Chemlal | Moyenne (57,32) | Moyenne (11,42) | E. lancéolée (5,05) | Moyenne (28,02) | Moyen (23,55) |
| Derdouri | Reduite (43,12) | Moyenne (11,85) | Elliptique (3,66) | Moyenne (28,52) | Moyen (18,42) |
| Zeraj | Moyenne (52,05) | Moyenne (13,62) | Elliptique (3,84) | Moyenne (25,22) | Réduit (15,95) |
| Balbal | Moyenne (57,20) | Moyenne (11,07) | E. lancéolée (5,19) | Moyenne (31,60) | Moyen (23,62) |
| Bouricha | Moyenne (67,20) | Moyenne (14,92) | E. lancéolée (4,56) | Elevée (40,10) | Moyen (22,72) |
| Lahmar | Moyenne (64,10) | Moyenne (14,52) | E. lancéolée (4,43) | Elevée (44,22) | Elevé (30,15) |
| Laaninbi | Moyenne (59,65) | Elevée (15,38) | Elliptique (3,91) | Moyenne (27,27) | Moyen (21,17) |

Annexes

2. Caractères du fruit

| Cultivars | Symétrie (en position A) | Position du \emptyset transversal maximal (en position B) | Sommet (en position A) | Base (en position A) | Mamelon | Présence de lenticelles | Dimensions des lenticelles |
|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
| Kerdoussi | Légèrement asymétrique | Centrale | Arrondi | Arrondie | Absent | Peu nombreuse | Grande |
| Rouihni | Asymétrique | Vers le sommet | Arrondi | Tronquée | Absent | Nombreuse | Petite |
| Lokchiri | Légèrement asymétrique | Centrale | Arrondi | Arrondie | Absent | Nombreuse | Petite |
| Chetoui | Légèrement asymétrique | Centrale | Pointu | Arrondie | ébauché | Peu nombreuse | Grande |
| Bliti | Asymétrique | Centrale | Pointu | Tronquée | Présent | Nombreuse | Petite |
| Braouki | Légèrement asymétrique | Centrale | Pointu | Tronqué | Absent | Nombreuse | Petite |
| El-kharfi | Asymétrique | Centrale | Pointu | Arrondie | Absent | Peu nombreuse | Grande |
| Lohmiri | Symétrique | Vers la base | arrondi | Arrondie | Absent | Nombreuse | Petite |
| Chemlal | Symétrique | Centrale | Pointu | Arrondie | Absent | Nombreuse | Petite |
| Derdouri | Symétrique | Centrale | Arrondi | Arrondie | Absent | Nombreuse | Petite |
| Zeraj | Légèrement asymétrique | Vers la base | Pointu | Arrondie | Ebauché | Peu nombreuse | Grande |
| Balbal | Légèrement asymétrique | Vers la base | Arrondi | Tronqué | Présent | Nombreuse | Petite |
| Bouricha | Légèrement asymétrique | vers le sommet | Pointu | Tronquée | Absent | Nombreuse | Petite |
| Lahmar | Légèrement asymétrique | Centrale | Arrondi | Tronquée | Absent | Nombreuse | Petite |
| Laaninbi | Asymétrique | Vers le sommet | pointu | Tronquée | absent | nombreuse | petite |

3. Caractères du fruit et de l'endocarpe

| Cultivars | Caractères du fruit | | Caractères de l'endocarpe | | |
|------------------|----------------------|----------------|----------------------------|----------------------|------------------------------|
| | Forme du fruit (L/l) | Poids du fruit | Forme de l'endocarpe (L/l) | Poids de l'endocarpe | Nbr Sillons fibrovasculaires |
| Kerdoussi | Ovoïde (1,36) | Moyen (2,91) | Elliptique (1,93) | Moyen (7,70) | Moyen (0,43) |
| Rouihni | Allongée (1,53) | Réduit (1,95) | Elliptique (2,08) | Moyen (7,52) | Elevé (0,48) |
| Lokchiri | Allongée (1,69) | Moyen (2,83) | Allongée (2,35) | Moyen (8,42) | Elevé (0,47) |
| Chetoui | Allongée (1,51) | Moyen (2,27) | Allongée (2,21) | Réduit (6,67) | Moyen (0,30) |
| Bliti | Allongée (1,66) | Réduit (1,77) | Allongée (2,31) | Moyen (8,32) | Elevé (0,47) |
| Braouki | Ovoïde (1,41) | Réduit (1,26) | Elliptique (1,94) | Moyen (8,75) | Réduit (0,26) |
| El-kharfi | Ovoïde (1,38) | Réduit (1,44) | Elliptique (1,83) | Réduit (6,62) | Réduit (0,28) |
| Lohmiri | Ovoïde (1,26) | Réduit (1,16) | Ovoïde (1,64) | Moyen (8,67) | Moyen (0,30) |
| Chemlal | Ovoïde (1,39) | Réduit (0,96) | Ovoïde (1,59) | Réduit (5,07) | Réduit (0,22) |
| Derdouri | Ovoïde (1,26) | Réduit (0,93) | Ovoïde (1,68) | Réduit (6,97) | Réduit (0,15) |
| Zeraj | Allongée (1,48) | Réduit (1,94) | Elliptique (2,07) | Moyen (8,57) | Moyen (0,45) |
| Balbal | Ovoïde (1,34) | Elevé (5,84) | Elliptique (1,98) | Elevé (11,05) | Elevé (1,02) |
| Bouricha | Allongée (1,56) | Réduit (1,24) | Elliptique (1,80) | Réduit (6,52) | Moyen (0,31) |
| Lahmar | Ovoïde (1,35) | Moyen (2,50) | Elliptique (2,02) | Réduit (5,17) | Elevé (0,71) |
| Laaninbi | Allongée (1,78) | Réduit (1,67) | Allongée | Moyen (8,80) | Moyen (0,34) |

