



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique



Université Hadj Lakhdar – Batna

Institut des Sciences Vétérinaires et Sciences Agronomiques  
Département des Sciences Agronomiques

**Mémoire**

En vue de l'obtention du diplôme de

**Magister**

**Ecole doctorale**

Valorisation et amélioration de l'agro biodiversité végétale

**Présenté par**

*Mansouri Sabah*

**Contribution à la caractérisation morphologique et  
moléculaire de quelques cultivars d'olivier (*Olea  
europaea. L*) locaux dans la région des Aurès.**

*Devant le jury*

<b>Président :</b>	Djamel FAHLOUL	MCA	Université de Batna
<b>Rapporteur :</b>	Halima BENBOUZA	Professeur	Université de Batna
<b>Examineur :</b>	Abdelmalak CHORFI	Professeur	Université de Batna
<b>Examineur :</b>	Abdelkader BENBELKACEM	Directeur de recherche	INRAA.

Année universitaire

**2013-2014**

## REMECIEMENT

Au terme de ce travail, je voudrais exprimer ma profonde estime à Mme Benbouza Halima (professeur Univ. Batna et directrice du Centre de Recherche en Biotechnologie), qui a bien voulu diriger ce travail. Nous souhaitons aussi la remercier pour ses conseils, sa disponibilité et pour le temps qu'elle a consacré à ce travail.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à Mr Fahloul Djamel (Docteur Univ. Batna. Département de technologie alimentaire) pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de ce jury.

Nous souhaitons tout particulièrement remercier Mr Chorfi Abdelmalek (professeur- Univ. Batna. Département de biologie) et Mr Benbelkacem Abdelkader (Directeur de recherche. INRAA) pour avoir voulu examiner ce travail.

Nos remerciements chaleureux vont à Mme Abdessemed Sanna (Chercheur au Centre de Recherche en Biotechnologie de Constantine), qui a suivi l'évolution de ce travail depuis son commencement. Son soutien et ses conseils nous ont été d'un grand profit.

Je tiens aussi à remercier Mr Bouhdjar Khalid (Chercheur au Centre de Recherche en Biotechnologie de Constantine), qui a été occupé par tous les traitements statistiques.

J'adresse mes remerciements à tous les oléiculteurs propriétaires pour avoir accepté de nous accueillir et faciliter la réalisation de ce travail au niveau de leurs exploitations agricoles.

En fin, je remercie vivement ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

*Je dédie ce travail*

*A la mémoire de ma mère*

*A la mémoire de mon père*

*A mon mari « Mounir »*

*A mon enfant « Baraa »*

*A mes frères et sœurs*

*A toute ma famille et belle famille*

*A mes amies « Asma, Wafa, Khadidja, Karima »*

*A tous les collègues de ma promotion*

*« SABAH »*

## Liste des abréviations

%: Pourcentage.  
°C: Degré Celsius.  
µl: Microlitre.  
ACM: Analyse des Correspondances Multiples.  
ACP: Analyse en Composantes Principales.  
ADN, DNA: acide désoxyribonucléique.  
AFLP: Amplified Fragment Length Polymorphism.  
AMOVA: Analyse de la variance moléculaire.  
ANOVA: Analyse de la variance.  
CAH: Classification Ascendante Hiérarchique.  
cm: Centimètre.  
COI: Conseil Oléicole International.  
dNTP: Désoxyribonucléotide triphosphate.  
Fa: Fréquence allélique.  
FAO: Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.  
Fis: the Fixation index (l'indice de fixation).  
G.E.F: Guelb El Farougj.  
He: the Expected heterozygosity (l'hétérozygotie attendue).  
Ho: the Observed heterozygosity (l'hétérozygotie observée).  
ISSR: Inter-Simple Sequence Repeat.  
LSD: Little Significant Difference.  
mg: Milligramme.  
mm: Millimètre.  
mM: Millimolaire.  
Na: le nombre d'allèles détectés.  
ng: Nanogramme.  
pb: paire de base.  
PCR: Polymerase Chain Reaction.  
PD: the Power of Discrimination (le pouvoir de discrimination).  
RAPD: Random Amplified Polymorphic DNA.  
RFLP: Restriction Fragment Length Polymorphism.  
SNP: Single-Nucleotide Polymorphism.  
SSR: Simple Sequence Repeat.  
UPGMA: Unweighted Pair Group Method with Arithmetic averaging.

## Liste des figures

**Figure 1** : stade hivernal.

**Figure 2**: réveil végétatif.

**Figure 3** : formation des grappes florales.

**Figure 4**: gonflement des boutons floraux.

**Figure 5**: différenciation des corolles.

**Figure 6** : début de floraison.

**Figure 7** : pleine floraison.

**Figure 8** : chute des pétales.

**Figure 9** : nouaison.

**Figure 10** : grossissement des fruits (1<sup>er</sup> stade).

**Figure 11** : grossissement des fruits (2<sup>ème</sup> stade).

**Figure 12** : cercle des corrélations entre les 14 paramètres morphologiques quantitatifs mesurés sur le plan 1-2.

**Figure 13** : Représentation des cultivars sur le plan factoriel 1-2.

**Figure 14** : Projection des variables et des cultivars sur le plan factoriel.

**Figure 15** : Dendrogramme du regroupement des 7 cultivars.

**Figure 16** : représentation graphique des caractéristiques des trois classes engendrées par la CAH.

**Figure 17** : répartition des 7 cultivars selon le plan (1-2) de l'ACM basée sur les caractères qualitatifs.

**Figure 18** : pourcentage de la variance moléculaire.

**Figure 19** : représentation des 7 cultivars selon les 2 premiers axes de la PCoA.

**Figure 20** : Dendrogramme des relations génétiques entre les 7 cultivars d'olivier analysés sur la base des données moléculaires SSR utilisant la matrice de similarité de l'indice de Jaccard et l'algorithme UPGMA.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Tableau récapitulatif des 7 cultivars étudiés.....	27
<b>Tableau 2</b> : Séquences et motifs répétés des 7 SSRs utilisés.....	34
<b>Tableau 3</b> : Résultats de l'analyse descriptive de l'ensemble des caractères quantitatifs mesurés pour les 7 cultivars étudiés.....	37
<b>Tableau 4</b> : longueur de la feuille des 7 cultivars étudiés.....	38
<b>Tableau 5</b> : largeur de la feuille des 7 cultivars étudiés.....	39
<b>Tableau 6</b> : forme de la feuille des 7 cultivars étudiés.....	40
<b>Tableau 7</b> : longueur de l'inflorescence des 7 cultivars étudiés.....	41
<b>Tableau 8</b> : nombre de fleur/inflorescence des 7 cultivars étudiés.....	41
<b>Tableau 9</b> : longueur du fruit des 7 cultivars étudiés.....	42
<b>Tableau 10</b> : largeur du fruit des 7 cultivars étudiés.....	43
<b>Tableau 11</b> : forme du fruit des 7 cultivars étudiés.....	43
<b>Tableau 12</b> : poids du fruit des 7 cultivars étudiés.....	44
<b>Tableau 13</b> : longueur de l'endocarpe des 7 cultivars étudiés.....	45
<b>Tableau 14</b> : largeur de l'endocarpe des 7 cultivars étudiés.....	45
<b>Tableau 15</b> : forme de l'endocarpe des 7 cultivars étudiés.....	46
<b>Tableau 16</b> : poids de l'endocarpe des 7 cultivars étudiés.....	46
<b>Tableau 17</b> : Nbre de sillons fibrovasculaires des 7 cultivars étudiés.....	47
<b>Tableau 18</b> : Résultats de l'analyse ACP sur les deux axes principaux.....	49
<b>Tableau 19</b> : Corrélations et corrélations au carré entre les variables morphologiques et les axes principaux (F1 et F2).....	50
<b>Tableau 20</b> : Coordonnées et cosinus au carré des cultivars (plan factoriel 1-2).....	52
<b>Tableau 21</b> : les groupes de cultivars selon la classification ascendante hiérarchique.....	55
<b>Tableau 22</b> : Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les deux premiers.....	57
<b>Tableau 23</b> : Somme des contributions des caractères qualitatifs étudiés à l'inertie totale expliquée par les axes 1 et 2.....	58
<b>Tableau 24</b> : Poids relatif, contributions et cosinus carré des différentes modalités des variables étudiées.....	59
<b>Tableau 25</b> : Contributions et cosinus carrés des individus (cultivars) sur le plan factoriel 1-2.....	60

<b>Tableau 26 :</b> Paramètres génétiques pour les 7 marqueurs SSR utilisés.....	63
<b>Tableau 27 :</b> fréquences des allèles détectés chez les 7 amorces SSR utilisées sur l'ensemble des cultivars étudiés.....	63
<b>Tableau 28 :</b> Pourcentage des loci polymorphes.....	64
<b>Tableau 29 :</b> Résultats de l'analyse AMOVA.....	65
<b>Tableau 30 :</b> matrice de distances génétiques entre les 7 cultivars.....	66
<b>Tableau 31 :</b> Pourcentage de la variation expliquée par les 2 premiers axes.....	66

# SOMMAIRE

Introduction générale

Première partie : synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur l'olivier

1. Origine et systématique.....	4
1.1. Origine géographique et expansion de la culture.....	4
1.2. Origine génétique .....	5
1.3. Systématique .....	5
2. Importance et utilisation .....	6
2.1. Importance économique.....	6
2.2. Importance alimentaire .....	8
2.3. L'utilisation des sous-produits de l'olivier .....	9
3. Caractéristiques morphologiques .....	11
3.1. Le système racinaire .....	11
3.2. Les organes aériens .....	11
4. Caractéristiques biologiques .....	12
4.1. La phase du repos hivernal .....	12
4.2. La phase d'activité .....	12

Chapitre II : Etude de la diversité génétique de l'olivier

1. La diversité de l'olivier.....	17
1.1. Diversité dans le monde.....	17
1.2. Diversité en Algérie.....	18
2. L'étude de la diversité génétique de l'olivier.....	19
2.1. Les marqueurs morphologiques.....	20
2.2. Les marqueurs biochimiques.....	21
2.3. Les marqueurs moléculaires.....	21

Partie 2 : étude expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Matériel végétal et échantillonnage.....	27
2. Caractérisation morphologique.....	27
3. Caractérisation moléculaire.....	32
3.1. Extraction de l'ADN génomique.....	32

3.2. PCR (Polymerase Chain Reaction).....	32
3.3. Révélation des produits d'amplification.....	33
4. Analyse des données.....	34
4.1. Données phénotypiques qualitatives et quantitatives.....	34
4.2. Données moléculaires.....	35
Chapitre II : Résultats et discussions	
1. Caractérisation morphologique.....	37
1.1. Les caractères morphologiques quantitatifs.....	37
1.2. Les caractères morphologiques qualitatifs.....	57
2. Caractérisation moléculaire.....	62
2.1. Polymorphisme des SSR.....	62
2.2. L'identification des profils génétiques des cultivars.....	64
2.3. Relations génétiques entre les cultivars d'oliviers étudiés.....	65
Conclusions générales et perspectives	
Références bibliographiques	
Annexes	

*Introduction  
générale*

## INTRODUCTION GENERALE

---

Dans le bassin méditerranéen, l'olivier (*Olea europea. L*) constitue une essence fruitière principale, tant par le nombre de variétés cultivées que par l'importance sociale et économique de sa culture et de son rôle environnemental. Gomes et al., (2012), ont indiqué l'existence de plus 805 millions d'oliviers dans le monde entier dont 98% sont concentrés sur le pourtour méditerranéen. En fait, le patrimoine génétique oléicole mondial est très riche en variétés. Il est constitué par plus de 2,600 variétés différentes (Muzzalupo et al., 2014).

En Algérie, l'olivier compte environ 32 millions d'arbres (Bensemmane, 2009 ; Mendil, 2009), répartie sur une superficie d'environ 328.884 hectares (FAOSTAT, 2013), soit 34,09% du verger arboricole national. L'oléiculture algérienne est située principalement dans la partie nord du pays, où la plupart des vergers (80%) sont situés dans des zones montagneuses avec des sols pauvres.

Le patrimoine oléicole national est très riche en cultivars. D'après Chaouki et al., (2006), il existerait plus de 150 cultivars d'oliviers plus ou moins cultivés. Ceci ne reflète pas en réalité le nombre réel des cultivars locaux qui ne sont pas encore identifiés et caractérisés. Selon des prospections récentes sur de nouveaux sites, le nombre de cultivars serait encore plus élevé. En fait, le manque d'informations sur l'existence de beaucoup de cultivars locaux dispersés, à travers tout le pays, et qui ne sont pas encore inventoriés ni caractérisés (Communication personnelle 2014. Mme Abdessemed, CRBt), on est la raison principale.

A cette très grande diversité, vient s'ajouter la confusion au niveau des noms donnés aux cultivars (Chaouki et al., 2006), les noms de beaucoup de cultivars se rapportant principalement à des traits morphologiques spécifiques du fruit, à l'emplacement de la culture, ou à leur utilisation pratique. Cette confusion a mené à la présence de beaucoup de cas d'homonymie et de synonymie.

Pour la gestion, la conservation et la valorisation des ressources génétiques d'olivier locale, une caractérisation morpho moléculaire des cultivars d'olivier devrait être effectuée.

En se basant sur les descripteurs morphologiques du conseil oléicole international, seulement 36 cultivars algériens ont été identifiés (Mendil et Sebai, 2006). Mais ceci reste insuffisant vu la grande diversité de cette ressource dans notre

pays. Ce manque d'informations suggère la nécessité d'approfondir notre connaissance sur le patrimoine oléicole national pour mieux le valoriser et le sauvegarder. L'organisation d'études systématiques selon des normes de classification et des schémas descriptifs complets permettra de clarifier la gamme des ressources génétiques oléicoles.

Selon Alba et al., (2009), l'identification des cultivars de l'olivier est basée souvent sur des descripteurs morphologiques, biochimiques et agronomiques qui sont influencés par les facteurs environnementaux. Une identification précise et non ambiguë des cultivars permettra de surmonter ce problème. Cela est possible moyennant l'utilisation des marqueurs moléculaires, qui est incontournable, non seulement pour l'identification ; mais 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 employés pour l'évaluation de la diversité génétique de l'olivier (Rekik et al., 2008). Les microsatellites (Simple Sequence Repeat SSR) sont devenus les marqueurs moléculaire de choix pour les études d'identification et de caractérisation des cultivars d'olivier (Bracci et al., 2011).

C'est dans ce contexte que notre étude s'inscrit. Le premier objectif est de contribuer à l'identification et la caractérisation de quelques cultivars locaux, notamment ceux non encore inventoriés dans les stations de conservation (ITAF), en se basant sur la description morphologique des principaux organes de l'arbre (fruit, endocarpe, feuille et inflorescence) décrite dans le descripteur international du Conseil Oléicole International (COI) pour sélectionner les cultivars les plus intéressants et les plus prometteurs. Les marqueurs moléculaires SSRs vont être utilisés pour déterminer le profil génétique de chaque cultivar étudié.

Le deuxième objectif est d'évaluer la variabilité existant entre les cultivars et d'identifier les caractères les plus discriminants et les plus importants qui peuvent être utiles pour la classification et la caractérisation des cultivars de l'olivier.

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

- ✓ Une première partie est consacrée à une synthèse bibliographique sur l'espèce *Olea europea* L., elle comprend deux chapitres dont le premier décrit les généralités de l'olivier et le deuxième aborde l'étude à l'étude de sa diversité génétique.

- ✓ Une deuxième partie présentant le matériel végétal utilisé, les méthodes d'analyses moléculaires et statistiques ainsi que la liste des descripteurs morphologiques du COI utilisés.
- ✓ Une troisième partie concernant les résultats obtenus, leurs analyses et leurs discussions.

Et enfin, une conclusion générale résumera les différents résultats obtenus et les perspectives du présent travail.

*Partie 1 : Synthèse  
bibliographique*

# CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

*L'olivier est l'un des arbres les plus importants de l'Algérie connu et utilisé depuis l'antiquité notamment. Il véhicule de nombreux symboles : paix, fécondité, purification, force, victoire et récompense.*

## **I.1. Origine et systématique :**

### **I.1.1. Origine géographique et expansion de la culture :**

L'olivier a une origine très ancienne. Son apparition et sa culture remonterait à la préhistoire. Selon Miner (1995), l'origine de l'olivier se trouve précisément dans les pays en bordure de berceau des civilisations qu'est la méditerranée : Syrie, Égypte, Liban, Grèce ou Rome et autres, bien que d'autres hypothèses soient admises mais celle de Decandolle est la plus fréquemment retenue; qui désigne que la Syrie et l'Iran comme lieux d'origine de l'olivier (Loussert et Brousse, 1978) et l'expansion de sa culture est faite de l'Est vers l'Ouest de la méditerranée grâce aux Grecs et aux Romains lors de leur colonisation du bassin méditerranéen ( Loussert et Brousse ,1978 ; Breton et al., 2006 ; Artaud, 2008). Selon Camps (1974) in Camps-Farber (1974), en Afrique du Nord les analyses de charbons et de pollens conservés dans certains gisements ibéro-maurusiens ou caspiens attestent que l'oléastre existait dès le XII millénaire et certainement avant.

D'après le COI (1998), l'olivier a poursuivi son expansion au-delà de la Méditerranée avec la découverte de l'Amérique en 1492. Au cours de périodes plus récentes, l'olivier se trouve dans l'Afrique du Sud, l'Australie, le Japon ou la Chine (Cavaillès, 1938).

En Algérie, la culture de l'olivier remonte à la plus haute antiquité. Nos paysans s'y consacraient avec art durant plusieurs siècles (Alloum, 1974). L'olivier et ses produits constituaient alors l'une des bases essentielles des activités économiques de nos populations rurales. L'huile d'olive faisait l'objet d'un commerce intense entre l'Algérie et Rome, durant l'époque romaine. Depuis cette époque, l'histoire de l'olivier se confond avec l'histoire de l'Algérie et les différentes invasions ont eu un impact certain sur la répartition géographique de l'olivier dont nous avons hérité à l'indépendance du pays (Mendil et Sebai, 2006).

# CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

## I.1.2. Origine génétique :

L'origine génétique de l'olivier est jusqu'à présent imprécise, l'oléastre a toujours été considéré comme l'ancêtre de l'olivier (Breton et al., 2006).

Une étude, par les marqueurs moléculaires, de la diversité génétique de l'olivier cultivé et des formes sauvages apparentées effectuée par Guillaume Besnard (1999), montre que la sélection des variétés que l'on trouve aujourd'hui serait le résultat d'un isolement ancestral (dernière glaciation) de 3 populations d'oliviers : Afrique du Sud, Asie et Bassin Méditerranéen (Besnard, 2009).

Divers travaux ont suggéré que le croisement entre les formes cultivées et/ou les formes sauvages est à l'origine des cultivars que nous avons hérités (Breton et al., 2006 ; Idrissi et Ouzzani, 2003).

## I.1.3. Systématique:

Selon Wallander et Albert (2000) et Green (2002), l'olivier appartient à :

Famille : Oleaceae

Tribus : Oleae

Sous-tribus : Oleinae

Genre : Olea

Sous-genre: Olea

Section: Olea

Espèce : *Olea europaea* L

Sous-espèce :

### 1 - *Olea europaea* subsp. *europaea*

a - var *sylvestris* (Miller) Lehr. = Oléastres Bassin méditerranéen.

b - var *europaea* = cultivars Bassin méditerranéen.

2 - *Olea europaea* subsp. *laperrinei* (Batt. & Trab.) Ciferri Massifs du Sahara central.

3 - *Olea europaea* subsp. *maroccana* (Greut. & Burd.) P. Vargas et al. Haut Atlas marocain.

4 - *Olea europaea* subsp. *guanchica* P. Vargas et al. Îles des Canaries.

5 - *Olea europaea* subsp. *cerasiformis* (Webb & Berth.) Kunk. & Sund. Madère.

6 - *Olea europaea* subsp. *cuspidata* (Wall.) Ciferri Afrique du Sud jusqu'en Chine.

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

Selon Green (2002), le genre *Olea* inclut 33 espèces différentes distribuées dans le monde. Le nombre chromosomique de base est 23 (Wallander et Albert, 2000).

### I.2. Importance et utilisation :

#### I.2.1. Importance économique :

L'Olivier, signe d'identité du Bassin Méditerranéen, a constitué depuis toujours un des piliers de l'économie agricole des pays de cette région. Par les deux principaux produits dérivant de sa culture, le fruit et son huile, l'Olivier joue un rôle moteur en termes d'économie, d'emploi, et d'équilibre social et environnemental des régions méditerranéennes (Marrakchi in Allaya, 1988).

##### I.2.1.1. Dans le monde :

L'olivier a connu une extension progressive à travers le monde. Actuellement la culture de l'olivier s'étale sur une superficie de 9.984.919 hectares (FAOSTAT, 2013) dont 98% se sont situés dans le pourtour de la méditerranée (Guerbaa, 1988 ; FAO, 2003 ; Mendil, 2009). Selon Sbitri (2009), en 2006 et au sein du bassin méditerranéen, l'Europe concentrait 53 % des surfaces cultivées, suivie de l'Afrique (27 %) et du Moyen-Orient (17 %).

Les productions mondiales d'huile d'olive et d'olives de table ont atteint un pic historique de 3.036.487 t et 20.545.421 t, respectivement en 2011/2012 (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, 2013). Les pays méditerranéens, avec plus de 95% de la production d'huile d'olive et d'olives de table restent prédominants (FAO, 2003 ; Mendil, 2009). Pour la campagne en cours (2012/2013), les productions mondiales s'annoncent inférieures 2.903.676 t d'huile d'olive et 16.584.857 t d'olive de table (FAOSTAT, 2013). Cette baisse de production est due entre autre à une diminution de 1.006.600 t de la production espagnole suite à la succession d'une gelée sévère d'hiver et aux fortes chaleurs de l'été (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, 2013).

Depuis les années 90, l'huile d'olive et l'olive de table sont consommées en quantités importantes à l'intérieur ou en dehors de leurs zones de production. Les consommations mondiales d'huile d'olive et d'olive de table progressent en suivant les mêmes rythmes et tendances que ceux de production (Doutsias in Allaya 1988 ; FAO, 2003).

Le groupe des principaux consommateurs est constitué des pays suivants : Union

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

Européenne, U.S.A., Syrie, Turquie, Maroc, Algérie, Brésil, Japon, Australie, Canada et Tunisie. L'Union Européenne est le plus grand consommateur mondial avec une part de 66 % (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, 2013).

### **I.2.1.2. En Algérie :**

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est plus favorable à la culture de l'olivier où il constitue une des principales essences fruitières à l'échelle nationale (Benderradji et al., 2007 ; Babouche et Kellouche, 2012). L'oléiculture algérienne est constituée d'environ 32 millions d'arbres (Bensemmane, 2009 ; Mendil, 2009), répartie sur une superficie d'environ 328.884 hectares (FAOSTAT, 2013) soit 34,09% du verger arboricole national.

L'olivier, de par ses fonctions multiples de lutte contre l'érosion, de valorisation des terres agricoles et de fixation des populations dans les zones de montagne, s'étend sur tout le territoire national. D'après Chaux in Sekour (2012), il se concentre notamment dans trois principales régions : la région du Centre (54%), la région de l'Est (29%) et la région de l'Ouest (17%).

Pour la région centre, l'essentiel du verger oléicole de cette zone (95%) est occupé par les wilayas de Béjaïa, Tizi-Ouzou et Bouira. Les wilayas de Guelma, Sétif, Jijel et Skikda détiennent 68% du verger oléicole de la région Est ; et enfin, la région Ouest représente 71% du verger est occupé par les wilayas de Mascara, Sidi Bel abbés, Relizane et Tlemcen.

La filière oléicole nationale est en grande partie dominée par le secteur privé, elle constitue une source de revenus significative pour la population rurale et offre en moyenne 55 000 emplois permanents (Benderradji et al., 2007).

En termes de production d'olives nationale, elle connaît des variations importantes d'une année à l'autre, dues à divers facteurs tels que la productivité alternante caractéristique de certaines variétés, la pluviométrie, les incendies de forêts dans certaines régions du pays et les pratiques culturelles. En 2012, la production nationale d'olive et d'huile d'olive était 393 840 t et 55 200 t (FAOSTAT, 2013).

L'oléiculture algérienne est en grande partie à caractère familiale où l'autoconsommation est privilégiée (Nouad, 2004 in Benabid, 2009), cela fait que la vente d'huile d'olive n'est pas assez développée. Les exportations algériennes d'huile d'olive, sont, contrairement aux pays voisins, à un niveau modeste, ne dépassant pas

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

les 2 500 tonnes par an. Elles sont essentiellement destinées à la France, au Canada, à la Belgique, en plus de quelques tentatives récentes vers la Chine (Massissilia, 2012).

### I.2.2. Importance alimentaire :

Arbre typiquement méditerranéen, l'olivier est cultivé notamment pour son fruit, l'olive, dont l'huile est un élément clé du régime méditerranéen. Ingrédient incontournable, l'huile d'olive est largement utilisée dans les cuisines méditerranéennes (QAIC, 2008). Selon Luaces et al (2003) in Benabid (2009), la forte consommation de l'huile d'olive à travers le monde est due à ses vertus nutritionnelles et diététiques ainsi qu'à ses propriétés organoleptiques.

Toutes les études démontrent que les régimes alimentaires à base d'huile d'olive sont bénéfiques pour la santé humaine en diminuant le risque de plusieurs maladies. La consommation régulière de cette huile est associée à une incidence limitée des maladies cardiovasculaires, des désordres neurologiques, cancers du sein et du colon, ainsi qu'aux propriétés antioxydantes (Ghedira, 2008). Ces bienfaits sont liés l'un ou l'autre à sa richesse en acides gras bien-équilibrée, où l'acide oléique est le composant principal et ou à la présence des biomolécules mineures, telles que les vitamines et les antioxydants naturels.

La composition de l'huile d'olive selon Gilbert et Yvette (2007) est indiquée ci-dessous.

99% lipides

- Acides gras saturés : 8 à 24%
- Acides gras insaturés : 75,5 à 90,5
  - Acide oléique : 56 à 83%
  - Acide linoléique : 3,5 à 20%

Vitamine E : 150mg/kg

Provitamine A (carotène) : 3 à 30 mg

Compte tenu de ses propriétés, l'huile d'olive apparaît comme un véritable aliment fonctionnel susceptible d'avoir d'autres effets positifs sur la santé que de répondre aux besoins nutritionnels de base (Bouskou, 2012).

Comme la large popularité de l'huile d'olive dans l'alimentation des pays méditerranéens, l'olive verte ou noire intervient ainsi dans composition de nombreux

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

plats méditerranéens. Elle se met dans les salades et elle accompagne viandes et volailles (QAIC, 2008). Elle apporte aussi certains éléments nutritionnels, dans 100 g d'olive noire on trouve : 77% d'eau, 103 calories, 0.9g de protéines, 11g d'acides gras, 180 mg de vitamine A (Simpson et Orgozaly, 2001 in Himour, 2007).

### **I.2.3. L'utilisation des sous-produits de l'olivier :**

Les principaux déchets engendrés lors de l'élaboration d'huile d'olive sont de deux types : solides et liquides que sont respectivement les grignons et les margines (CAR/PP, 2000). En outre, l'olivier, à travers la taille génère des feuilles, des brindilles et du gros bois (Nefzaoui, 1991).

Les sous-produits de l'oléiculture sont partiellement ou totalement perdus pour certains pays, alors que leurs possibilités d'utilisation sont multiples. Selon Moussouni (2009), en Algérie les pertes annuelles dans les déchets solides (grignons) sont d'environ 16.000 T de matières organiques et 21.000 T de matières énergétiques. Dans les déchets liquides (Margines) on retrouve: 650 T Matière organique, 300 T d'Azote et près de 600 T d'éléments minéraux (Potassium, Phosphore, Calcium, Magnésium...), ajouté à cela une perte considérable d'eau (en moyenne 15.000 litres par jour au niveau de chaque huilerie). Cependant, la valorisation de ces sous-produits permet, entre autres, de minimiser les problèmes de pollution engendrés par les effluents des huileries et de contribuer à compenser le déficit fourrager surtout dans les pays d'Afrique du nord et du Moyen Orient (Nefzaoui, 1991).

#### **a. Les résidus de la taille et de la récolte :**

La taille de l'olivier génère de nombreux résidus (feuilles, grosses branches et des brindilles). Ces résidus, en plus de leur utilisation dans l'alimentation du bétail (Martinez Nieto, 2009), ils peuvent être employés comme combustibles, servir à la préparation du compost et constituer la matière première pour la fabrication du papier (Nefzaoui, 1991). Actuellement utilisés comme composants de substitution du glucose dans des produits pour diabétiques, Les résidus de taille et notamment les feuilles sont employés dans l'industrie pharmaceutique (Martinez Nieto, 2009).

#### **b. Les sous-produits d'huileries :**

Comme il a été précédemment indiqué, les grignons et les margines sont les principaux déchets élaborés par l'industrie oléicole.

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

### ❖ Les grignons :

Les grignons d'olives sont les résidus solides obtenus de pressoirs et de systèmes en trois phases lors de l'élaboration d'huile d'olive (CAR/PP, 2000). Ils sont riches en matières sèches de l'olive (peau, pulpe, semences et morceaux de noyaux) avec une certaine quantité d'eau de végétation et une partie résiduelle d'huile (Martinez Nieto, 2009). La richesse de ces déchets en matières azotées, matières grasses, fibres, ...etc, favorise leur valorisation et leur réutilisation dans de nombreux domaines. A cet effet, les grignons d'olive peuvent être transformés selon (Nefzaoui, 1991; CAR/PP, 2000 ; Martinez Nieto, 2009) en :

- Aliment pour le bétail ;
- Combustible ;
- Engrais organique ;
- Huile de grignons d'olive ;

### ❖ Les margines :

Les margines sont les résidus aqueux qui sont générés lors de la phase de séparation solide-liquide par centrifugation ou sédimentation après le pressage (Paredes, 1999 in Boudoukhana, 2008). Ce sont des liquides de couleur plus ou moins rouge foncé, contient en suspension des restes de tissus, de pulpe, mucilages, pectines, ... etc. (Martinez Nieto, 2009). Les margines sont des effluents acides, riches en polyphénols donc en éléments minéraux et organique (azote, phosphore) (Martinez et Nieto, 2009). Cette composition fait que les margines sont des polluants (CAR/PP, 2000).

Les margines sont le plus souvent rejetées dans la nature sans aucun traitement préalable et nuisent fortement à la qualité des eaux de surfaces et des sols. Enrichis, mélangés à d'autres résidus agricoles, concentrés, séchés et/ou purifiés, ces effluents peuvent être valorisés et employés pour la production de certains composants de valeur ajoutée (Lakhtar, 2009). Certaines études ont démontré que l'épandage des margines sur quelques cultures (l'olivier, la vigne, la tomate et le maïs) a amélioré leur croissance et production et a augmenté la fertilité et l'activité biologique du sol (Ouazzani, 2009). En outre, les margines peuvent être utilisées :

- Pour la production de compost par l'ajout de résidus solides ;
- Pour la production de biogaz ;
- Pour la production des protéines unicellulaires;

- Dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique (Martinez Nieto, 2009).

### **I.3. Caractéristiques morphologiques :**

#### **I.3.1. Le système racinaire :**

L'olivier possède un système racinaire fasciculé très puissant, généralement situé sous le tronc dans une profondeur de 50 à 70 cm (Argenson et al., 1999). Des rejets, assureront la pérennité de l'arbre, se développent à proximité du collet où les racines offrent une surface raboteuse et bosselée appelée souchets ou ovules (Argenson et al., 1999).

#### **I.3.2. Les organes aériens :**

La partie aérienne d'un plant d'olivier comprend : le tronc, les charpentières, la frondaison et les rameaux fructifères (Loussert et Brousse, 1978).

##### ➤ **Le tronc :**

D'après Pagnol (1975), le tronc d'un olivier est tout d'abord lisse, gris verdâtre jusqu'à la dixième année environ. Avec le vieillissement, il se déforme en devenant noueux, crevassé, fendu, élargi à la base et d'une couleur gris foncé presque noire.

Selon la zone de culture et le mode de conduite adopté, certains oliviers atteignent 8 à 10 m de hauteur, alors que d'autres ne dépassent guère 3 à 5 m (Ruby, 1918).

##### ➤ **Les charpentières :**

Ce sont de grosses ramifications destinées à former la charpente de l'arbre. Il s'agit des charpentières maîtresses ou branches mères qui prennent naissance sur le tronc et des sous-charpentières ou sous branches mères qui se développent sur les charpentières (Loussert et Brousse, 1978). Ces sous-charpentières portent des rameaux feuillés et des rameaux fructifères qui formeront le port de l'arbre.

##### ➤ **La frondaison :**

Elle est constituée principalement par l'ensemble du feuillage (Loussert et Brousse, 1978). La feuille de l'olivier est simple, entière, à pétiole court et à limbe lancéolé qui se termine par un mucron (Ruby, 1918 ; Argenson et al., 1999). Les feuilles sont opposées et persistantes, leur durée de vie est de l'ordre de 3 ans. Elles possèdent des formes et des dimensions très variables suivant les variétés. Elles peuvent être ovales, ovales oblongues, lancéolées et parfois presque linéaires. Les dimensions peuvent varier de 3 à 8 cm de long et de 1 à 1,25 cm de large (Loussert et Brousse, 1978).

### ➤ **Les rameaux fructifères :**

Ce sont les rameaux qui porteront les fleurs puis les fruits (Loussert et Brousse, 1978).

L'inflorescence est une panicule (Chol et al., 2005), constituée de grappes longues et flexueuses dressées à l'aisselle des feuilles de l'année précédente. Elle peut comporter de 10 à 40 fleurs selon la variété (Loussert et Brousse, 1978). Petites et d'un blanc jaune verdâtre, Les fleurs sont régulières, hermaphrodites avec une formule florale très simple : 4 sépales, 4 pétales, 2 étamines, 2 carpelles (Argenson et al., 1999).