Annexes

4. Caractères de l'endocarpe

| Cultivars | Symétrie (en position A) | Position du diamètre trans maxi (position B) | Sommet (en position A) | Base (en position A) | Surface | Extrémité du sommet |
|------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|
| Kerdoussi | Légèrement asymétrique | Vers le sommet | Pointu | arrondie | Raboteuse | Avec mucron |
| Rouihni | Asymétrique | Vers le sommet | Pointu | arrondie | Lisse | Avec mucron |
| Lokchiri | Légèrement asymétrique | Vers le sommet | Pointu | arrondie | Rugueuse | Avec mucron |
| Chetoui | Légèrement asymétrique | Vers le sommet | Pointu | pointue | Lisse | Avec mucron |
| Bliti | Légèrement asymétrique | Vers le sommet | Pointu | pointue | Rugueuse | Avec mucron |
| Braouki | Légèrement asymétrique | Vers le sommet | Pointu | arrondie | Rugueuse | Avec mucron |
| El-kharfi | Légèrement asymétrique | centrale | Pointu | arrondie | lisse | Avec mucron |
| Lohmiri | Légèrement asymétrique | Vers le sommet | Pointu | arrondie | Rugueuse | Avec mucron |
| Chemlal | Symétrique | centrale | Pointu | arrondie | Lisse | Avec mucron |
| Derdouri | Symétrique | centrale | Arrondi | arrondie | Lisse | Avec mucron |
| Zeraj | Légèrement asymétrique | centrale | Pointu | arrondie | Lisse | Avec mucron |
| Balbal | Légèrement asymétrique | Vers le sommet | Pointu | arrondie | Raboteuse | Avec mucron |
| Bouricha | Légèrement asymétrique | centrale | Pointu | pointue | Lisse | Avec mucron |
| Lahmar | Asymétrique | Vers le sommet | Pointu | arrondie | Rugueuse | Avec mucron |
| Laaninbi | Légèrement asymétrique | Vers le sommet | Pointu | arrondie | Rugueuse | Avec mucron |

Annexe 3: Résultat de l'analyse de la variance (caractères morphologiques quantitatifs).**Analyse de la variance de la longueur de feuille**

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|-------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 32580,6 | 2327,2 | 78,08 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 17405,3 | 29,8 | | |
| Total corrigé | 599 | 49985,9 | | | |

Analyse de la variance de la largeur de la feuille

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|-------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 1810,13 | 129,29 | 49,64 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 1520,99 | 2,60 | | |
| Total corrigé | 599 | 3331,12 | | | |

Analyse de la variance du rapport L/l de la feuille

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 261,705 | 18,693 | 4,44 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 2456,824 | 4,207 | | |
| Total corrigé | 599 | 2718,529 | | | |

Analyse de la variance de la longueur de l'inflorescence

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|-------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 30130,6 | 2152,2 | 67,41 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 18677,3 | 31,9 | | |
| Total corrigé | 599 | 48807,9 | | | |

Analyse de la variance du nombre de fleur par inflorescence

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|-------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 14932,3 | 1066,6 | 45,79 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 13626,9 | 23,3 | | |
| Total corrigé | 599 | 28559,2 | | | |

Analyse de la variance de la longueur du fruit

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 6169,86 | 440,70 | 209,89 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 1228,33 | 2,10 | | |
| Total corrigé | 599 | 7398,19 | | | |

Analyse de la variance de la largeur du fruit

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 3014,58 | 215,33 | 140,85 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 894,33 | 1,53 | | |
| Total corrigé | 599 | 3908,91 | | | |

Analyse de la variance du rapport L/l du fruit

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 22,983 | 1,641 | 3,41 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 282,025 | 0,482 | | |
| Total corrigé | 599 | 305,009 | | | |

Analyse de la variance du poids du fruit

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 824,046 | 58,860 | 577,43 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 59,632 | 0,102 | | |
| Total corrigé | 599 | 883,678 | | | |

Analyse de la variance de la longueur de l'endocarpe

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 18273,6 | 1305,3 | 780,68 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 978,1 | 1,7 | | |
| Total corrigé | 599 | 19251,7 | | | |

Analyse de la variance de la largeur de l'endocarpe

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 4480,07 | 320,00 | 591,09 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 316,71 | 0,54 | | |
| Total corrigé | 599 | 4796,78 | | | |

Analyse de la variance du rapport L/l de l'endocarpe

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 475,36 | 33,95 | 0,85 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 23269,38 | 39,78 | | |
| Total corrigé | 599 | 23744,74 | | | |

Analyse de la variance du poids de l'endocarpe

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 26,7045 | 1,9075 | 202,65 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 5,5064 | 0,0094 | | |
| Total corrigé | 599 | 32,2110 | | | |

Analyse de la variance du nombre de sillons fibrovasculaire

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | P |
|------------------|-----|------------------|--------------------|-------|----------|
| Facteur contrôlé | 14 | 1342,033 | 95,860 | 42,33 | 0,000*** |
| Erreur | 585 | 1324,925 | 2,265 | | |
| Total corrigé | 599 | 2666,958 | | | |

Regroupement des cultivars par la méthode de Tukey au seuil de sécurité 95 %.Longueur de la feuille

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|---|
| Lokchiri | 40 | 76,2 | A | | | | | | | | | | | | | | |
| Bouricha | 40 | 67,7 | | B | | | | | | | | | | | | | |
| Lohmiri | 39 | 65,3 | | B | C | | | | | | | | | | | | |
| Lahmar | 40 | 64,2 | | B | C | D | | | | | | | | | | | |
| Braouki | 40 | 61,6 | | | C | D | E | | | | | | | | | | |
| Bilti | 40 | 61,1 | | | | D | E | F | | | | | | | | | |
| Kerdoussi | 40 | 60,6 | | | | D | E | F | | | | | | | | | |
| Laaninbi | 40 | 59,6 | | | | | E | F | G | | | | | | | | |
| Balbal | 40 | 57,9 | | | | | E | F | G | H | | | | | | | |
| Chemlal | 40 | 57,3 | | | | | | F | G | H | | | | | | | |
| El-kharfi | 40 | 55,9 | | | | | | | G | H | I | | | | | | |
| Chitoui | 40 | 55,2 | | | | | | | | H | I | | | | | | |
| Rouihni | 40 | 53,0 | | | | | | | | | | I | | | | | |
| Zeraj | 40 | 52,0 | | | | | | | | | | | I | | | | |
| Derdouri | 40 | 43,1 | | | | | | | | | | | | | | | J |

Largeur de la feuille

| Variétés | Nbr | Moy | groupe | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|---|---|
| Lokchiri | 40 | 15,5 | A | | | | |
| Laaninbi | 40 | 15,4 | A | | | | |
| Bouricha | 40 | 14,9 | A | | | | |
| Lahmar | 40 | 14,6 | A | B | | | |
| Lohmiri | 39 | 14,6 | A | B | | | |
| Rouihni | 40 | 14,3 | A | B | | | |
| Kerdoussi | 40 | 13,6 | | B | C | | |
| Zeraj | 40 | 13,6 | | B | C | | |
| Braouki | 40 | 12,7 | | | C | D | |
| Blilti | 40 | 12,2 | | | | D | E |
| Derdouri | 40 | 11,9 | | | | D | E |
| Chemlal | 40 | 11,4 | | | | | E |
| Chitoui | 40 | 11,2 | | | | | E |
| Balbal | 40 | 11,1 | | | | | E |
| El-kharfi | 40 | 9,7 | | | | | F |

Forme de la feuille (L/l)

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | |
|-----------|-----|-----|--------|---|
| Lohmiri | 39 | 5,8 | A | |
| El-kharfi | 40 | 5,8 | A | |
| Balbal | 40 | 5,2 | A | B |
| Blilti | 40 | 5,1 | A | B |
| Chemlal | 40 | 5,1 | A | B |
| Chitoui | 40 | 5,0 | A | B |
| Lokchiri | 40 | 5,0 | A | B |
| Braouki | 40 | 4,9 | A | B |
| Bouricha | 40 | 4,6 | A | B |
| Kerdoussi | 40 | 4,4 | A | B |
| Lahmar | 40 | 4,4 | A | B |
| Laaninbi | 40 | 3,9 | | B |
| Zeraj | 40 | 3,8 | | B |
| Rouihni | 40 | 3,7 | | B |
| Derdouri | 40 | 3,6 | | B |

Longueur de la grappe

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | | | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|---|---|---|---|
| Lokchiri | 40 | 46,8 | A | | | | | | |
| Lahmar | 40 | 44,0 | A | B | | | | | |
| Lohmiri | 40 | 43,5 | A | B | | | | | |
| Bouricha | 40 | 40,1 | | B | C | | | | |
| Kerdoussi | 40 | 36,4 | | | C | D | | | |
| Rouihni | 40 | 33,1 | | | | D | E | | |
| El-kharfi | 40 | 32,4 | | | | D | E | F | |
| Belbal | 40 | 31,4 | | | | | E | F | G |
| Derdouri | 40 | 28,5 | | | | | | F | G |
| Chemlal | 40 | 28,0 | | | | | | | G |
| Laaninbi | 40 | 27,3 | | | | | | | H |
| Biliti | 40 | 26,8 | | | | | | | H |
| Braouki | 40 | 26,4 | | | | | | | H |
| Chetoui | 40 | 26,1 | | | | | | | H |
| Zeraj | 40 | 25,2 | | | | | | | H |