Le fruit est une drupe à mésocarpe charnu, riche en lipide, de diamètre compris entre 1 et 3 cm (Argenson et al., 1999). L'endocarpe ou noyau est dur, généralement fusiforme portant une série sillons longitudinaux. Il renferme une graine à albumen : l'amandon (Loussert et Brousse, 1978). La couleur de l'épiderme et les formes du mésocarpe et de l'endocarpe sont des caractères variétaux (Chol et al., 2005).

A maturation, l'épicarpe passe de la couleur vert tendre (olive verte), à la couleur violette ou rouge (olive tournante) et enfin à la couleur noirâtre (olive noire) (Loussert et Brousse, 1978).

### **I.4. Caractéristiques biologiques :**

Comme toutes les espèces fruitières ligneuses, l'olivier répond aux mêmes phénomènes biologiques et physiologiques de développement. Le cycle évolutif annuel d'un arbre fruitier concerne l'ensemble des processus et des changements que subit la plante durant une année (Benettayeb, 1993). Il se distingue par deux grandes phases : de repos et celle d'activité.

#### **I.4.1. La phase du repos hivernal :**

En général, elle s'étend de la chute des feuilles en automne, à l'apparition des premiers signes d'activité au printemps (Benettayeb, 1993). Chez l'olivier, elle s'étale généralement de Novembre à fin Février –début Mars (Loussert et Brousse, 1978).

#### **I.4.2. La phase d'activité :**

Deux principaux processus (la croissance végétative et la fructification) se déroulent au cours de cette période.

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

### ❖ La croissance végétative :

Elle se caractérise par l'apparition de nouveaux organes, jeunes pousses et nouvelles racines d'une part et, par le développement de ces organes d'autre part.

La croissance végétative commence chez l'olivier au début du printemps (Mars) en donnant des nouvelles pousses feuillées et des bourgeons à l'aisselle de ces feuilles (Benettayeb, 1993).

### ❖ La fructification :

Fernandez-Escabar (1993) a défini la fructification comme étant l'ensemble des processus physiologiques intervenant chez une plante, se traduisant par la formation de fruits.

#### • La floraison :

Elle désigne la maturité des organes sexuels suite au développement des ébauches florales et se traduit par l'épanouissement des fleurs (Benettayeb, 1993).

D'après Argenson et al., (1999), la floraison s'effectue sur la pousse de l'année précédente et la pousse de deux ans qui n'a pas fleuri l'année 1. Chez l'olivier, les fleurs s'épanouissent d'avril à juin suivant les conditions climatiques. En général, 1 à 5% de ces fleurs suffit pour assurer la récolte (Pesson et Louveaux, 1984).

#### • Les stades repères et la floraison :

L'évolution de la fleur de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques notamment les températures printanières. Colbrant et Fabre (1976) cités par Loussert et Brousse (1978), ont établi un tableau déterminant des stades repères de cette évolution à savoir:

Stade A : stade hivernal ;

le bourgeon terminal et les yeux axillaires sont en repos végétatif (Fig n°1)



Figure 1: stade hivernal

Source : Argenson et al., 1999

Stade B : réveil végétatif ;

le bourgeon terminal et les yeux axillaires amorcent un début d'allongement. (Fig n°2).



Figure 2: réveil végétatif

Source : Argenson et al., 1999

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

Stade C : formation des grappes florales ;  
en s'allongeant la grappe fait apparaître  
les différents étages de boutons. (Fig n°3).



Figure 3 : formation des grappes florales  
Source : Argenson et al., 1999

Stade D : gonflement des boutons floraux ;  
les boutons, en s'allongeant, s'agrandissent.  
Ils sont portés par un pédicelle court.  
Les bractées situées à leur base s'écartent  
de la hampe florale. (Fig n°4).

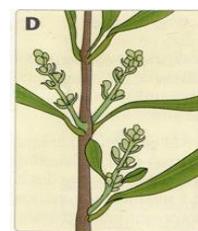


Figure 4: gonflement des boutons floraux  
Source : Argenson et al., 1999

Stade E : différenciation des corolles ;  
la séparation du calice et de la corolle est visible.  
Les pédicelles s'allongent, écartant les boutons  
floraux de l'axe de la grappe. (Fig n°5).



Figure 5: différenciation des corolles  
Source : Argenson et al., 1999

Stade F : début de floraison,  
les premières fleurs s'épanouissent  
après que leurs corolles soient passées  
du vert au blanc. (Fig n°6).



Figure 6 : début de floraison  
Source : Argenson et al., 1999

Stade F1 : pleine floraison ;  
la majorité des fleurs sont épanouies. (Fig n°7).



Figure 7 : pleine floraison  
Source : Argenson et al., 1999

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

Stade G : chute des pétales ;  
les pétales brunissent, se séparent du calice.  
Ils peuvent subsister un certain temps  
au sein de la grappe florale. (Fig n°8).



Figure 8 : chute des pétales  
Source : Argenson et al., 1999

Stade H : nouaison ;  
les jeunes fruits apparaissent mais  
dépassent peu la cupule formée par le calice. (Fig..).

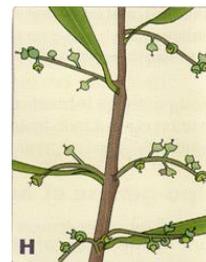


Figure 9 : nouaison  
Source : Argenson et al., 1999

Stade I : grossissement des fruits (1<sup>er</sup> stade) ;  
les fruits subsistants grossissent pour atteindre  
la taille d'un grain de blé. (Fig n°10).



Figure 10 : grossissement des fruits (1<sup>er</sup> stade)  
Source : Argenson et al., 1999

Stade II : grossissement des fruits (2<sup>ème</sup> stade) ;  
les fruits les plus développés atteignent 8 à 10 mm  
de long et début de lignification des noyaux. (Fig n°11).



Figure 11 : grossissement des fruits (2<sup>ème</sup> stade)  
Source : Argenson et al., 1999

- **Pollinisation et fécondation :**

La pollinisation puis la fécondation des ovules interviennent pendant le mois de Mai (Fernandez-Escobar, 1993). Assurée par le vent, la pollinisation chez l'olivier est

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLIVIER

---

généralement croisée (interpollinisation). L'autofécondation, par contre, est un phénomène assez rare (Loussert et Brousse, 1978). Pour certaines variétés présentant des cas de stérilité ou d'incompatibilité, une interpollinisation est également nécessaire. Dans ces cas, la plantation des variétés en mélange sera indispensable pour assurer la récolte (Pesson et Louveaux, 1984). Le choix des pollinisateurs est en fonction de leur productivité, de la qualité de leurs grains de pollen et surtout de la concordance de leur période de floraison avec celle des cultivars à polliniser (Ouksili, 1983 *in* Mehri et Kamoun-Mehri, 1995).

- **Nouaison et grossissement du fruit :**

Le jeune fruit en cours de formation apparaîtra hors de la cupule calicaire après la fécondation, c'est la nouaison (Loussert et Brousse, 1978). Cette dernière dépend des facteurs biologiques (pollinisateurs compatibles, viabilité des pollens) et climatiques (vent, Température). Si les températures printanières sont fraîches, le nombre de fruits développés peut aller jusqu'à 5 ou 7 fruits par inflorescence (Argenson et al., 1999). Selon Loussert et Brousse (1978), une chute de fruits peut survenir plus tard en juin. Elle est utile car elle constitue un éclaircissage naturel. Les fruits subsistant continuent leur grossissement jusqu'au début de la pigmentation de la pulpe (arrêt de la croissance du fruit) (Argenson et al., 1999).

- **Maturation du fruit :**

C'est la phase durant laquelle le fruit s'enrichit en huile (Loussert et Brousse, 1978). Elle commence vers la mi-octobre, quand le fruit commence à changer de couleur (véraison) et se poursuit jusqu'à la mi-novembre ou janvier selon les cultivars et les conditions climatiques locales. Deux phases de maturation sont considérées ; la maturation verte et la maturation noire (Argenson et al., 1999).

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

L'olivier (*Olea europaea* L.) est l'un des plus anciens arbres fruitiers cultivés. Il a évolué autour du bassin méditerranéen en produisant d'énormes variétés ayant une diversité phénotypique (Ruby, 1918 ; Cantini et al., 1999) et génétique importante (Ouazzani et al., 1995 ; Trujillo et al., 1995 ; Belaj et al., 2001). Cette richesse du matériel génétique est notamment due à la grande longévité de l'arbre, à son histoire séculaire et à la nature de sa pollinisation (pollinisation croisée) (Cantini et al., 2008 ; Bracci et al., 2009 ; Bracci et al., 2011).

### 1. Diversité de l'olivier :

#### 1.1. Diversité dans le monde :

Le patrimoine génétique oléicole mondial est très riche en variétés d'olivier (*Olea europaea* L.), cultivées et spontanées (Trigui, 2002). Actuellement sur la base des évaluations de la FAO (FAO, 2010), ce patrimoine est constitué par plus de 2,600 variétés différentes (Muzzalupo, 2012 ; Muzzalupo et al., 2014). Par conséquent, ce nombre pourrait probablement être plus élevé car il y a un manque significatif d'information concernant des variétés locales mineures et des écotypes qui sont répandus dans différents pays oléicoles (Cantini et al., 1999 ; Muzzalupo et al., 2014). D'après Bartolini (2008), ce matériel génétique mondial est cultivé dans 54 pays et conservé dans plus de 100 collections.

La majeure partie de ces cultivars vient des pays européens méridionaux tels que l'Italie, l'Espagne, la France et la Grèce (Baldoni et Belaj, 2009 *in* Bracci et al., 2011). Selon Muzzalupo (2012), le matériel génétique oléicole italien inclut environ 800 cultivars, la plupart d'entre eux sont des landraces diffusés végétativement au niveau des exploitations depuis longtemps (Muzzalupo et al., 2009).

En Espagne, le patrimoine oléicole comprend environ 272 cultivars (Barranco et Rallo, 2000), la majorité de ces derniers sont d'origine incertaine (Delgado-Martinez et al., 2012). Baldoni et Belaj (2009) *in* Bracci et al., (2011), estiment que le nombre de variétés françaises et grecques est d'environ 88 et 52 respectivement.

Pour la conservation et l'utilisation de ces ressources génétiques oléicoles, la création de Banques de gemoplasme dans différents pays du monde a été effectuée. A cet égard, plusieurs villes méditerranéennes ont favorisé des collections de germoplasme de l'olivier, y compris Cordoue, Espagne (Dominguez-Garcia, 2012) ; Marrakech, Maroc (Haouane et al., 2011) ; Porquerolles, France (Khadari et al., 2002)

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

et Cosenza, Italie (Muzzalupo et al., 2009), qui reçoivent la majorité de variétés méditerranéennes (Muzzalupo et al., 2014).

La richesse du patrimoine oléicole, cependant, a souvent eu comme conséquence quelques inconvénients dans la gestion des collections de germoplasme, l'identification variétale ainsi dans la traçabilité et l'authenticité des huiles d'olive produites surtout par la présence des cas de synonymie et d'homonymie (Cipriani et al., 2002 ; Dominguez-Garcia et al., 2012).

### 1.2. Diversité en Algérie :

Par sa position stratégique, l'Algérie a été un relais de la diversité phytogénétique entre l'Europe, l'Est et l'Ouest de la Méditerranée. Cette position a contribué largement à la richesse de notre patrimoine génétique de l'olivier. Selon Chaouki et al., (2006), il existerait plus de 150 cultivars d'oliviers plus ou moins cultivées. Seulement 36 cultivars ont été identifiés en se basant sur des caractères morphologiques et agronomiques (Mendil et Sebai, 2006). A cette très grande diversité, vient s'ajouter la confusion au niveau des noms donnés aux cultivars (Chaouki et al., 2006). Souvent plusieurs cultivars identiques collectés à des endroits différents, se sont vus attribuer des noms vernaculaires, par des cas d'homonymie ou de synonymie. La plupart de ces cultivars sont représentés par des vieux pieds (Mendil et Sebai, 2006) situés dans des zones de montagnes, sur des terrains accidentés et marginaux, peu fertiles et caractérisés par une pluviométrie moyenne comprise entre 400 et 900 mm/an (Sahli, 2009).

Nous citons ci-dessous quelques-unes des variétés population les plus connues (Loussert et Brousse, 1978 ; Ahmim, 2006 ; Mendil et Sebai, 2006 ; Oulebsir, 2008 ; Sahli, 2009) :

**Chemlal** : cultivée plus en Kabylie. Elle représente 40% du verger oléicole national. Les fruits relativement petits destinés à la production d'huile. Elle est autostérile par absence de pollen. Son rendement en huile est de l'ordre de 14 à 16%. Il existe plusieurs types de Chemlal : Chemlal de Tizi-Ouzou; Chemlal précoce de Tazmalt; Chemlal de l'Oued-aissi; Chemlal blanche d'Ali-cherif; Petite chemlal pendante.

**Azaradj** : synonyme : **Adjeraz** ; Cette variété représente 10% des oliviers cultivés en Algérie. Elle se trouve localisée en Kabylie souvent en mélange avec la variété « Chemlal » dont elle est le pollinisateur. Variété à double fin, ses fruits sont assez gros (3 à 5 g) et son rendement en huile varie entre 24 à 28 %.

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

Il existe également plusieurs types locaux de cette variété : Azeradj de Seddouk, Azeradj de Beni-Bou-Melek, Grosse Azeradj d'Ali-Cherif.

**Limli** : Cette variété est localisée dans la vallée de l'Oued Soummam. Elle représente 8 % du verger oléicole algérien. Ses fruits sont petits (1 g) et sa teneur en huile est de 15%.

**Sigoise** : synonyme : olive de Tlemcen, olive de Tell. Elle est surtout cultivée dans l'Ouest du pays, en Oranie, et plus particulièrement dans la plaine du Sig. Elle représente 20 % des oliviers cultivés en Algérie. Le fruit est moyen, d'un poids de 3 à 3,5 g. Rendement en huile de 18 à 20 %. Cette variété est utilisée principalement pour la production d'olives de table en vert ou en noir comme elle est appréciée pour la production d'huile.

**Rougette de la Mitidja** : elle est fréquente dans la plaine de la Mitidja et sur le piémont de l'Atlas, à faible altitude, c'est une variété à huile.

**Rougette et Blanquette de Guelma** : ce sont deux variétés à huile et se trouvent en mélange dans les régions de l'Est du pays.

**Bouchouk** : Variété cultivée surtout dans la basse vallée de l'Oued Soummam, en petite Kabylie. Mais on la trouve également en grande Kabylie en mélange avec « Chemlal », et dans l'Est de pays (Constantinois). Les fruits sont assez gros (2,6 g) et donnent un rendement moyen en huile de 16 à 20 %, la variété est toutefois orientée vers la conserve.

### 2. L'étude de la diversité génétique de l'olivier

Bien que le nombre de variétés constituant l'espèce *Olea europaea* L. soit considérable, leur inventaire, leur identification et leur caractérisation demeurent indispensables, d'une part, pour la diminution des problèmes de confusion surtout d'appellation (Idrissi et Ouazzani, 2003) et pour maximiser l'efficacité de la conservation du matériel génétique, de la gestion, et des activités d'amélioration d'autre part (Carriero et al., 2002).

L'évaluation de la diversité de l'olivier peut être effectuée à l'aide des marqueurs morphologiques, des marqueurs biochimiques (isoenzymes) et des marqueurs moléculaires.

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

### 2.1. Les marqueurs morphologiques :

Les marqueurs morphologiques ont été employés depuis plusieurs années pour l'identification et la caractérisation des génotypes. D'ailleurs, les marqueurs morphologiques continuent à être la première étape, incontournable, pour la description, la caractérisation et la classification de n'importe quel matériel génétique ainsi que des outils utiles pour examiner les accessions de n'importe quelle collection (Cantini et al., 1999).

La première personne qui a caractérisé et classé les variétés de l'olivier en utilisant ses différents organes (feuille, fruit et endocarpe) a été Ruby en 1918. Selon Barranco et al., (2000), les feuilles, les inflorescences, les fruits et les endocarpes sont les organes les plus fréquemment utilisés pour la caractérisation des variétés de l'olivier. Actuellement, le Conseil Oléicole International (C.O.I.) utilise les descripteurs morphologiques décrits par Barranco et al., (2005) qui sont encore les seuls marqueurs admis par l'IPGRI (Dominguez-Garcia, 2012).