Nbr de fleur/inflorescence

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | | | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|---|---|---|---|
| Lohmiri | 40 | 36,5 | A | | | | | | |
| Lahmar | 40 | 30,1 | | B | | | | | |
| Lkchiri | 40 | 27,8 | | B | | | | | |
| Belbal | 40 | 23,6 | | | C | | | | |
| Chemlal | 40 | 23,6 | | | C | | | | |
| Biliti | 40 | 23,4 | | | C | | | | |
| Rouihni | 40 | 22,7 | | | C | D | | | |
| Bouricha | 40 | 22,7 | | | C | D | | | |
| Braouki | 40 | 22,0 | | | C | D | E | | |
| Laaninbi | 40 | 21,2 | | | C | D | E | F | |
| Chetoui | 40 | 21,0 | | | C | D | E | F | |
| El-kharfi | 40 | 19,6 | | | | D | E | F | G |
| Kerdoussi | 40 | 18,5 | | | | | E | F | G |
| Derdouri | 40 | 17,9 | | | | | | F | G |
| Zeraj | 40 | 15,9 | | | | | | | G |

Longueur fruit

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Balbal | 40 | 25,3 | A | | | | | | | | | | |
| Lokchiri | 40 | 23,7 | | B | | | | | | | | | |
| Chemlal | 40 | 21,4 | | | C | | | | | | | | |
| Kerdoussi | 40 | 21,4 | | | C | | | | | | | | |
| Laaninbi | 40 | 20,8 | | | C | D | | | | | | | |
| Blilti | 40 | 20,2 | | | | D | E | | | | | | |
| Zeraj | 40 | 19,3 | | | | | E | F | | | | | |
| Lahmar | 40 | 19,0 | | | | | | F | G | | | | |
| Chetoui | 40 | 19,0 | | | | | | F | G | | | | |
| Rouihni | 40 | 18,2 | | | | | | | G | H | | | |
| El-kharfi | 40 | 17,5 | | | | | | | | H | | | |
| Braouki | 40 | 16,3 | | | | | | | I | | | | |
| Bouricha | 40 | 15,0 | | | | | | | | | J | | |
| Lohmiri | 40 | 14,5 | | | | | | | | J | | K | |
| Derdouri | 40 | 13,5 | | | | | | | | | | | K |

Largeur fruit

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|---|---|---|--|--|--|---|--|
| Balbal | 40 | 18,8 | A | | | | | | | | | | |
| Kerdoussi | 40 | 15,7 | | B | | | | | | | | | |
| Chemlal | 40 | 15,4 | | B | | | | | | | | | |
| Lahmar | 40 | 14,1 | | | C | | | | | | | | |
| Lokchiri | 40 | 14,0 | | | C | | | | | | | | |
| Zeraj | 40 | 13,1 | | | | D | | | | | | | |
| Chetoui | 40 | 12,5 | | | | D | E | | | | | | |
| El-kharfi | 40 | 12,2 | | | | D | E | F | | | | | |
| Blilti | 40 | 12,2 | | | | D | E | F | | | | | |
| Rouihni | 40 | 11,9 | | | | | E | F | | | | | |
| Laaninbi | 40 | 11,7 | | | | | E | F | | | | | |
| Braouki | 40 | 11,6 | | | | | E | F | | | | | |
| Lohmiri | 40 | 11,4 | | | | | | F | | | | | |
| Derdouri | 40 | 10,1 | | | | | | | | | | G | |
| Bouricha | 40 | 9,9 | | | | | | | | | | G | |

Forme du fruit L/I

| Variétés | Nbr | Moy | groupe | | |
|-----------|-----|-----|--------|---|---|
| Bouricha | 40 | 2,0 | A | | |
| Laaninbi | 40 | 1,8 | A | B | |
| Lokchiri | 40 | 1,7 | A | B | C |
| Blilti | 40 | 1,7 | A | B | C |
| Rouihni | 40 | 1,5 | A | B | C |
| Chetoui | 40 | 1,5 | A | B | C |
| Zeraj | 40 | 1,5 | | B | C |
| El-kharfi | 40 | 1,4 | | B | C |
| Braouki | 40 | 1,4 | | B | C |
| Chemlal | 40 | 1,4 | | B | C |
| Kerdoussi | 40 | 1,4 | | B | C |
| Lahmar | 40 | 1,4 | | B | C |
| Balbal | 40 | 1,3 | | B | C |
| Lohmiri | 40 | 1,3 | | B | C |
| Derdouri | 40 | 1,3 | | | C |

Poids du fruit

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| Balbal | 40 | 5,8 | A | | | | | | | |
| Kerdoussi | 40 | 2,9 | | B | | | | | | |
| Lokchiri | 40 | 2,8 | | B | | | | | | |
| Lohmiri | 40 | 2,8 | | B | | | | | | |
| Lahmar | 40 | 2,5 | | | C | | | | | |
| Chetoui | 40 | 2,3 | | | C | | | | | |
| Zeraj | 40 | 1,9 | | | | D | | | | |
| Rouihni | 40 | 1,9 | | | | D | | | | |
| Blilti | 40 | 1,8 | | | | D | E | | | |
| Laaninbi | 40 | 1,7 | | | | | E | | | |
| El-kharfi | 40 | 1,4 | | | | | | F | | |
| Braouki | 40 | 1,3 | | | | | | F | | |
| Bouricha | 40 | 1,2 | | | | | | F | G | |
| Chemlal | 40 | 1,0 | | | | | | | G | H |
| Derdouri | 40 | 0,9 | | | | | | | | H |