De nombreuses études de description de la diversité génétique de l'olivier, basées sur des caractères morphologiques, la combinaison des caractères morphologiques, agronomiques et phénologique ou bien la combinaison des caractères morphologiques et marqueurs moléculaires, ont été réalisées dans la plupart des pays méditerranéens (l'Espagne, l'Italie, la Grèce, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Syrie et l'Albanie) (Idrissi et Ouazzani, 2003 ; Cantini et al., 1999 ; Hagidimitriou et al., 2005; Mendil et Sebai, 2006 ; Ozkaya et al., 2006 ; Abdul Hamid et al., 2007 ; Rao et al., 2009 ; Dodona et al., 2010; Zaher et al., 2011 ; Parra-Lobato et al., 2012). Les marqueurs morphologiques seuls ont montré leur utilité pour l'identification des variétés de ces pays. Ils ont permis aussi de résoudre divers cas d'homonymie et de synonymie (Idrissi et Ouazzani, 2003). Cependant, ces marqueurs sont peu polymorphes, dominants, ils interfèrent souvent avec d'autres caractères (de Vienne, 1998). En outre, l'expression de la plupart des caractères morphologiques est affectée par plusieurs facteurs (environnement, âge d'arbre, système de formation, état phénologique, etc.) (Rao et al., 2009). L'utilité des descripteurs morphologiques sera fréquemment renforcée par l'utilisation de marqueurs moléculaires (Sheidai et al., 2010 ; Belaj et al., 2011).

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

### 2.2. Les marqueurs biochimiques :

Les marqueurs biochimiques sont des protéines produites par l'expression de gènes et qui peuvent être séparées par électrophorèse afin d'en identifier les allèles (Ghalmi, 2011). Les isoenzymes sont les marqueurs biochimiques les plus largement utilisés en amélioration végétale (Bednorz et al., 2004 et Voylokov et Priyatki, 2004 *in* Dominguez-Garcia, 2012). Elles ont été très utilisées pour l'identification variétale chez l'olivier. La méthodologie nécessaire pour le développement et l'utilisation de ce type de marqueurs est relativement simple, rapide et économique (Trujillo et al., 1995). Certaines de ces études ont été portés sur le polymorphisme enzymatique du pollen (Trujillo et al., 1995) et le polymorphisme alloenzymatique des feuilles (Ouazzani et al., 1993 ; Ouzzani et al., 1995). Ces travaux ont révélé une variabilité génétique très importante. Cependant, ces marqueurs présentent certains inconvénients. Ils ont un faible niveau de polymorphisme et dépendent du type de l'organe analysé et du stade de développement de la plante (de Vienne, 1998). Ils peuvent aussi avoir une expression différentielle suivant des facteurs environnementaux et le type de tissu (Dominguez-Garcia, 2012).

### 2.3. Les marqueurs moléculaires :

Afin de surmonter les problèmes des marqueurs morphologiques et biochimiques, d'autres méthodes discriminatoires efficaces et rapides sont nécessaires. De nos jours, avec la disponibilité des marqueurs moléculaires d'ADN, il est devenu possible de fournir un outil précis et non ambigu pour une identification correcte du patrimoine génétique oléicole (Carriero et al., 2002).

#### 2.3.1. Généralités :

Selon Kahl (2004) *in* Gomes et al., (2012), les marqueurs moléculaires sont des fragments spécifiques d'ADN pouvant être identifiés au sein du génome complet. Les marqueurs moléculaires sont des outils très utiles dans les études de la génétique et dans l'amélioration des plantes cultivées (Bracci et al., 2011). Ils offrent plusieurs avantages par rapport aux marqueurs phénotypiques traditionnels. Ils sont plus précis vu qu'ils permettent d'étudier la diversité à sa base plutôt que sur les produits de son expression.

En outre, ils sont en grand nombre et détectables dans tous les organes et les tissus (de Vienne, 1998). Les marqueurs moléculaires sont neutres, reproductibles et présentent un niveau de polymorphisme élevé tissus (de Vienne, 1998). Chaque marqueur

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

possède des qualités mais aussi des inconvénients. A cet effet, le choix d'un marqueur adéquat dépend du type de l'étude à entreprendre et surtout des objectifs visés (Gomes et al., 2012).

### **2.3.2. Revue succincte sur les principaux marqueurs moléculaires appliqués à l'olivier :**

Suite à leur niveau de polymorphisme et de discrimination élevé, les marqueurs moléculaires ont été largement employés pour étudier la diversité génétique de l'olivier. Ils ont joué un rôle crucial dans la distinction, la caractérisation et l'identification de l'origine du matériel génétique oléicole (Gomes et al., 2012). Les marqueurs moléculaires peuvent être visualisés par des techniques basées sur l'hybridation ou par des méthodes basées sur la PCR (Polymerase Chain Reaction).

#### **a. Techniques non basées sur la PCR :**

##### **➤ Les marqueurs RFLP :**

Le polymorphisme de longueur de fragments de restriction (RFLP) est une technique basée sur l'analyse des fragments d'ADN issus de la digestion de l'ADN génomique avec les enzymes de restriction et de l'hybridation avec des sondes spécifiques (Botstein et al., 1980 ; de Vienne, 1998 ; Tagu, 1999). Ce type de marqueurs a été utilisé dans les organites cytoplasmiques de l'olivier, concrètement dans la mitochondrie et le chloroplaste (Besnard et Bervillé, 2002 ; Besnard et al., 2002). Basé sur cette technique, les relations génétiques entre 89 oliviers très vieux et 101 oléastres, cultivés autour du bassin méditerranéen, ont été évalués par des marqueurs d'ADN cytoplasmiques (Amane et al., 1999).

De nos jours, les marqueurs RFLP ne sont pas couramment employés dues aux contraintes de la technique : (a) longue, (b) réactifs radioactifs et/ou toxiques, et (c) exige une grande quantité d'ADN génomique (Agarwal et al., 2008 *in* Gomes et al., 2012). Cependant, la combinaison des marqueurs RFLP avec d'autres techniques moléculaires a été employée pour des études de diversité d'olivier. Besnard et al., (2002) ont combiné la technique RFLP avec la PCR pour analyser la diversité de l'ADN chloroplastique de cet arbre.

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

### **b. Techniques basées sur la PCR :**

#### ➤ **Les marqueurs RAPD :**

La RAPD est une technique d'analyse du polymorphisme de l'ADN. Elle a été décrite pour la première fois en 1990 par Williams et al., et Welsh et McClelland. Elle est basée sur l'amplification aléatoire, par PCR, des fragments d'ADN, en utilisant des amorces de courte séquence (10 pb) et arbitraire (de Vienne, 1998 ; Lowe et al., 2004 *in* Finger et Klank, 2010). Par la suite, les bandes obtenues sont couramment séparées par électrophorèse en gel d'agarose (de Vienne 1998). La puissance de la RAPD réside dans sa simplicité, sa rapidité et le fait qu'elle exige des petites quantités d'ADN (de Vienne, 1998). De plus, les marqueurs RAPD sont réputés pour leur coût bas, leur faible technicité (Bracci et al., 2011) et qu'ils ne nécessitent pas une connaissance préalable des séquences du génome (Dominguez-Garcia, 2012). Cependant, cette technique présente certaines critiques dues à la basse reproductibilité de données entre les laboratoires et à sa nature dominante (Dominguez-Garcia, 2012 ; Gomes et al., 2012). En générant un polymorphisme génétique important, les marqueurs RAPD ce sont avérés utiles pour l'identification des variétés d'olivier (Idrissi et Ouazzani, 2003). La première étude utilisant les marqueurs RAPD, pour évaluer le polymorphisme génétique dans le patrimoine oléicole, a été rapportée par Fabbri et al (1995). Toutes les données de RAPD suggèrent un niveau élevé de diversité génétique dans le matériel génétique oléicole (Belaj et al., 2001). Plusieurs rapports ont détecté également un niveau élevé de variabilité génétique dans des cultivars de différents pays : le Pakistan (Awan et al., 2011), l'Espagne (Belaj et al., 2002 ; Parra-Lobato et al., 2012), le Portugal (Martins-Lopes et al., 2007 ; Cordeiro et al., 2008), l'Albanie (Dodona et al., 2010). La plupart des cultivars d'olivier dans ces études ont été groupés selon l'usage final et l'adaptation écologique de leurs fruits.

#### ➤ **Les marqueurs AFLP :**

La technique AFLP est basée sur l'amplification sélective, par PCR, des fragments de restriction de l'ADN génomique digéré par des enzymes de restriction (Vos et al., 1995). Selon de Vienne (1998) et Vos et al., (1995), la technique inclus 3 étapes : (a) digestion de l'ADN génomique par deux enzymes de restriction puis ligation des fragments avec des adaptateurs oligonucléotidiques, (b) amplification

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

sélective des fragments de restriction en utilisant comme amorce des oligonucléotides complémentaires de la séquence des adaptateurs, prolongés de quelques nucléotides arbitraires (de 1 à 3), (c) visualisation des bandes amplifiées par électrophorèse en gel d'acrylamide. Seuls sont amplifiés les fragments possédant les bases complémentaires des nucléotides arbitraires. Le polymorphisme engendré par cette technique provient des sites de restriction et des sites d'hybridation des bases arbitraires (de Vienne, 1998).

Les marqueurs AFLP fournissent une nouvelle et très puissante technique d'empreinte génétique de l'ADN de n'importe quelle origine ou complexité (Vos et al., 1995). Ils sont plus polymorphes, robustes et fortement reproductible. Par conséquent, ces marqueurs sont dominants, ne sont pas transmissibles et nécessitent une haute technicité matérielle (Agarwal et al., 2008 in Dominguez-Garcia, 2012).

En raison de son efficacité et sa fiabilité dans les études de la diversité génétique (Ercisli et al., 2009), la technique AFLP a été largement utilisée dans les cultivars espagnols considérant la diversité intra-variétale (Sanz-Cortés et al., 2003), et pour évaluer les relations génétiques entre les oliviers cultivés et sauvages (Baldoni et al., 2006). Utilisant les marqueurs AFLP, Angiolillo et al., (1999), ont établi l'empreinte génétique des cultivars d'olivier. La technique AFLP a paru très utile dans la détection des polymorphismes entre les génotypes étroitement liés. Elle a été employée aussi pour déterminer la structure de la diversité génétique de quelques cultivars italiens (Albertini et al., 2011).

### ➤ Les microsatellites ou SSR :

Les microsatellites sont des régions d'ADN constitués de répétitions en tandem de motifs mono, di, tri, tétra ou penta-nucléotidiques qui sont arrangés dans le génome de la plupart des eucaryotes (Powell et al., 1996). Les plus courants sont (A)<sub>n</sub>, (TC)<sub>n</sub>, (TAT)<sub>n</sub>, (GATA)<sub>n</sub>, etc..., la valeur de « n » pouvant aller de quelques unités à plusieurs dizaines (de Vienne, 1998). Le nombre de répétitions de ces unités de nucléotide engendre un polymorphisme entre les génotypes (Bracci et al., 2011). En raison de leur distribution sur l'ensemble du génome et leur polymorphisme extrêmement élevé, les marqueurs SSR sont d'un grand intérêt en génétique (de

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

Vienne, 1998). La valeur et la spécificité des microsatellites résultent de leur nature multi-allélique, la transmission co-dominante, la facilité de détection par PCR et l'exigence seulement de petites quantités d'ADN au départ (Powell et al., 1996). Néanmoins, le développement de ces marqueurs requiert une connaissance préalable de la séquence d'ADN surtout de la région flanquante du microsatellite (Bracci et al., 2011 ; Dominguez-Garcia, 2012), ce qui exige des investigations et un travail de développement très important pour toute nouvelle espèce. De nos jours, les microsatellites sont des marqueurs de choix pour des études de la diversité génétiques de l'olivier (Bracci et al., 2011 ; Dominguez-Garcia, 2012 ; Gomes et al., 2012). Des marqueurs microsatellites de l'olivier ont été développé par beaucoup d'auteurs (Sefc et al., 2000 ; Rallo et al., 2000 ; Carriero et al., 2002 ; Cipriani et al., 2002 ; De la Rosa et al., 2002 ; Sabino Gil et al., 2006). Dans l'olivier, ces marqueurs ont été employés pour différentes applications telles que la caractérisation des cultivars (Diez et al., 2011 ; Haouane et al., 2011 ; Delgado-Martinez et al., 2012 ; Ipek et al., 2012 ; Abdelhamid et al., 2013 ; Muzzalupo et al., 2014), l'étude des rapports entre l'olivier sauvage et cultivé (Belaj et al., 2011) et l'identification de composition variétale d'huile d'olive (Alba et al., 2009).

### ➤ **Les marqueurs ISSR :**

La basse reproductibilité des RAPD, le coût élevé d'AFLP et la nécessité de savoir au préalable la séquence d'ADN de la région flanquante du microsatellite, ont eu comme conséquence le développement de la technique ISSR (Zietkiewicz et al., 1994 ; Terzopoulos et al., 2005). Cette dernière est basée sur l'amplification par PCR des régions (100-3000 pb) situées entre les loci microsatellites (Martins-Lopes et al., 2007), en utilisant comme amorce une séquence microsatellite associée à des bases arbitraires placées en 3' ou en 5' (de Vienne, 1998). Environ 10-60 fragments de plusieurs loci sont engendrés simultanément, séparés par électrophorèse en gel (Bracci et al., 2011).

Le principal avantage de la technique ISSR est qu'elle n'exige aucune information préalable quant au génome ciblé (Rakoczy et al., 2004 *in* Martins-Lopes et al., 2007) donc le coût de développement des amorces ISSR reste faible. De plus, cette technique est plus fiable et reproductible que la RAPD (Zietkiewicz et al.,

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DE L'OLIVIER

---

1994). Par conséquent, elle génère des marqueurs dominants, ce qui limite leur informativité sur des génotypes hétérozygotes (Flaque et Santoni, 2004 *in* Ghalmi, 2011). Les ISSR seuls ou en combinaison avec d'autres types de marqueur, ont été couramment employés pour analyser la variation clonale et la variabilité génétique des cultivars d'olivier (Terzopoulos et al., 2005 ; Martins-Lopes et al., 2007 ; Gomes et al., 2009). Ces études ont montré l'efficacité des marqueurs ISSR dans l'évaluation des relations phylogénétiques dans le complexe d'*Olea europaea L.*

### ➤ Les marqueurs SNP :

Le polymorphisme mononucléotidique (SNP) permet de repérer les différences au niveau d'un nucléotide dans une séquence d'ADN (Bracci et al., 2011 ; Gomes et al., 2012). Les marqueurs SNP 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). Chez l'olivier, vu que son génome est non séquencé encore, la technique SNP n'a pas été largement appliquée. Les marqueurs SNP ont été employés pour la traçabilité et l'authenticité de l'huile d'olive (Palmieri et al., 2004) et pour la caractérisation variétale où ils ont permis de distinguer des cultivars très semblables (Reale et al., 2006 ; Consolandi et al., 2007 ; Rekik Hakim et al., 2010). Récemment, Dominguez-Garcia et al (2012) et Kaya et al (2013) ont montré l'utilité des marqueurs SNP pour le génotypage des cultivars d'oliviers algériens et turcs, respectivement.

*Partie 2 : étude  
expérimentale*

*Chapitre I :*  
*Matériels et méthodes*

# CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

## 1. Matériel végétal et échantillonnage :

Les 7 cultivars étudiés ont été collectés sur 4 sites différents de la région de « Sefienne » wilaya de Batna. Il s'agit de : Beskri, Ferdel, Chemlel, Guelb el faroudj, Sigoise, Sofiana et Telthi. Le choix des cultivars a été fait en fonction de l'utilisation et la disponibilité du nombre d'individus dans le même site.

Les observations ont été effectuées sur 5 individus par cultivar sauf pour le cultivar « Guelb el faroudj » dont le nombre de pieds disponibles et retenus était de 4. Chaque individu a été choisi en se basant sur son aspect général et surtout sur son état phytosanitaire. (Tableau 1)

**Tableau 1 : Tableau récapitulatif des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Synonyme	Origine	Diffusion	Utilisation
<b>Beskri</b>	Aucun	N'gaous (Batna)	Restreinte	Olive de table
<b>Ferdel</b>	Aucun	N'gaous (Batna)	Restreinte	Olive de table
<b>Chemlel</b>	Achamlal., Achamli, Achemlal.	Kabylie	Occupe 40% du verger oléicole national.	Huile
<b>Guelb el faroudj</b>	Aucun	N'gaous (Batna)	Restreinte	Huile
<b>Sigoise</b>	Olive de Tlemcen, olive du Tell.	Plane de sig (Mascara)	Occupe 25% du verger oléicole national.	Olive de table + Huile
<b>Sofiana</b>	Aucun	N'gaous (Batna)	Restreinte	Olive de table
<b>Telthi</b>	Aucun	N'gaous (Batna)	Restreinte	Huile

## 2. Caractérisation morphologique :

La caractérisation morphologique des cultivars étudiés a porté sur la description morphologique de la partie végétative et reproducteur basée sur les principaux organes de ces deux parties (fruit, endocarpe, feuille et inflorescence). Vingt-sept descripteurs morphologiques ont été utilisés pour la caractérisation primaire des

## CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

---

cultivars d'olivier étudiés. Chaque descripteur, présente 2 à 4 catégories, décrit dans le guide de Conseil Oléicole International (COI).

Les caractères relatifs à la feuille et à l'inflorescence ont été utilisés sur un échantillon de 40 feuilles et 40 inflorescences prélevées respectivement sur la partie médiane de 10 pousses de l'année et de 10 rameaux fructifères. La description des fruits a été réalisée sur un échantillon de 40 fruits par individu prélevé sur la partie médiane de 10 rameaux fructifères. Ces 40 fruits ont servi, après dépulpage, à la détermination des caractères de l'endocarpe.