Forme de l'endocarpe

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe |
|-----------|-----|-----|--------|
| Chemlal | 40 | 5,4 | A |
| Laaninbi | 40 | 2,7 | A |
| Lokchiri | 40 | 2,4 | A |
| Biliti | 40 | 2,3 | A |
| Chetoui | 40 | 2,2 | A |
| Rouihni | 40 | 2,1 | A |
| Zeraj | 40 | 2,1 | A |
| Lahmar | 40 | 2,0 | A |
| Balbal | 40 | 2,0 | A |
| Braouki | 40 | 1,9 | A |
| Kerdoussi | 40 | 1,9 | A |
| El-kharfi | 40 | 1,8 | A |
| Bouricha | 40 | 1,8 | A |
| Derdouri | 40 | 1,7 | A |
| lohmiri | 40 | 1,6 | A |

Nbr sillons fibrovasculaire

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|---|---|---|
| Balbal | 40 | 11,0 | A | | | | | |
| Laaninbi | 40 | 8,8 | | B | | | | |
| Braouki | 40 | 8,8 | | B | | | | |
| Lohmiri | 40 | 8,7 | | B | | | | |
| Zeraj | 40 | 8,6 | | B | C | | | |
| Lokchiri | 40 | 8,4 | | B | C | | | |
| Biliti | 40 | 8,3 | | B | C | | | |
| Kerdoussi | 40 | 7,7 | | B | C | D | | |
| Rouihni | 40 | 7,5 | | | C | D | E | |
| Derdouri | 40 | 7,0 | | | | D | E | |
| Chetoui | 40 | 6,7 | | | | D | E | |
| El-kharfi | 40 | 6,6 | | | | D | E | |
| Bouricha | 40 | 6,5 | | | | | E | |
| Lahmar | 40 | 5,2 | | | | | | F |
| Chemlal | 40 | 5,1 | | | | | | F |

Poids de l'endocarpe

| Variétés | Nbr | Moy | Groupe | | | | | | |
|-----------|-----|-----|--------|---|---|---|---|---|---|
| Balbal | 40 | 1,0 | A | | | | | | |
| Lahmar | 40 | 0,7 | | B | | | | | |
| Rouihni | 40 | 0,5 | | | C | | | | |
| Bliti | 40 | 0,5 | | | C | | | | |
| Lokchiri | 40 | 0,5 | | | C | | | | |
| Zeraj | 40 | 0,5 | | | C | | | | |
| Kerdoussi | 40 | 0,4 | | | C | | | | |
| Laaninbi | 40 | 0,3 | | | | D | | | |
| Bouricha | 40 | 0,3 | | | | D | | | |
| Lohmiri | 40 | 0,3 | | | | D | | | |
| El-kharfi | 40 | 0,3 | | | | D | E | | |
| Chetoui | 40 | 0,3 | | | | D | E | | |
| braouki | 40 | 0,3 | | | | D | E | | |
| Chemlal | 40 | 0,2 | | | | | E | F | |
| Derdouri | 40 | 0,2 | | | | | | | F |

Longueur de l'endocarpe

| variété | Nbr | moy | Groupe | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Balbal | 40 | 18,8 | A | | | | | | | | | | |
| Lahmar | 40 | 16,9 | | B | | | | | | | | | |
| Laaninbi | 40 | 16,3 | | B | C | | | | | | | | |
| Zeraj | 40 | 15,5 | | | C | D | | | | | | | |
| Rouihni | 40 | 15,1 | | | | D | E | | | | | | |
| Kerdoussi | 40 | 14,4 | | | | | E | F | | | | | |
| Chetoui | 40 | 13,8 | | | | | | F | G | | | | |
| Braouki | 40 | 12,9 | | | | | | | G | H | | | |
| Bouricha | 40 | 12,3 | | | | | | | | H | | | |
| El-kharfi | 40 | 12,0 | | | | | | | | H | I | | |
| Lohmiri | 40 | 11,1 | | | | | | | | | I | J | |
| Chemlal | 40 | 10,3 | | | | | | | | | | J | |
| Lokchiri | 40 | 1,7 | | | | | | | | | | | K |
| Bliti | 40 | 1,7 | | | | | | | | | | | K |
| Derdouri | 40 | 1,0 | | | | | | | | | | | K |

Largeur de l'endocarpe

| Variété | Nbr | Moy | Groupe | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| Balbal | 40 | 9,6 | A | | | | | | | |
| Lahmar | 40 | 8,5 | | B | | | | | | |
| Kerdoussi | 40 | 7,5 | | | C | | | | | |
| Zeraj | 40 | 7,5 | | | C | | | | | |
| Rouihni | 40 | 7,2 | | | C | D | | | | |
| Bouricha | 40 | 6,9 | | | | D | E | | | |
| Lohmiri | 40 | 6,8 | | | | D | E | F | | |
| El-kharfi | 40 | 6,5 | | | | | E | F | G | |
| Chemlal | 40 | 6,5 | | | | | E | F | G | |
| Chetoui | 40 | 6,3 | | | | | | F | G | |
| Laaninbi | 40 | 6,2 | | | | | | | G | |
| Braouki | 40 | 6,1 | | | | | | | G | |
| Blilti | 40 | 0,7 | | | | | | | | H |
| Lokchiri | 40 | 0,7 | | | | | | | | H |
| Derdouri | 40 | 0,6 | | | | | | | | H |