La méthodologie suivie pour la caractérisation morphologique est celle du Conseil Oléicole International décrite par Mendil et Sebai., (2006). Les détails des différents descripteurs quantitatifs et qualitatifs pour chaque partie sont décrits ci-dessous :

**a. Caractères de l'arbre :** Trois caractères qualitatifs (vigueur, port et densité du feuillage) ont été retenus :

- **La vigueur (VAR) :**

- 1- Forte.
- 2- Moyenne.
- 3- Faible.

- **Le port (PAR) :**

- 1- Retombant.
- 2- Etalé.
- 3- Dressé.

- **La densité de feuillage (DFR) :**

- 1- Lâche.
- 2- Moyenne.
- 3- Compacte.

Ces caractères sont surtout estimés par observation visuelle.

**b. Caractères de la feuille :** Les trois caractères retenus sont quantitatifs.

- **Longueur (LGF):**

- 1- Réduite (< 1 cm).
- 2- Moyenne (1 - 1,5 cm).
- 3- Elevée (>1,5 cm).

## CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

---

- **Largeur (LRF):**
  - 1- Réduite (< 5 cm).
  - 2- Moyenne (5 - 7 cm).
  - 3- Elevée (> 7 cm).
- **Forme (FFE):** Déterminée par le rapport entre la longueur (L) et la largeur (l):
  - 1- Elliptique ( $L/l < 4$ ).
  - 2- Elliptique-lancéolée ( $L/l$  4-6).
  - 3- Lancéolée ( $L/l > 6$ ).

**c. Caractères de l'inflorescence:**

L'observation a été faite sur des inflorescences à l'état de boutons blancs. Deux caractères ont été pris en compte « la longueur de l'axe principal et le nombre de fleurs ».

- **Longueur (LGR):**
  - 1- Réduite (<25 mm).
  - 2- Moyenne (25-35 mm).
  - 3- Élevée (>35 mm).
- **Nombre de fleurs par inflorescence (NFL):**
  - 1- Réduit (< 18 fleurs).
  - 2- Moyen (18-25 fleurs).
  - 3- Élevé (>25 fleurs).

- d. Caractères du fruit :** La description des fruits est réalisée au moment où prend fin la véraison.

Pour certains descripteurs, 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.

- **Poids (PDF) :** les catégories suivantes ont été définies :
  - 1- Réduit (<2 g)
  - 2- Moyen (2-4 g)
  - 3- Élevé (4-6 g)
  - 4- Très élevé (>6g)

## CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

---

- **Forme (en position A) (FOF) :** Déterminée en fonction du rapport entre la longueur (L) et la largeur (l).
  - 1- Sphérique ( $L/l, < 1,25$ ).
  - 2- Ovoïde ( $L/l, 1,25-1,45$ ).
  - 3- Allongée ( $L/l > 1,45$ ).
- **Symétrie (en position A) (SYF) :** Déterminée par la correspondance entre ses deux moitiés longitudinales ;
  - 1- Symétrique.
  - 2- Légèrement asymétrique.
  - 3- Asymétrique.
- **Position du diamètre transversal maximal par rapport au pédoncule (en position B) (DTF) :**
  - 1-Vers la base.
  - 2- Centrale.
  - 3- Vers le sommet.
- **Sommet (en position A) (STF):**
  - 1- Pointu.
  - 2- Arrondi.
- **Base (en position A) (BAF):**
  - 1- Tronquée.
  - 2- Arrondie.
- **Mamelon (MAF):** Ce caractère du point stylaire du fruit peut être :
  - 1- Absent
  - 2- Présent
- **Présence de lenticelles (PRL) :** Les caractères relatifs aux lenticelles sont déterminés lorsque le fruit est complètement développé mais encore vert. Ces formations, observées à l'œil nu, peuvent être :
  - 1- Peu nombreuses.
  - 2- Nombreuses.
- **Dimension des lenticelles (DML) :** elles peuvent être :
  - 1- Petites.
  - 2- Grandes.

### e. Caractères de l'endocarpe :

Comme pour le fruit, il est fait référence, pour certains descripteurs, à deux positions. La position "B" qui correspond normalement à la position d'asymétrie maximale et la position "B", celle résultant de la rotation de la position "A" de 90', de manière à tourner la partie la plus développée vers l'observateur. En général, les caractères de l'endocarpe présentent un pouvoir discriminant très élevé pour l'identification des cultivars.

- **Poids (PDE) :** les catégories suivantes ont été définies :
  - 1- Réduit (<0,3 g).
  - 2- Moyen (0,3-0,45 g).
  - 3- Élevé (0,45-0,7 g).
  - 4- Très élevé (> 0,7g).
- **Forme (en position A) (FOE) :** Déterminée en fonction du rapport entre la longueur (L) et la largeur (l) :
  - 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 (en position A) (SYE) :** Déterminée par la correspondance entre ses deux moitiés longitudinales :
  - 1-Symétrique.
  - 2-Légèrement asymétrique.
  - 3-Asymétrique.
- **Position du diamètre transversal maximal (en position B) (DTE) :**
  - 1-Vers la base.
  - 2-Centrale.
  - 3-Vers le sommet.
- **Sommet (en position A) (STE):**
  - 1- Pointu.
  - 2- Arrondi.

- **Base (en position A) (BAE):**
    - 1- Tronquée.
    - 2- Pointue.
    - 3- Arrondie.
  - **Surface (en position B) (SUE) :** En fonction de la profondeur et de l'abondance des sillons fibrovasculaires :
    - 1- Lisse.
    - 2- Rugueuse.
    - 3- Raboteuse.
  - **Nombre de sillons fibrovasculaires (NSE):** Observés à partir du point d'insertion du pédoncule :
    - 1- Réduit ( $\leq 7$ ).
    - 2- Moyen (7-10).
    - 3- Élevé ( $\geq 10$ ).
  - **Extrémité du sommet (MUE):**
    - 1- Sans mucron.
    - 2- Avec mucron.
- 3. Caractérisation moléculaire :**

Afin de caractériser les cultivars étudiés au niveau moléculaire nous avons opté pour les marqueurs moléculaires de type microsatellites (SSR). Le génotypage des individus des différents cultivars a été réalisé en trois étapes, décrites ci-dessous :

### 1. Extraction de l'ADN génomique :

L'ADN génomique a été extrait à partir de 100 mg de jeunes feuilles sèches en utilisant la méthode d'extraction avec le CTAB modifiée selon la procédure décrite par Benbouza et al., (2006) (Annexe I).

Par la suite, la qualité et la quantification de l'ADN ont été vérifiées par Nanodrop 2000c (Thermo Scientific, Willington, États-Unis). L'ADN extrait est conservé à 4°C jusqu'à la réalisation de la PCR.

### 2. PCR (Polymerase Chain Reaction) :

Après extraction de l'ADN, une PCR suit pour l'ensemble des 7 amorces sélectionnées (Tableau 2). Le volume total est de 25  $\mu$ l avec la composition suivante: 25 ng d'ADN génomique, 1X de tampon PCR (50 mM de Tris HCl pH 8.5; 20 mM

## CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

---

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>, 0.1% de Tween 20, 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0.3 mM de chaque dNTPs (Qiagen, Venlo, Pays-Bas), 0.5 unité de Taq polymérase (Promega, Madison, Etats-Unis) et 0.5 µM de chaque amorce.

Sur base des marqueurs SSR disponibles dans la littérature consultée (Sefc et al., 2000 ; Cipriani et al., 2002 ; Carriero et al., 2002) et la disponibilité des amorces au niveau du laboratoire de biologie moléculaire du C.R.Bt (Centre de Recherche en Biotechnologies) nous avons utilisés 7 amorces dans notre étude (GAPU 101, GAPU 71A, UDO12, UDO43, UDO28, DCA9 et DCA18). Les séquences et les motifs répétés de ces amorces sont indiqués dans le tableau N°2. La plupart de ces marqueurs ont été utilisés dans plusieurs études et ont été identifiés comme non seulement efficaces pour réaliser le génotypage entre les cultivars, mais aussi pour permettre une grande discrimination entre génotypes intra-variétaux (Baltoni et al., 2009; Muzzalupo et al., 2010).

Les réactions d'amplifications sont réalisées dans un thermocycleur programmable (Applied Bio systems, Foster City, USA). Les conditions d'amplification pour les paires d'amorces : GAPU101, GAPU71A, UDO99-012, UDO99-028, UDO99-043, étaient les suivantes : une première dénaturation pendant 180 s à 94°C, suivies par 3 étapes : 1) une dénaturation de 30 s à 94°C, 2) suivie d'une hybridation des fragments durant 30 s à 57°C, 3) qui est complétée par une élongation des fragments durant 1 min à 72°C et se termine par une élongation finale des fragments de 5 min à 72°C. Ces étapes sont répétées durant 35 cycles.

Pour les amorces DCA9 et DCA18, le même programme a été appliquée sauf pour les températures à l'étape d'hybridation qui étaient de 55°C et 50°C, respectivement.

### **3. Révélation des produits d'amplification :**

Les produits d'amplification ont été analysés à l'aide du 2100 Bio-analyseur (Agilent technologies, Waldbronn, Allemagne) avec le logiciel 2100 Biosizing (version A.02.12) en utilisant DNA 1000 Lab chip kit (qui fournit directement la taille des produits d'amplification).

# CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

**Tableau 2 : Séquences et motifs répétés des 7 SSRs utilisés**

Locus	Motifs répétés	Primer forward	Primer reverse
GAPU101	(GA) <sub>8</sub> (G) <sub>3</sub> (AG) <sub>3</sub>	CATGAAAGGAGGGGGACATA	GGCACTTGTGTGCAGATTG
GAPU71A	(AG) <sub>10</sub>	GATCAAAGGAAGAAGGGGATAAA	ACAACAAATCCGTACGCTTG
UDO99-012	(GT) <sub>10</sub>	TCACCATTCTTAACTTCACACCA	TCAAGCAATTCCACGCTATG
UDO99-028	(CA) <sub>23</sub> (TA) <sub>3</sub>	CTGCAGCTTCTGCCCATAC	GCAGATCATCATTGGCACT
UDO99-043	(GT) <sub>12</sub>	TCGGCTTTACAACCCATTTC	TGCCAATTATGGGGCTAACT
DCA9	(GA) <sub>23</sub>	AATCAAAGTCTTCCTTCTCATTTCG	GATCCTTCCAAAAGTATAACCTCTC
DCA18	(CA) <sub>4</sub> CT(CA) <sub>3</sub> (GA) <sub>19</sub>	AAGAAAGAAAAAGGCAGAATTAAGC	GTTTTCGTCTCTCTACATAAGTGAC

## 4. Analyse des données :

### 4.1. Données phénotypiques qualitatives et quantitatives :

Dans une première phase, le calcul des moyennes, des écarts types et des coefficients de variation a permis l'étude de la distribution des différents caractères quantitatifs entre l'ensemble des cultivars étudiés. Le coefficient de variation permet d'évaluer le pourcentage de variation dans un groupe par rapport à sa moyenne. Cet indice correspond au ratio de l'écart type sur la moyenne, exprimé en pourcentage (Martin et Gendron, 2004). Les calculs ont été effectués par le logiciel XLSTAT-PRO version 7.5.2.

En outre, une analyse de la variance à un facteur a été appliquée sur les paramètres quantitatifs mesurés. Lorsqu'une différence significative est révélée entre cultivars pour un caractère donné, l'ANOVA est complétée par le test LSD de Fisher au seuil de 1% qui permet d'identifier les cultivars qui diffèrent significativement des autres. Le logiciel XLSTAT-PRO version 7.5.2 a été utilisé pour réaliser cette analyse.

L'ensemble des données des caractères morphologiques quantitatifs a servi à effectuer une analyse en composantes principales (ACP) et une classification ascendante hiérarchique (CAH) sur base de la matrice des moyennes de 14 variables quantitatives. Les composantes principales sont construites de manière à rendre compte de la plus grande fraction de la variance totale. On retient pour l'analyse les

## CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

---

premières composantes principales ayant une valeur propre supérieure ou égale à l'unité (1) et qui prennent en compte la majeure partie de la variation observée (Husson et al., 2009). La détermination, pour chaque composante principale, des variables qui y sont fortement corrélées permet de ressortir les variables qui contribuent le plus à la variabilité au sein de chaque composante dans un plan donné.

La projection de l'ensemble des individus (cultivars) sur les plans des principaux axes permet d'apprécier leur dispersion et de mieux comparer la variabilité entre eux. La CAH conduit à la construction d'un arbre de classification (ou dendrogramme). Cette méthode permet de déterminer le niveau de similitude ou de divergence entre les individus en utilisant la procédure du lien moyen et la distance euclidienne pour construire des classes aussi homogènes. La CAH a été réalisée à partir des matrices de similarité afin de grouper les cultivars étudiées selon leurs degrés de ressemblance morphologique sur la base du critère d'agrégation de Ward. L'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT-PRO version 7.5.2.

Pour les données qualitatives, une ACM (analyse des correspondances multiples) a été appliquée pour l'ensemble de 13 variables qualitatives pour déterminer celles contribuant le plus à l'identification des 7 cultivars étudiés. Selon Josse, (2010), en ACM, on garde pour l'analyse, les composantes dont les valeurs propres sont supérieures à  $1/P$  ( $P$  : nombre de variables qualitatives). Mais il semble que ce critère est en général peu utilisable en pratique (Gonzalez, 2011). Donc, il a été proposé par Le Roux et Bonnet, (2010) que pour chaque axe, il faut marquer les modalités ayant une contribution supérieure à la contribution moyenne (c'est-à-dire  $100\% / \text{nombre de modalités}$ ). La contribution à l'inertie expliquée par un axe d'une variable qualitative est égale à la somme des contributions de leurs modalités (Palm, 2007).

### 4.2. Données moléculaires :

Pour étudier le potentiel informatif des données SSR, des paramètres génétiques ont été calculés pour 12 arbres sur base des produits d'amplification des 7 loci microsatellites étudiés. La diversité génétique a été estimée en calculant plusieurs indices génétiques les plus communs tels que: le nombre d'allèles ( $N_a$ ), leur fréquence ( $F_a$ ), l'hétérozygotie observée ( $H_o$ ), l'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) et l'indice de

## CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

---

fixation ou le coefficient de consanguinité dans la population (FIS) pour les microsatellites. Ces indices génétiques ont été calculés en utilisant le logiciel GenAIEx 6.5 (<http://anu.edu.au/BoZo/GenAIEx>) (Peakall and Smouse, 2006).

En outre, une analyse de la variance moléculaire (AMOVA) a été réalisée selon Nei (1978), à l'aide du logiciel GenAIEx 6.5, à fin d'estimer la variance moléculaire totale entre et au sein des populations et pour tester l'importance des composantes de la variance partitionnées en utilisant des procédures de test de permutation (Excoffier et al., 1992).

Le pouvoir de discrimination (PD) a été calculée pour chaque paire d'amorces en utilisant la formule suivante:  $PD = 1 - \sum Pi^2$ , (Tessier et al., 1999), où la fréquence allélique est remplacée par la fréquence génotypique (Pi représente la fréquence du i<sup>th</sup> génotype).

La matrice binaire a été construite sur la base des profils amplifiés où pour chaque locus il a été noté « 1 » pour présence et « 0 » absence. Une matrice de similarité entre les différents cultivars d'olivier a été obtenue en utilisant SIMQUAL (similarité des données qualitatives). Le dendrogramme a été construit selon la méthode de groupe paire non pondérée avec la moyenne arithmétique (UPGMA : Unweighted Pair Group Method with arithmetic averaging) avec le logiciel NTSYS (version 2.2). A partir de la matrice des distances, les proximités génétiques, entre les 7 cultivars, ont été visualisées sur l'arbre phénétique construit sur base du coefficient de Jaccard en utilisant le programme NTSYS (version 2.2).

*Chapitre II :*  
*Résultats et discussions*

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 1. Caractérisation morphologique :

#### 1.1. Les caractères morphologiques quantitatifs : (Annexe II.A)

##### 1.1.1. L'analyse statistique descriptive :

**Tableau 3 : Résultats de l'analyse descriptive de l'ensemble des caractères quantitatifs mesurés pour les 7 cultivars étudiés.**

Caractères		MOY	ET	CV (%)
Caractères de la feuille	Longueur (L) (cm)	6,24	0,92	16,17
	Largeur (l) (cm)	1,23	0,20	14,87
	Forme (L/l)	5,74	1,59	27,73
Caractères de l'inflorescence	Longueur (cm)	2,65	0,33	13,95
	Nombre de fleur/inflorescence	17,27	4,09	24,50
Caractères du Fruit	Longueur (L) (cm)	2,09	0,49	23,39
	Largeur (l) (cm)	1,46	0,41	27,97
	Forme (L/l)	1,42	0,14	11,95
	Poids (g)	3,36	2,30	74,69
Caractères de l'endocarpe	Longueur (L) (cm)	1,58	0,29	18,64
	Largeur (l) (cm)	0,76	0,14	18,64
	Forme (L/l)	2,10	0,23	11,50
	Poids (g)	0,52	0,27	51,55
	Nombre de sillon fibrovasculaire	9,77	0,92	9,75

CV : coefficient de variation. MOY : moyenne. ET : écart-type.