Annexes

Annexe 4:matrice des corrélations entre l'ensemble des caractères morphologiques quantitatifs

| Variable | F longueur (L) | F largeur (l) | F rapport (L/l) | I longueur | I nbr de fleur | Fr longueur (L) | Fr largeur (l) | Fr rapport (L/l) | Fr poids | E longueur (L) | E largeur (l) | E rapport (L/l) | E nbr de sillon | E poids |
|------------------|----------------|---------------|-----------------|------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|----------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------|
| F longueur (L) | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| F largeur (l) | 0,50 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| F rapport (L/l) | 0,33 | - 0,62 | 1 | | | | | | | | | | | |
| I longueur | 0,45 | 0,32 | 0,41 | 1 | | | | | | | | | | |
| I nbr de fleur | 0,36 | 0,18 | 0,11 | 0,67 | 1 | | | | | | | | | |
| Fr longueur (l) | 0,23 | - 0,1 | 0,22 | 0,28 | -0,029 | 1 | | | | | | | | |
| Fr largeur (l) | 0,42 | -0,19 | 0,24 | 0,64 | 0,024 | 0,77 | 1 | | | | | | | |
| Fr rapport (L/l) | 0,27 | 0,25 | -0,17 | -0,054 | -0,08 | 0,35 | -0,28 | 1 | | | | | | |
| Fr poids | 0,19 | 0,40 | 0,03 | -0,08 | -0,22 | 0,54 | 0,64 | -0,05 | 1 | | | | | |
| E longueur (L) | 0,22 | 0,20 | -0,06 | -0,83 | 0,17 | 0,60 | 0,40 | 0,34 | 0,64 | 1 | | | | |
| E largeur (l) | 0,13 | 0,46 | 0,07 | 0,18 | 0,99 | 0,40 | 0,52 | -0,12 | 0,82 | 0,58 | 1 | | | |
| E rapport (L/l) | 0,17 | 0,23 | -0,78 | -0,065 | -0,073 | 0,39 | 0,25 | 0,55 | -0,057 | 0,69 | -0,14 | 1 | | |
| E nbr de sillon | 0,51 | 0,49 | -0,05 | -0,10 | -0,015 | 0,21 | 0,14 | 0,12 | 0,47 | 0,27 | 0,23 | 0,16 | 1 | |
| E poids | 0,13 | 0,35 | 0,09 | 0,16 | 0,10 | 0,53 | 0,58 | -0,11 | 0,91 | 0,67 | 0,73 | 0,17 | 0,28 | 1 |

Pour chaque couple de variable, les résultats indiquent le coefficient de Pearson estimé

En gras, valeurs significatives au seuil alpha = 0,05 En gras italique, valeurs significatives au seuil alpha = 0,01 Absence de signification valeur normale

Le signe de la corrélation nous indique le sens de la relation (le signe -, ceci indique que les 2 variables varient en sens inverse).

Annexe5

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

| Caractères | F1 | | E2 | |
|------------|----------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|-------------------|
| | Sommes des contributions des modalités | Contribution en % | Sommes des contributions des modalités | Contribution en % |
| FFE | 0,020 | 2,0 | 0,026 | 2,6 |
| CFE | 0,016 | 1,6 | 0,025 | 2,5 |
| LGR | 0,008 | 0,8 | 0,068 | 6,8 |
| NFL | 0,022 | 2,2 | 0,073 | 7,3 |
| FOF | 0,089 | 8,9 | 0,050 | 5,0 |
| SYF | 0,091 | 9,1 | 0,111 | 11,1 |
| DIF | 0,020 | 2,0 | 0,028 | 2,8 |
| STF | 0,029 | 2,9 | 0,010 | 1,0 |
| BAF | 0,036 | 3,6 | 0,021 | 2,1 |
| MAF | 0,031 | 3,1 | 0,032 | 3,2 |
| PRL | 0,009 | 0,9 | 0,004 | 0,4 |
| DML | 0,016 | 1,6 | 0,070 | 7,0 |
| VRF | 0,046 | 4,6 | 0,104 | 10,4 |
| FOE | 0,076 | 8,4 | 0,086 | 8,6 |
| SAE | 0,041 | 4,1 | 0,024 | 2,4 |
| SBE | 0,070 | 7,0 | 0,013 | 1,3 |
| DIE | 0,094 | 9,4 | 0,031 | 3,1 |
| STE | 0,085 | 8,5 | 0,016 | 1,6 |
| BAE | 0,032 | 3,2 | 0,033 | 3,3 |
| SUE | 0,058 | 5,8 | 0,071 | 7,1 |
| NSE | 0,059 | 5,9 | 0,040 | 4,0 |
| DES | 0,040 | 4,0 | 0,052 | 5,2 |