Les résultats de l'analyse descriptive indiquent que les coefficients de variation des différents paramètres quantitatifs varient de 9,75% jusqu'à 74,69%. 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 et de l'endocarpe ainsi qu'au nombre de sillons fibrovasculaires.

Martin et Gendron (2004), donnent les balises suivantes concernant l'interprétation du coefficient de variation :

- Entre 0.0% et 16.0%, la variation est faible ;
- Entre 16.0% et 33.3%, la variation est importante ;

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

- Au delà de 33.3% la variation est très élevée.

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

- Caractères exprimant une faible variabilité inter-variétale ; nombre de sillons fibrovasculaires, forme de fruit et de l'endocarpe, longueur de l'inflorescence et la largeur de la feuille. Les valeurs de CV sont comprises entre 9,75% et 14,87%.
- Caractères exprimant une variabilité inter-variétale importante ; il s'agit en l'occurrence de la longueur de la feuille, de fruit et de l'endocarpe, forme de la feuille, nombre de fleur/inflorescence et largeur de fruit et de l'endocarpe. Les coefficients de variation en question varient entre 16,17% et 27,97%.
- Caractères exprimant une variabilité inter-variétale très élevée ne concerne que deux paramètres le poids de fruit et de l'endocarpe, avec des coefficients de variation allant de 74,69% à 51,55%, respectivement.

### 1.1.2. L'analyse de la variance :

Les résultats présentés dans les tableaux (3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 15 et 16) sont élaborés à partir des descripteurs du COI pour la caractérisation morphologique de l'olivier.

Les résultats de l'analyse de la variance (Annexe III) ont montré une différence très hautement significative entre les 7 cultivars pour l'ensemble des caractères quantitatifs étudiés ( $Pr < 0,0001$ ).

#### a. Les caractères de la feuille :

##### ➤ La longueur « L » :

**Tableau 4 : Longueur de la feuille des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Longueur de la feuille (cm)	Caractères par rapport aux normes du COI
Beskri	5,25 ±0,58	Moyenne
Chemlel	5,80±0,52	Moyenne
Ferdel	7,44±4,03	Elevée
G.E.F	7,19±5,34	Elevée
Sigoise	6,06±0,79	Moyenne
Sofiana	6,84±0,75	Moyenne
Telthi	5,24±0,87	Moyenne

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'analyse de la variance de la longueur de la feuille a révélé des différences très hautement significatives entre les différents cultivars ( $F = 10,68$  ;  $Pr < 0,0001$ ).

Le cultivar « Telthi » s'est distingué par la plus faible valeur avec une moyenne de 5,24 cm alors que le cultivar « Ferdel » a présenté la longueur la plus importante avec une moyenne de 7,44 cm. Selon les normes du COI, nous pouvons subdiviser les 7 cultivars étudiés en deux classes ; les cultivars à feuilles longues (Ferdel et G.E.F) et les cultivars à feuilles de longueurs moyennes (Beskri, Chemlel, Sigoise, Sofiana et Telthi).

### ➤ La largeur « l » :

**Tableau 5 : Largeur de la feuille des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Largeur de la feuille (cm)	Caractères par rapport aux normes du COI
Beskri	1,44±0,17	Moyenne
Chemlel	1,39±1,79	Elevée
Ferdel	1,17±0,16	Moyenne
G.E.F	0,96±0,96	Réduite
Sigoise	1,15±0,16	Moyenne
Sofiana	1,11±0,19	Moyenne
Telthi	1,24±0,19	Moyenne

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

Comme pour le caractère précédent, l'ANOVA a montré l'existence d'une différence très hautement significative entre les 7 cultivars pour le caractère « largeur de la feuille » ( $F = 9,92$  ;  $Pr < 0,0001$ ). Le test LSD de Fisher a classé le cultivar « Beskri » comme étant le cultivar ayant la largeur la plus importante avec une moyenne de 1,44 cm et le cultivar « G.EF » a enregistré la moyenne la plus faible (0,96 cm).

Selon les normes du C.O.I, nous distinguons 3 niveaux de largeur : largeur moyenne, niveau dominant regroupe la majorité des cultivars (Chemlel, Ferdel, Sigoise, Sofiana et Telthi) ; largeur réduite, représentée par le cultivar « G.E.F » et largeur élevée, enregistrée par le cultivar « Beskri ».

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### ➤ La forme :

**Tableau 6 : Forme de la feuille des 7 cultivars étudiés**

<b>Cultivar</b>	<b>Rapport (L/l)</b>	<b>Caractères par rapport aux normes du COI</b>
Beskri	3,67±0,51	<b>Elliptique</b>
Chemlel	4,31±0,79	<b>Elliptique-lancéolée</b>
Ferdel	6,42±3,68	<b>Lancéolée</b>
G.E.F	8,20±6,80	<b>Lancéolée</b>
Sigoise	5,29±0,70	<b>Elliptique-lancéolée</b>
Sofiana	6,25±0,95	<b>Lancéolée</b>
Telthi	4,23±0,47	<b>Elliptique-lancéolée</b>

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

La forme des feuilles a été déterminée par le rapport (L/l). Une importante variabilité inter-variétale a été observée pour le caractère « forme de la feuille » avec un coefficient de variation inter-variétal égale à 27,73%. L'ANOVA a révélé une différence très hautement significative entre les cultivars étudiés pour ce caractère ( $F = 60,35$ ;  $Pr < 0,0001$ ).

La comparaison des moyennes par le test LSD de Fisher a montré que le cultivar « G.E.F » est distingué par la plus haute valeur du rapport (L/l) avec une moyenne de 8,20 tandis que le cultivar « Beskri » a présenté la plus faible valeur avec une moyenne de 3,67.

Les cultivars (Chemlel, Sigoise et Telthi) ont présenté des feuilles de forme elliptique-lancéolée alors que les cultivars (Ferdel, G.E.F et Sofiana) sont caractérisés par des feuilles lancéolées. Le cultivar « Beskri » est le seul qui possède des feuilles elliptiques.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### b. Les caractères de l'inflorescence :

#### ➤ La longueur :

**Tableau 7 : Longueur de l'inflorescence des 7 cultivars étudiés.**

Cultivar	Longueur de l'inflorescence (mm)	Caractères par rapport aux normes du COI
Beskri	28,04±5,57	Moyenne
Chemlel	29,78±5,71	Moyenne
Ferdel	30,05±5,02	Moyenne
G.E.F	21,00±5,69	Réduite
Sigoise	23,61±5,79	Réduite
Sofiana	25,74±3,07	Moyenne
Telthi	27,89±4,05	Moyenne

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

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 étudiés ( $F = 12,71$  ;  $Pr < 0,0001$ ).

Selon le test LSD de Fisher, le cultivar « G.E.F » a présenté les inflorescences les plus courtes avec une moyenne de 21 mm, par contre le cultivar « Ferdel », a présenté la longueur la plus importante avec une moyenne de 30,05 mm. D'après les normes du COI, la plupart des cultivars ont des inflorescences de longueur moyenne (Beskri, Chemlel, Ferdel, Sofiana et Telthi) sauf le cultivar « G.E.F » et le cultivar « Sigoise » qui possèdent des inflorescences courtes.

#### ➤ Nombre de fleurs/inflorescence :

**Tableau 8 : Nombre de fleur/inflorescence des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Nbre de fleurs/inflorescence	Caractères par rapport aux normes du COI
Beskri	18,04±6,04	Moyen
Chemlel	20,24±5,48	Moyen
Ferdel	19,25±5,27	Moyen
G.E.F	11,03±3,23	Réduit
Sigoise	11,80±4,14	Réduit
Sofiana	20,80±5,44	Moyen
Telthi	19,72±5,28	Moyen

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Quant au caractère « nombre de fleurs/inflorescence », une variabilité inter-variétale, assez importante, a été observée avec un coefficient de variation estimé à 24,50%.

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour ce caractère entre les différents cultivars étudiés ( $F= 25,84$  ;  $Pr < 0,0001$ ).

Le test LSD de Fisher a montré que le cultivar « sofiana » détient la première position pour ce caractère. Alors que, le cultivar « G.E.F » la dernière position possédant ainsi un nombre de fleurs le plus faible.

Comme pour le caractère précédent et selon les normes du COI, le caractère « nombre de fleurs/inflorescence » nous a permis de regrouper nos cultivars en deux classes : les cultivars ayant un nombre de fleurs moyen (Beskri, Chemlel, Ferdel, Sofiana et Telthi) et les cultivars ayant un nombre de fleur réduit (Sigoise et G.E.F).

### c. Les caractères du fruit :

#### ➤ La longueur:

**Tableau 9 : Longueur du fruit des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Longueur du fruit (cm)
Beskri	1,93±0,21
Chemlel	1,31±0,12
Ferdel	2,44±0,21
G.E.F	2,17±0,17
Sigoise	2,14±0,13
Sofiana	2,86±0,31
Telthi	1,77±0,16

Les résultats de l'analyse de la variance ont mis en évidence une différence très hautement significative entre les cultivars étudiés ( $F= 55,37$  ;  $Pr < 0,0001$ ) pour le caractère « longueur de fruit ». La comparaison des moyennes par le test LSD de Fisher a montré que le cultivar « Sofiana » présente les fruits les plus longs avec une moyenne de 2,86 cm tandis que le cultivar « Chemlel » possède les fruits les plus courts avec une moyenne de 1,31cm.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### ➤ La largeur :

**Tableau 10 : Largeur du fruit des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Largeur du fruit (cm)
Beskri	1,37±0,14
Chemlel	0,83±0,08
Ferdel	1,79±0,17
G.E.F	1,32±0,09
Sigoise	1,56±0,10
Sofiana	2,11±0,31
Telthi	1,24±0,13

L'ANOVA a montré un effet très hautement significatif du caractère « largeur e fruit » entre l'ensemble des cultivars ( $F= 40,42$  ;  $Pr < 0,0001$ ).

Comme pour le caractère longueur du fruit, les résultats du test LSD de Fisher, indique que le cultivar « Sofiana » a enregistré la plus grande moyenne (2,11 cm), alors que le cultivar « Chemlel » la moyenne la plus faible (0,83 cm).

### ➤ La forme :

La forme du fruit a été déterminée par le rapport (L/l).

**Tableau 11 : Forme du fruit des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Rapport (L/l)	Caractères par rapport aux normes du COI
Beskri	1,40±0,08	Ovoïde
Chemlel	1,57±0,10	Allongée
Ferdel	1,36±0,08	Ovoïde
G.E.F	1,64±0,09	Allongée
Sigoise	1,37±0,06	Ovoïde
Sofiana	1,19±0,29	Sphérique
Telthi	1,72±0,51	Allongée

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

L'analyse de la variance a mis en évidence une différence inter-variétale très hautement significative pour le caractère « forme du fruit » ( $F= 7,76$  ;  $Pr < 0,0001$ ). La plus faible valeur du rapport (L/l) a été observée chez le cultivar « Sofiana » avec une

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

moyenne de 1,19. Alors que, le cultivar « G.E.F » a présenté la moyenne plus élevée (1,64). Pour l'ensemble des cultivars, 3 différentes formes de fruit ont été identifiées :

- La forme ovoïde, observée chez les cultivars (Beskri, Ferdel et Sigoise),
- la forme allongée, enregistrée chez les cultivars (Chemlel, G.E.F et Telthi),
- la forme sphérique, observée chez le cultivar (Sofiana).

### ➤ Le poids :

**Tableau 12 : Poids du fruit des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Poids du fruit (g)	Caractères par rapport aux normes du COI
Beskri	2,29±0,69	Moyen
Chemlel	0,58±0,15	Réduit
Ferdel	4,78±1,15	Elevé
G.E.F	2,39±0,48	Moyen
Sigoise	3,05±0,51	Moyen
Sofiana	7,91±2,54	Très élevé
Telthi	1,42±0,09	Réduit

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

Une très grande variabilité inter-variétale a été observée pour le caractère « poids du fruit » avec un coefficient de variation allant jusqu'à 74,69%. L'ANOVA a montré une différence très hautement significative de ce caractère entre les cultivars étudiés ( $F= 30,44$  ;  $Pr < 0,0001$ ). La comparaison des moyennes par le test LSD de Fisher a révélé que le cultivar « Sofiana » a présenté les fruits les plus gros avec un poids moyen du fruit de 7,78g alors que les fruits les plus petits ont été observés chez le cultivar « Chemlel » avec un poids moyen de 0,58g. Ce test a montré d'une façon générale, et comme attendu, que le faible poids de fruits a été observé chez les cultivars à huile (Chemlel, Telthi et G.E.F) et le plus élevé chez ceux destinés à l'olive de table (Sofiana, Ferdel, Sigoise et Beskri).

Selon les normes du COI, les cultivars « Sofiana et Ferdel » sont caractérisés par un poids de fruit très élevé et élevé, respectivement. Les cultivars (Beskri, G.E.F et Sigoise) se sont distingués par des poids de fruit moyen. Des poids de fruit réduit ont été enregistrés par les cultivars « Chemlel » et « Telthi ».

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### d. Les caractères de l'endocarpe :

#### ➤ La longueur :

**Tableau 13 : Longueur de l'endocarpe des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Longueur de l'endocarpe (cm)
Beskri	1,51±0,18
Chemlel	1,09±0,09
Ferdel	1,64±0,12
G.E.F	1,79±0,15
Sigoise	1,60±0,11
Sofiana	2,03±0,11
Telthi	1,41±0,13

Les résultats de l'analyse de la variance ont indiqués une différence très hautement significative entre les cultivars étudiés ( $F= 45,22$  ;  $Pr < 0,0001$ ) pour le caractère « longueur de l'endocarpe ».

La comparaison des moyennes par le test LSD de Fisher a montré que le cultivar « Sofiana » présente les endocarpes les plus longs avec une moyenne de 2,03 cm, tandis que le cultivar « Chemlel » possède les endocarpes les plus courts avec une moyenne de 1,09 cm.

#### ➤ La largeur :

**Tableau 14 : Largeur de l'endocarpe des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Largeur de l'endocarpe (cm)
Beskri	0,84±0,06
Chemlel	0,51±0,04
Ferdel	0,86±0,08
G.E.F	0,70±0,05
Sigoise	0,77±0,05
Sofiana	0,95±0,28
Telthi	0,66±0,07

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'ANOVA a montré un effet très hautement significatif du caractère « largeur de l'endocarpe » entre l'ensemble des cultivars ( $F= 59,18$  ;  $Pr < 0,0001$ ). Comme pour les résultats de la longueur de l'endocarpe, les cultivars « Sofiana et Chemlel » ont enregistré la plus forte et faible moyenne (0,95, 0,51), respectivement.

### ➤ La forme :

La forme de l'endocarpe a été déterminée par le rapport (L/l).

**Tableau 15 : Forme de l'endocarpe des 7 cultivars étudiés**

<b>Cultivar</b>	<b>Rapport (L/l)</b>	<b>Caractères par rapport aux normes du COI</b>
Beskri	1,79±0,18	<b>Ovoïde</b>
Chemlel	2,11 ±0,17	<b>Elliptique</b>
Ferdel	1,91±0,19	<b>Elliptique</b>
G.E.F	2,54±0,19	<b>Allongée</b>
Sigoise	2,07 ±0,15	<b>Elliptique</b>
Sofiana	2,17±0,28	<b>Elliptique</b>
Telthi	2,13±0,27	<b>Elliptique</b>

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

Les résultats de l'analyse de la variance indiquent qu'il ya une différence inter-variétale très hautement significative pour le caractère « forme de l'endocarpe » ( $F=12,93$  ;  $Pr < 0,0001$ ). En effet, Le cultivar « G.E.F » a présenté la valeur la plus élevée du rapport (L/l) (2,54) tandis que le cultivar « Beskri » a enregistré par la moyenne la plus faible (1,79). Suivant les descripteurs du COI, tous les cultivars étudiés présentent des endocarpes de forme elliptique sauf les cultivars « Beskri » et « G.E.F » qui ont présenté des endocarpes de forme, respectivement, ovoïde et allongée.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### ➤ Le poids :

**Tableau 16 : Poids de l'endocarpe des 7 cultivars étudiés**

Cultivar	Le poids de l'endocarpe (g)	Caractères par rapport aux normes du COI
Beskri	0,54±0,12	Elevé
Chemlel	0,15±0,02	Réduit
Ferdel	0,69±0,15	Elevé
G.E.F	0,50±0,09	Elevé
Sigoise	0,49±0,06	Elevé
Sofiana	1,08±0,27	Très élevé
Telthi	0,30±0,07	Moyen

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

Comme pour le poids du fruit, une très importante variabilité inter-variétale a été observée pour le caractère « poids de l'endocarpe », avec un coefficient de variation de 51,55%. L'analyse de la variance a montré l'existence de différence très hautement significative entre les cultivars étudiés pour ce caractère ( $F= 49,57$  ;  $Pr < 0,0001$ ).

Le cultivar « Sofiana » a été classé par le test LSD de Fisher comme celui ayant les endocarpes les plus gros avec un poids moyen de 1,08g, alors que le cultivar « Chemlel » s'est caractérisé par les endocarpes les plus petits avec un poids moyen de 0,15g.

Selon les normes du COI, les cultivars (Beskri, Ferdel, G.E.F et Sigoise) présentent des endocarpes de poids dit élevé tandis que ceux du cultivar « Sofiana » sont très élevé. Le cultivar « Telthi » s'est distingué par des endocarpes de poids moyen alors que le cultivar « Chemlel » par celui dit réduit.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### ➤ Le nombre de sillons fibrovasculaires :

**Tableau 17 : Nbre de sillons fibrovasculaires des 7 cultivars étudiés.**

Cultivar	Nbre de sillons fibrovasculaires	Caractères par rapport aux normes du COI
Beskri	10,72	Elevé
Chemlel	9,58	Moyen
Ferdel	10,68	Elevé
G.E.F	8,81	Moyen
Sigoise	9	Moyen
Sofiana	10,80	Elevé
Telthi	8,86	Moyen

Ref. Valeurs COI. Cf. matériels et méthodes.

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence très hautement significative pour le caractère « nombre de sillons fibrovasculaires » entre l'ensemble des cultivars étudiés ( $F= 19,39$  ;  $Pr < 0,0001$ ).

La comparaison des moyennes par le test LSD de Fisher a indiqué que le cultivar « Sofiana » est caractérisé par le nombre de sillons fibrovasculaires le plus élevé (10,80) et le cultivar « G.E.F » par le nombre le plus faible (8,81).

Les descripteurs du COI, nous ont permis de classer les cultivars étudiés selon le nombre de sillons fibrovasculaires en deux classes ; les cultivars présentant un nombre de sillons élevé (Beskri, Ferdel et Sofiana) et ceux possédant des endocarpes avec un nombre de sillons moyen (Chemlel, G.E.F et Telthi).

#### 1.1.3. La matrice de corrélation :

Le test de corrélation de Pearson pour l'ensemble des caractères morphologiques quantitatifs étudiés a montré de fortes corrélations entre eux mais dont la plupart sont attendues.

L'observation des résultats de la matrice des corrélations (Annexe IV) a révélé que :

- Le rapport (L/l) de la feuille est corrélé positivement à sa longueur ( $r=0,902$ ) et négativement à sa largeur ( $r= -0,841$ ).

-La longueur de l'inflorescence et le nombre de fleur/inflorescence sont deux caractères liés et corrélés positivement entre eux ( $r= 0,839$ ). Plus l'inflorescence est longue plus le nombre de fleur augmente.

-Le poids du fruit a une forte corrélation positive avec : sa longueur ( $r= 0,931$ ), sa largeur ( $r= 0,956$ ), ainsi que la longueur, la largeur et le poids de l'endocarpe ( $r=$

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

0,838 ;  $r = 0,853$  ;  $r = 0,942$ , respectivement). Les olives présentant des poids importants sont longues et larges et possèdent des endocarpes avec des poids importants et des longueurs et largeurs importantes.

-Le poids de l'endocarpe est positivement corrélé avec : sa longueur ( $r = 0,911$ ) et sa largeur ( $r = 0,939$ ), ainsi que la longueur et la largeur du fruit ( $r = 0,965$  ;  $r = 0,960$ , respectivement). Les endocarpes longs et larges ont des poids élevés.

### 1.1.4. L'analyse en composante principale (ACP) :

#### a. Résultats de l'analyse en composante principale :

L'analyse en composante principale a été appliquée à la matrice des corrélations obtenue à partir de l'ensemble des 14 variables quantitatives mesurées sur les 7 cultivars ayant fait l'objet de cette étude (Annexe V).

L'objectif de l'analyse de ces paramètres quantitatifs est de déterminer la relation entre les caractères et évaluer ceux ayant la plus grande contribution dans la variabilité entre les cultivars et donc les plus discriminants qui permettront la comparaison entre les cultivars.

**Tableau 18: Résultats de l'analyse ACP sur les deux axes principaux**

	F1	F2
<b>Valeur propre</b>	7,588	4,424
<b>Variabilité (%)</b>	54,203	31,600
<b>% cumulé</b>	54,203	85,803

Les résultats de l'analyse ACP avec les 14 paramètres quantitatifs (Tableau n°18) indique que le pourcentage de variabilité obtenu est de 85,80% associé aux axes 1 et 2. Ceci indique une forte variabilité entre les cultivars sur le plan morphologique avec des valeurs propres de 7,58 et 4,42 respectivement pour l'axe 1 et 2.

La CP1 explique 54,20% de la variabilité totale et a reçu une forte contribution positive de sept paramètres (F longueur (L), Fr longueur (L), Fr largeur (l), Fr poids, E longueur (L), E largeur (l), E poids) (Annexe V). Par contre, la CP2, qui explique 31,60%, a reçu une contribution positive de deux variables (F rapport (L/l) et E rapport (L/l)) (Annexe V).

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

Généralement, les variables sélectionnées sont les plus significatives c'est à dire celles dont les corrélations entre variables / individus et les axes sont les plus importantes.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

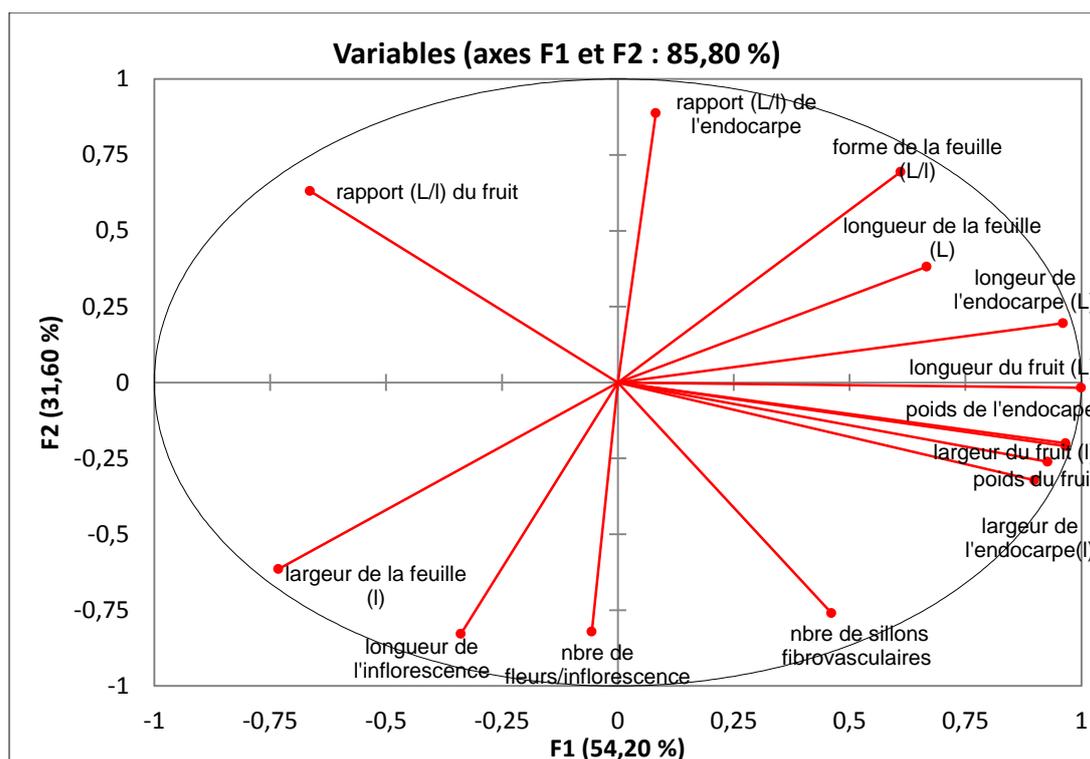
En ACP, on considère que pour qu'une variable soit contributive à l'explication de la variabilité sur un axe donné, il faut que sa corrélation et sa corrélation au carré soit > 0.5 (50%). Aussi, selon Duby et Robin (2006), une variable sera d'autant mieux représentée sur un axe quand sa corrélation avec la composante principale correspondante est en valeur absolue proche de 1.

**Tableau 19 : Corrélations et corrélations au carré entre les variables morphologiques et les axes principaux (F1 et F2) :**

Variables	Axes principaux				
	CP1		CP2		Plan factoriel 1-2
	Corr	Corr <sup>2</sup> %	Corr	Corr <sup>2</sup> %	Corr <sup>2</sup> %
F longueur (L) (V1)	0,666	<b>44,38</b>	0,382	14,60	58,98
F largeur (l) (V2)	-0,732	<b>53,58</b>	-0,615	37,77	91,35
F rapport (L/l) (V3)	0,610	37,24	0,694	48,23	85,47
I longueur (V4)	-0,339	11,48	-0,828	<b>68,62</b>	80,10
I nbr de fleur (V5)	-0,056	0,31	-0,821	<b>67,44</b>	67,75
Fr longueur (L) (V6)	0,999	<b>99,87</b>	-0,017	0,03	99,90
Fr largeur (l) (V7)	0,966	<b>93,40</b>	-0,210	4,40	97,80
Fr rapport (L/l) (V8)	-0,664	<b>44,11</b>	0,631	39,83	83,95
Fr poids (V9)	0,927	<b>85,96</b>	-0,262	6,84	92,80
E longueur (L) (V10)	0,961	<b>92,35</b>	0,195	3,80	96,15
E largeur (l) (V11)	0,899	<b>80,77</b>	-0,322	10,36	91,14
E rapport (L/l) (V12)	0,082	0,67	0,888	<b>78,79</b>	79,46
E poids (V13)	0,967	<b>93,44</b>	-0,200	4,00	97,43
E nbr de sillon (V14)	0,461	21,28	-0,760	<b>57,69</b>	78,97

V1 : longueur de la feuille, V2 : largeur de la feuille, V3 : forme de feuille, V4 : longueur de l'inflorescence, V5 : nombre de fleurs/inflorescence, V6 : longueur du fruit, V7 : largeur du fruit, V8 : forme du fruit, V9 : poids du fruit, V10 : longueur de l'endocarpe, V11 : largeur de l'endocarpe, V12 : forme de l'endocarpe, V13 : poids de l'endocarpe, V14 : nombre de sillons fibrovasculaires.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS



**Figure 12 : cercle des corrélations entre les 14 paramètres morphologiques quantitatifs mesurés sur le plan 1-2.**

La Figure. 12, représente le cercle des corrélations entre les différentes variables sur le plan factoriel 1-2. Elle permet de repérer rapidement les groupes de variables liées entre elles et celles opposées.

Pour l'axe 1, nous distinguons deux groupes :

- ✓ Le premier groupe dans l'extrémité positive, est formé par les paramètres dont la corrélation est importante : il s'agit des variables, longueur de la feuille (V1), longueur du fruit (V6), largeur du fruit (V7), poids du fruit (V9), longueur de l'endocarpe (V10), largeur de l'endocarpe (V11), poids de l'endocarpe (V13). Ces dernières sont bien représentées et ont eu la plus forte contribution à ce premier axe et à l'explication de la variabilité entre les individus.
- ✓ Par contre, le deuxième groupe est représenté uniquement par les deux paramètres « largeur de la feuille (V2) et rapport (L/l) du fruit (V8) » qui sont négativement corrélés avec le premier groupe.

Pour l'axe 2, nous distinguons deux groupes de variables :

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

- ✓ Le premier groupe est formé par le caractère « rapport (L/l) de l'endocarpe (V12) » qui contribue positivement à la formation du 2<sup>ème</sup> axe.
- ✓ Le deuxième groupe, à l'autre extrémité de l'axe 2, comprend les paramètres : longueur de l'inflorescence (V4), nombre de fleurs/inflorescence (V5), nombre de sillons fibrovasculaires (V14), qui sont négativement corrélés avec « rapport (L/l) de l'endocarpe (V12) ».

### c. Représentation des individus (cultivars) :

Selon Duby et Robin (2006), pour qu'un individu (cultivar) soit bien représenté sur un plan, il faut calculer le cosinus carré, s'il est proche de 1 on peut dire qu'il est bien représenté par sa projection sur l'axe ; et si deux individus sont bien représentés en projection sur un axe et proches on pourra dire qu'ils sont proches dans l'espace.

**Tableau 20 : Coordonnées et cosinus au carré des cultivars (plan factoriel 1-2)**

Axes	F1		F2		plan factoriel 1-2
	Coor	Cos <sup>2</sup> %	Coor	Cos <sup>2</sup> %	Cos <sup>2</sup> %
Beskri	-0,983	11,33	-2,275	<b>60,77</b>	72,11
Ferdel	2,024	<b>46,29</b>	-1,291	18,83	65,12
Sofiana	4,716	<b>88,85</b>	-1,300	6,75	95,61
Telthi	-2,029	<b>64,70</b>	-0,246	0,95	65,65
G.E.F	0,688	2,18	4,555	<b>95,71</b>	97,89
Sigoise	0,188	0,80	1,135	29,35	30,15
Chemlel	-4,604	<b>91,47</b>	-0,578	1,44	92,91

La projection des 7 cultivars d'olivier dans le plan factoriel (1-2) a montré leur diversité pour les descripteurs étudiés (Figure 13).

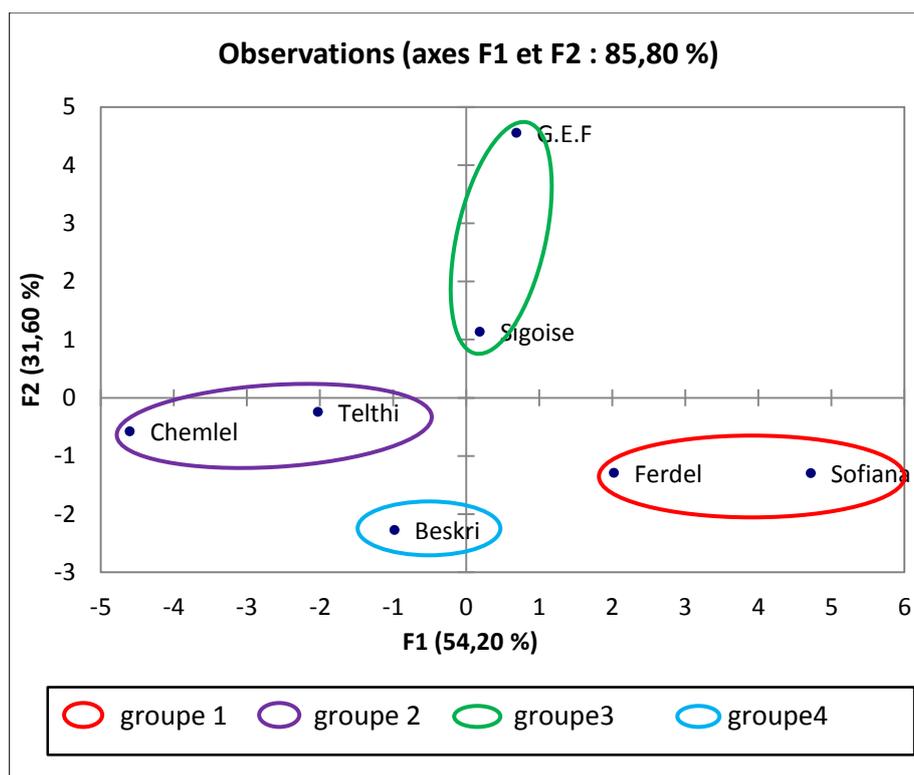


Figure 13 : Représentation des cultivars sur le plan factoriel 1-2.

D'après cette Figure, nous pouvons déduire ce qui suit :

- la 1<sup>ère</sup> composante principale est formée par les cultivars Sofiana, Ferdel, Telthi et Chemlel qui contribuent le plus à la formation du 1<sup>er</sup> axe ;
- La 2<sup>ème</sup> composante principale est représentée par les cultivars Beskri et G.E.F, qui expliquent la variation obtenue dans le 2<sup>ème</sup> axe et se trouvant aux extrémités de l'axe.

On observe sur la Figure. 13, que sur l'axe 1 un regroupement homogène des cultivars selon leur utilisation. En effet, une opposition nette a été enregistrée entre les cultivars à huile et les cultivars à olive de table. Sur l'axe 2 les cultivars « Beskri » et « G.E.F » sont situés aux extrémités opposées et les variables en cause sont la forme de leurs feuilles et leurs endocarpes.

Selon le plan factoriel (1-2), il semble se dégager 4 groupes de cultivar :

- Groupe 1 : est formé par les cultivars à olive de table (Sofiana et Ferdel) sur son extrémité positive et contribuent avec et 88,85% et 46, 29%, respectivement, dans la variabilité de l'axe 1. Ces deux cultivars sont caractérisés par de gros fruits et endocarpes, longs et larges. Ils présentent

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

aussi des valeurs de rapport (L/l) de fruit proches. Ils sont proches dans l'espace ce qui signifie qu'il n'existe pas une importante variabilité entre eux (Figure. 13).