Annexe 6 : Tests d'égalité des moyennes des groupes.

| | En cas d'influence | En absence d'influence |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Moyenne ou variance | Différence | Similitude |
| Test de Fisher | F élevé Sig tend vers 0.000 | F faible Sig \geq 0.01 ou 0.05 |
| Lambda de Wilks | ← 0.90 | Tend vers 1 |

Annexe 7 : Poids relatifs, contributions et cosinus carré des différentes modalités des variables étudiés.

| Modalités des variables | Poids relatifs | Contributions | | Cosinus carré | | Sommes des cosinus carrés sur le plan 1-2 |
|-------------------------|----------------|---------------|-------|---------------|-------|-------------------------------------------|
| | | F1 | F2 | F1 | F2 | |
| FFE-1 | 0,003 | 0,011 | 0,016 | 0,004 | 0,039 | 0,043 |
| FFE-2 | 0,039 | 0,009 | 0,004 | 0,001 | 0,039 | 0,043 |
| CFE 2 | 0,031 | 0,009 | 0,011 | 0,001 | 0,030 | 0,031 |
| CFE3 | 0,011 | 0,007 | 0,014 | 0,001 | 0,030 | 0,031 |
| LGR 2 | 0,028 | 0,006 | 0,023 | 0,000 | 0,389 | 0,389 |
| LGR3 | 0,014 | 0,002 | 0,045 | 0,000 | 0,389 | 0,389 |
| NFL 1 | 0,006 | 0,012 | 0,063 | 0,114 | 0,418 | 0,532 |
| NFL 2 | 0,028 | 0,000 | 0,008 | 0,000 | 0,135 | 0,135 |
| NFL 3 | 0,008 | 0,010 | 0,002 | 0,096 | 0,013 | 0,109 |
| FOF 1 | 0,006 | 0,076 | 0,001 | 0,705 | 0,005 | 0,710 |
| FOF 2 | 0,017 | 0,004 | 0,029 | 0,047 | 0,276 | 0,323 |
| FOF 3 | 0,019 | 0,009 | 0,020 | 0,129 | 0,221 | 0,370 |
| SYF 1 | 0,006 | 0,076 | 0,001 | 0,705 | 0,005 | 0,710 |
| SYF 2 | 0,022 | 0,005 | 0,046 | 0,063 | 0,564 | 1,227 |
| SYF3 | 0,014 | 0,010 | 0,064 | 0,16 | 0,556 | 0,672 |
| DIF 1 | 0,006 | 0,010 | 0,023 | 0,003 | 0,153 | 0,156 |
| DIF 2 | 0,022 | 0,007 | 0,000 | 0,117 | 0,004 | 0,121 |
| DIF 3 | 0,014 | 0,003 | 0,005 | 0,158 | 0,045 | 0,203 |
| STF 1 | 0,028 | 0,010 | 0,003 | 0,234 | 0,058 | 0,292 |
| STF 2 | 0,014 | 0,019 | 0,007 | 0,234 | 0,058 | 0,292 |
| BAF 1 | 0,019 | 0,019 | 0,011 | 0,293 | 0,118 | 0,411 |
| BAF 2 | 0,022 | 0,017 | 0,010 | 0,293 | 0,118 | 0,411 |
| MAF 1 | 0,022 | 0,015 | 0,004 | 0,266 | 0,052 | 0,318 |
| MAF 2 | 0,006 | 0,000 | 0,008 | 0,000 | 0,056 | 0,056 |
| MAF 3 | 0,014 | 0,016 | 0,020 | 0,312 | 0,169 | 0,481 |
| PRL 1 | 0,011 | 0,007 | 0,003 | 0,075 | 0,022 | 0,097 |
| PRL 2 | 0,031 | 0,002 | 0,001 | 0,075 | 0,022 | 0,097 |
| DML 1 | 0,033 | 0,007 | 0,014 | 0,052 | 0,411 | 0,463 |
| DML 2 | 0,008 | 0,009 | 0,056 | 0,052 | 0,411 | 0,463 |
| VRF 1 | 0,014 | 0,010 | 0,035 | 0,121 | 0,309 | 0,424 |
| VRF 2 | 0,022 | 0,020 | 0,000 | 0,345 | 0,004 | 0,349 |
| VRF 3 | 0,006 | 0,016 | 0,069 | 0,144 | 0,455 | 0,599 |
| FOE 2 | 0,011 | 0,037 | 0,012 | 0,387 | 0,003 | 0,390 |
| FOE 3 | 0,022 | 0,029 | 0,019 | 0,077 | 0,208 | 0,285 |
| FOE 4 | 0,008 | 0,018 | 0,055 | 0,117 | 0,392 | 0,509 |
| SAE 2 | 0,039 | 0,020 | 0,011 | 0,008 | 0,002 | 0,010 |
| SAE 3 | 0,003 | 0,021 | 0,013 | 0,008 | 0,002 | 0,010 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SBE 1 | 0,008 | 0,056 | 0,007 | 0,567 | 0,009 | 0,576 |
| SBE 2 | 0,033 | 0,014 | 0,006 | 0,567 | 0,009 | 0,576 |
| DIE 1 | 0,003 | 0,079 | 0,007 | 0,678 | 0,041 | 0,719 |
| DIE 2 | 0,011 | 0,012 | 0,013 | 0,110 | 0,000 | 0,110 |
| DIE 3 | 0,028 | 0,003 | 0,011 | 0,016 | 0,007 | 0,023 |
| STE 1 | 0,039 | 0,006 | 0,009 | 0,678 | 0,041 | 0,719 |
| STE 2 | 0,003 | 0,079 | 0,007 | 0,678 | 0,041 | 0,719 |
| BAE 2 | 0,017 | 0,013 | 0,017 | 0,178 | 0,063 | 0,241 |
| BAE 3 | 0,025 | 0,019 | 0,016 | 0,178 | 0,063 | 0,241 |
| SUE 1 | 0,019 | 0,013 | 0,010 | 0,135 | 0,001 | 0,136 |
| SUE 2 | 0,029 | 0,004 | 0,020 | 0,021 | 0,219 | 0,240 |
| SUE 3 | 0,010 | 0,008 | 0,041 | 0,063 | 0,294 | 0,357 |
| NSE 1 | 0,006 | 0,048 | 0,005 | 0,447 | 0,034 | 0,481 |
| NSE 2 | 0,033 | 0,004 | 0,006 | 0,170 | 0,01 | 0,181 |
| NSE 3 | 0,003 | 0,007 | 0,029 | 0,063 | 0,178 | 0,241 |
| DES 1 | 0,028 | 0,021 | 0,025 | 0,038 | 0,233 | 0,268 |
| DES 2 | 0,014 | 0,019 | 0,027 | 0,037 | 0,233 | 0,268 |

Thème :

Caractérisation et identification de quelques cultivars d'olivier autochtones (*Olea europaea* L.) apport des marqueurs moléculaires

Présenté par : Laib Messaoud

Résumé

Notre travail avait pour objectif, la caractérisation et l'identification de 15 cultivars d'olivier (*oléa europaea* L.) cultivé dans la région de Skikda en vue de résoudre les problèmes de confusion taxonomique, afin de mieux connaître le patrimoine oléicole local.

Une caractérisation morphologique a été effectuée à l'aide des descripteurs du COI ainsi qu'une caractérisation génétique à l'aide des microsatellites et des SNP.

Les résultats obtenus ont montré que les caractères de l'endocarpe et du fruit sont les plus discriminants du point de vue morphologique. Les marqueurs microsatellites ont permis la discrimination complète des différents cultivars alors que les SNP sélectionnés se sont révélés inefficients.

Ces travaux de caractérisation constituent une base de données indispensable à tout programme de conservation, de valorisation et d'amélioration génétique de notre patrimoine oléicole national.

Mots clés : *Olea europaea*, diversité génétique, descripteurs COI, polymorphisme, marqueurs moléculaires.

Theme**CHARACTERIZATION AND IDENTIFICATION OF SOME ABORIGINAL OLIVE CULTIVARS (*Olea europaea* L.). CONTRIBUTION OF MOLECULAR MARKERS****Presented by: Laib Messaoud****Abstract:**

Our objective was to characterize and identify 15 olive cultivars (*Olea europaea* L.) grown in the Skikda region in order to solve taxonomic confusion problems in order to better understand the local olive-growing heritage.

Morphological characterization was performed using IOC descriptors and genetic characterization using microsatellites and SNPs.

The results obtained showed that the characters of the endocarp and the fruit are the most discriminating morphologically. Microsatellite markers allowed complete discrimination of the different cultivars, whereas the selected SNPs proved ineffective.

This characterization work constitutes a database essential to any program of conservation, enhancement and genetic improvement of our national olive-growing heritage.

Key words: *Olea europaea*, genetic diversity, IOC descriptors, polymorphism, molecular markers.

الموضوع

تمييز وتحديد بعض أصناف الزيتون المحلي (*Olea europae L.*)

مساهمة المؤشرات الجزيئية

مقدم من طرف : العايب مسعود

الملخص:

إن هدفنا من هذه الدراسة هو تحديد وتمييز 15 صنف من الزيتون المحلي (*Olea europae L.*) المزروعة في منطقة سكيكدة وهذا لحل مشاكل الخلط التصنيفي من أجل معرفة الإرث المحلي لزراعة الزيتون.

المميزات المورفولوجية تمت من خلال استخدام مواصفات (COI) والمميزات

الجينية باستخدام الجزيئات الدقيقة الوراثة وتعدد الأشكال (SNP)

بينت النتائج المحصل عليها أن صفات الغلاف الثمري الداخلي والفاكهة هي الأكثر

تميزاً شكلياً. وقد سمحت المؤشرات الجزيئية الدقيقة الوراثة بالتمييز الكامل لمختلف

الأصناف المدروسة في حين كانت نتائج اختبار تعدد أشكال النيكليوتيدات (SNP) غير

فعالة.

ويمثل هذا العمل التمييزي قاعدة بيانات أساسية لأي برنامج حفاظ وتعزيز والتحسين

الوراثي لإرثنا الوطني من الزيتون،

الكلمات المفتاحية: الزيتون، التنوع الوراثة، مواصفات (COI)، تعدد الأشكال، المؤشرات

الجزيئية