- Groupe 2 : Regroupe deux cultivars, Chemlel et Telthi, qui se trouvent à l'extrémité négative de l'axe et sont ainsi opposés au groupe 1. Ils contribuent, respectivement, avec 91,47% et 64,70% à l'explication de la variabilité sur l'axe 1 (Tableau 20). Ce groupe réunit les cultivars à huile qui se distinguent par leurs petits fruits à petits endocarpes. Ces cultivars présentent aussi des fruits de forme allongée.
- Groupe 3 : Est constitué par les cultivars, « G.E.F » et « Sigoise », qui possèdent des inflorescences courtes avec un nombre de fleurs réduit. Le cultivar « G.E.F » se distingue aussi par des feuilles lancéolées et des endocarpes allongés. Ces deux cultivars se trouvent à l'extrémité positive de l'axe 2 (Figure. 13) et contribuent avec 60,77% et 29,35% (Tableau 20). Toutefois, le cultivar Sigoise est mal représenté sur l'axe 2.
- Groupe 4 : Est formé par le cultivar « Beskri » situé à l'extrémité négative de l'axe 2 et présente une forte contribution, 95,91%, à l'explication de la variabilité sur l'axe 2. Il est caractérisé surtout par des feuilles elliptiques et des endocarpes ovoïdes.

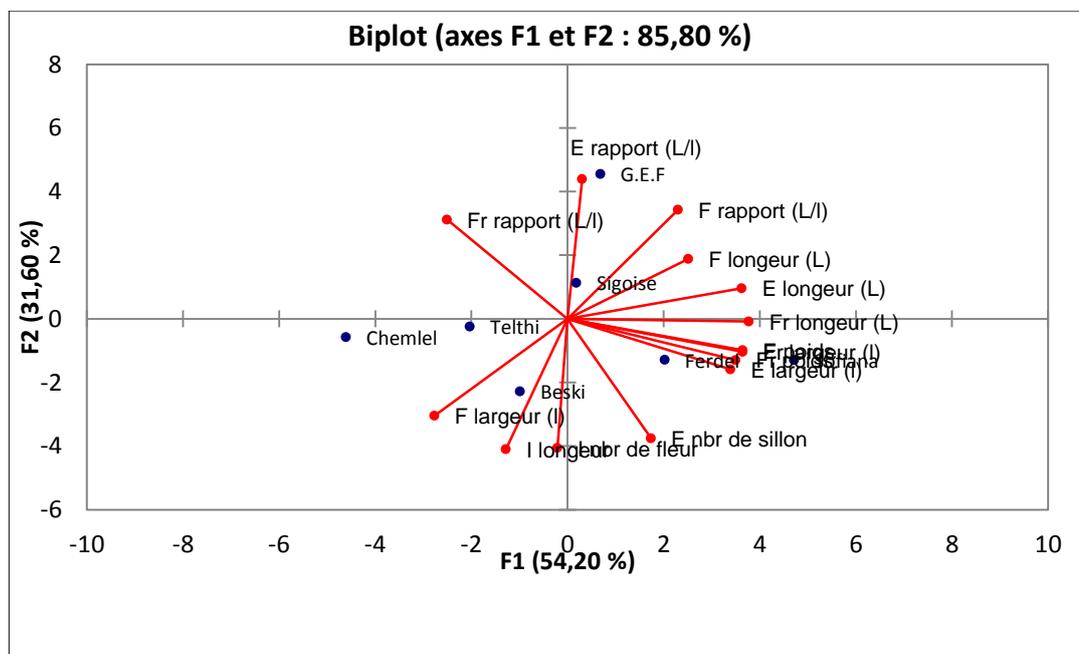


Figure 14 : Projection des variables et des cultivars sur le plan factoriel

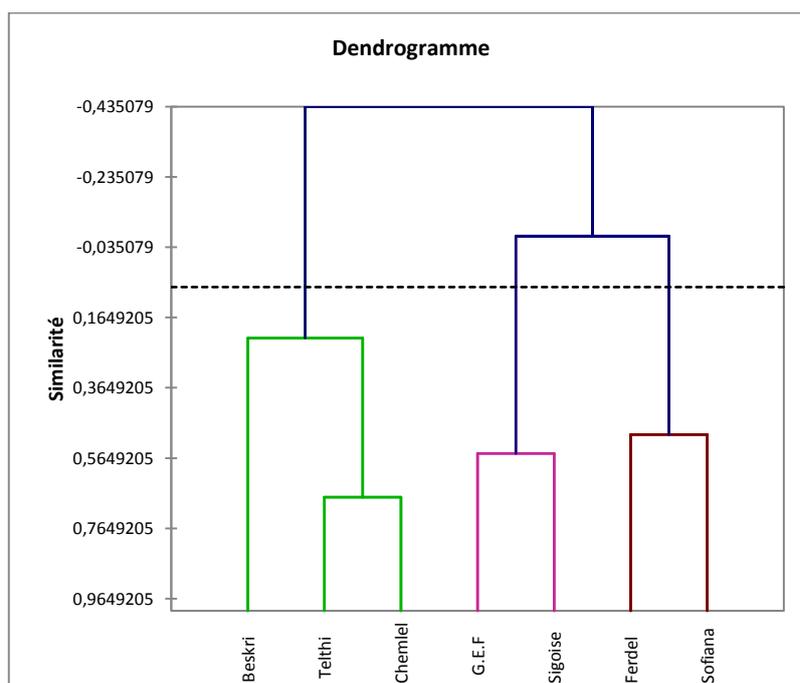
## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 1.1.5. La classification ascendante hiérarchique (CAH) :

Dans le but de déterminer la nature et le degré de divergence et de ressemblances entre les 7 cultivars d'olivier étudiés, une classification ascendante hiérarchique a été effectuée sur les données des paramètres morphologiques quantitatifs évalués (Figure. 15) et (Tableau 21).

**Tableau 21 : Les groupes de cultivars selon la classification ascendante hiérarchique**

Groupes	Cultivars
1	Beskri, Telthi, Chemlel
2	Ferdel et Sofiana
3	Sigoise et G.E.F



**Figure 15 : Dendrogramme du regroupement des 7 cultivars.**

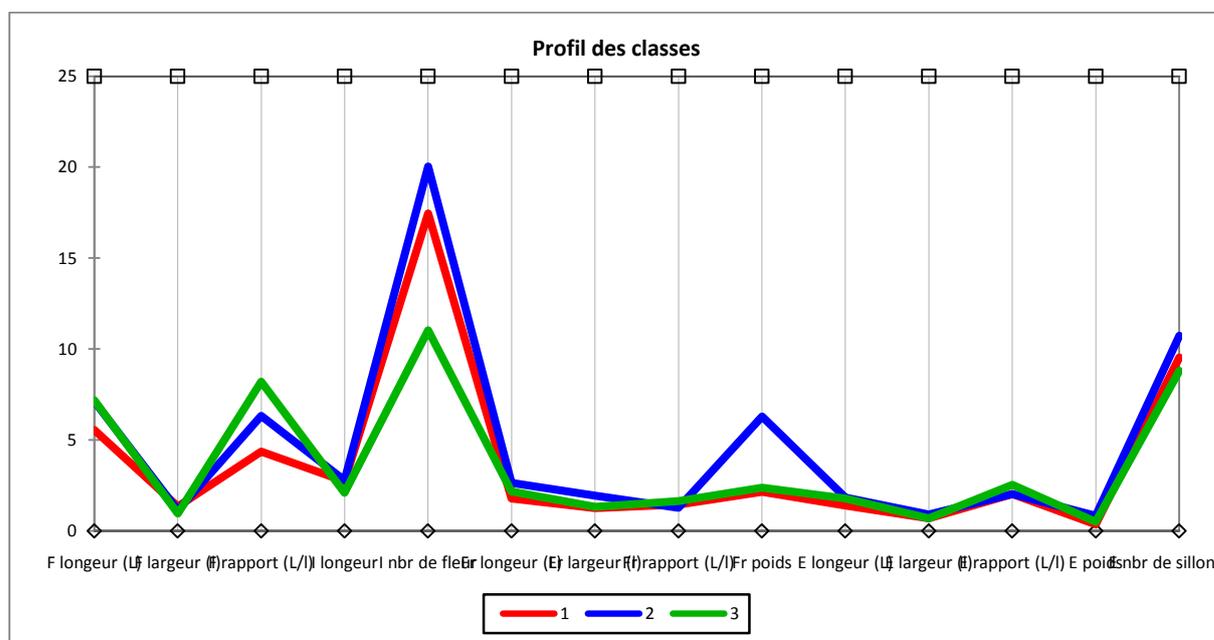
La CAH, avec la méthode UPGMA sur base de la distance euclidienne, a produit un dendrogramme qui regroupe les 7 cultivars étudiés dans trois principaux groupes phénotypiquement liés (Figure. 15 et Tableau 21). Le niveau de similarité varie de 0,26 à 0,66.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le groupe (1) comporte 3 cultivars Beskri (olive de table), Thelti et Chemlel (olive à huile) et qui sont caractérisés par des fruits et des endocarpes de petites tailles. De plus, le cultivar Beskri à des fruits dont les caractéristiques ressemblent à ceux des deux autres cultivars (poids= 2,29 g ; rapport (L/l)= 1,40 ; longueur = 1,37 cm ; largeur= 1,93 cm).

Le deuxième groupe est constitué par les cultivars à olive de table (Ferdel et Sofiana) et qui se distinguent par des fruits et des endocarpes gros, longs et larges.

Le groupe (3) est composé par le cultivar « Sigoise » à double fin (huile et olive de table), et « G.E.F » qui est destiné à la production d'huile. Ces cultivars possèdent certaines caractéristiques en commun ; il s'agit des longueurs, des largeurs et des poids de fruits.



**Figure 16 : représentation graphique des caractéristiques des trois classes engendrées par la CAH**

La Figure. 16, indique que les paramètres qui semblent les plus discriminants entre les classes sont en nombre de 4, il s'agit du rapport (L/l) de la feuille (V3), le rapport (L/l) de l'endocarpe (V12), le nombre de fleurs/inflorescence (V5) et le poids du fruit (V9).

### 1.2. Les caractères morphologiques qualitatifs :

#### 1.2.1. Polymorphisme des caractères morphologiques qualitatifs étudiés :

Les analyses des caractères morphologiques qualitatifs du fruit et de l'endocarpe ont révélé un polymorphisme phénotypique important. Parmi les 32 catégories des 13 descripteurs utilisés, 29 catégories sont présentes dans chez les individus des cultivars étudiés. Quatre catégories peuvent être considérées comme des catégories rares, elles sont observées uniquement chez un seul cultivar parmi les 7 étudiés. C'est les catégories : le diamètre transversal maximal du fruit vers le sommet (cultivar G.E.G), le sommet pointu du fruit (cultivar Sigoise) et les fruits symétriques et les grandes lenticelles (cultivar Sofiana) (Annexe II.B).

#### 1.2.2. L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) :

L'ACM, permet en effet d'aboutir à des cartes de représentation sur lesquelles on peut visuellement observer les proximités entre les catégories des variables qualitatives et les observations. Elle a été appliquée pour l'ensemble des 13 caractères qualitatifs dans le but de déterminer ceux contribuant le plus à l'identification des 7 cultivars étudiés (Annexe VI).

**Tableau 22 : Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les deux premiers axes F1 et F2**

	<b>F1</b>	<b>F2</b>
Valeur propre	0,35	0,26
Inertie ajustée	0,09	0,04
Inertie ajustée (%)	41,01	18,33
% cumulé	41,01	59,34

Les inerties expliquées par les 2 premiers axes de l'ACM sont respectivement de 41,01% et 18,33%, soit 59,34% de l'inertie totale ajustée exprimant la variabilité entre les cultivars (Tableau 22).

Cette représentativité relativement moyenne à faible des 2 axes de l'ACM témoigne de la présence d'une certaine organisation phénotypique des cultivars étudiés. Les 13 caractères morphologiques pris en considération dans l'ACM contribuent d'une manière différente à l'inertie expliquée par les 2 axes (Tableau 23).

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 23 : Somme des contributions des caractères qualitatifs étudiés à l'inertie totale expliquée par les axes 1 et 2.**

variables	F1		F2	
	Somme des contributions des modalités	Contribution %	Somme des contributions des modalités	Contribution %
SYF	0,129	<b>12,91</b>	0,220	<b>21,96</b>
DTF	0,086	8,55	0,137	<b>13,66</b>
STF	0,000	0	0,000	0
BAF	0,000	0	0,143	<b>14,30</b>
MAF	0,019	1,88	0,000	0
PRL	0,003	0,30	0,157	<b>15,73</b>
DML	0,109	<b>10,88</b>	0,089	8,88
SYE	0,135	<b>13,51</b>	0,016	1,61
DTE	0,135	<b>13,51</b>	0,016	1,61
STE	0,000	0	0,134	<b>13,36</b>
BAE	0,120	<b>11,97</b>	0,018	1,76
SUE	0,134	<b>13,36</b>	0,070	7,00
MUE	0,131	<b>13,08</b>	0,000	0

SYF : symétrie en position A du fruit, DTF : position du diamètre transversal maximal et la symétrie en position A du fruit, STF : sommet du fruit, BAF : base du fruit, MAF : mamelon, PRL : la présence des lenticelles, DML : dimension des lenticelles, SYE : symétrie en position A de l'endocarpe, DTE : position du diamètre transversal maximal de l'endocarpe, STE : sommet de l'endocarpe, BAE : base de l'endocarpe, SUE : extrémité du sommet de l'endocarpe, MUE : surface de l'endocarpe.

La contribution des caractères morphologiques qualitatifs analysés à l'inertie totale, varie de 0% (sommet du fruit en position A) à 21,97% (la symétrie en position A du fruit) (Tableau 23). Onze caractères sur les 13 analysés présentent une contribution à l'inertie, expliquée par l'un des 2 premiers axes, supérieure à 10%. Il s'agit de la symétrie en position A du fruit (SYF), la position du diamètre transversal maximal du fruit (DTF), la base du fruit (BAF), la présence des lenticelles (PRL), la dimension des lenticelles (DML), la symétrie en position A de l'endocarpe (SYE), la position du diamètre transversal maximal de l'endocarpe (DTE), le sommet de l'endocarpe (STE), la base de l'endocarpe (BAE), la surface de l'endocarpe (SUE) et l'extrémité du sommet de l'endocarpe (MUE). Ces contributions témoignent d'un potentiel d'identification supérieur pour ces caractères.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 24 : Poids relatif, contributions et cosinus carré des différentes modalités des variables étudiées.**

Modalités des variables	Poids relatif	Contributions		Cosinus carré		Somme des cosinus carrés sur le plan 1-2
		F1	F2	F1	F2	
<b>SYF-1</b>	0,011	0,093	0,076	0,507	0,306	<b>0,812</b>
<b>SYF-2</b>	0,044	0,000	0,090	0,004	0,727	<b>0,731</b>
<b>SYF-3</b>	0,022	0,035	0,053	0,231	0,256	0,486
<b>DTF-2</b>	0,066	0,012	0,020	0,398	0,470	<b>0,868</b>
<b>DTF-3</b>	0,011	0,073	0,117	0,398	0,470	<b>0,868</b>
<b>STF-1</b>	0,011	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
<b>STF-2</b>	0,066	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
<b>BAF-1</b>	0,044	0,000	0,061	0,000	0,492	0,492
<b>BAF-2</b>	0,033	0,000	0,082	0,000	0,492	0,492
<b>MAF-1</b>	0,044	0,008	0,000	0,088	0,002	0,090
<b>MAF-2</b>	0,033	0,011	0,000	0,088	0,002	0,090
<b>PRL-1</b>	0,033	0,002	0,090	0,014	0,542	<b>0,556</b>
<b>PRL-2</b>	0,044	0,001	0,067	0,014	0,542	<b>0,556</b>
<b>DML-1</b>	0,066	0,016	0,013	0,507	0,306	<b>0,812</b>
<b>DML-2</b>	0,011	0,093	0,076	0,507	0,306	0,812
<b>SYE-2</b>	0,055	0,039	0,005	0,629	0,055	<b>0,684</b>
<b>SYE-3</b>	0,022	0,097	0,012	0,629	0,055	<b>0,684</b>
<b>DTE-2</b>	0,055	0,039	0,005	0,629	0,055	<b>0,684</b>
<b>DTE-3</b>	0,022	0,097	0,012	0,629	0,055	<b>0,684</b>
<b>STE-1</b>	0,044	0,000	0,057	0,000	0,460	0,460
<b>STE-2</b>	0,033	0,000	0,076	0,000	0,460	0,460
<b>BAE-1</b>	0,033	0,065	0,002	0,526	0,010	<b>0,535</b>
<b>BAE-2</b>	0,033	0,054	0,001	0,437	0,006	0,442
<b>BAE-3</b>	0,011	0,002	0,015	0,008	0,061	0,069
<b>SUE-1</b>	0,033	0,017	0,017	0,141	0,103	0,245
<b>SUE-2</b>	0,022	0,022	0,049	0,140	0,237	0,377
<b>SUE-3</b>	0,022	0,095	0,004	0,617	0,018	<b>0,635</b>
<b>MUE-1</b>	0,033	0,075	0,000	0,609	0,000	<b>0,609</b>
<b>MUE-2</b>	0,044	0,056	0,000	0,609	0,000	<b>0,609</b>

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

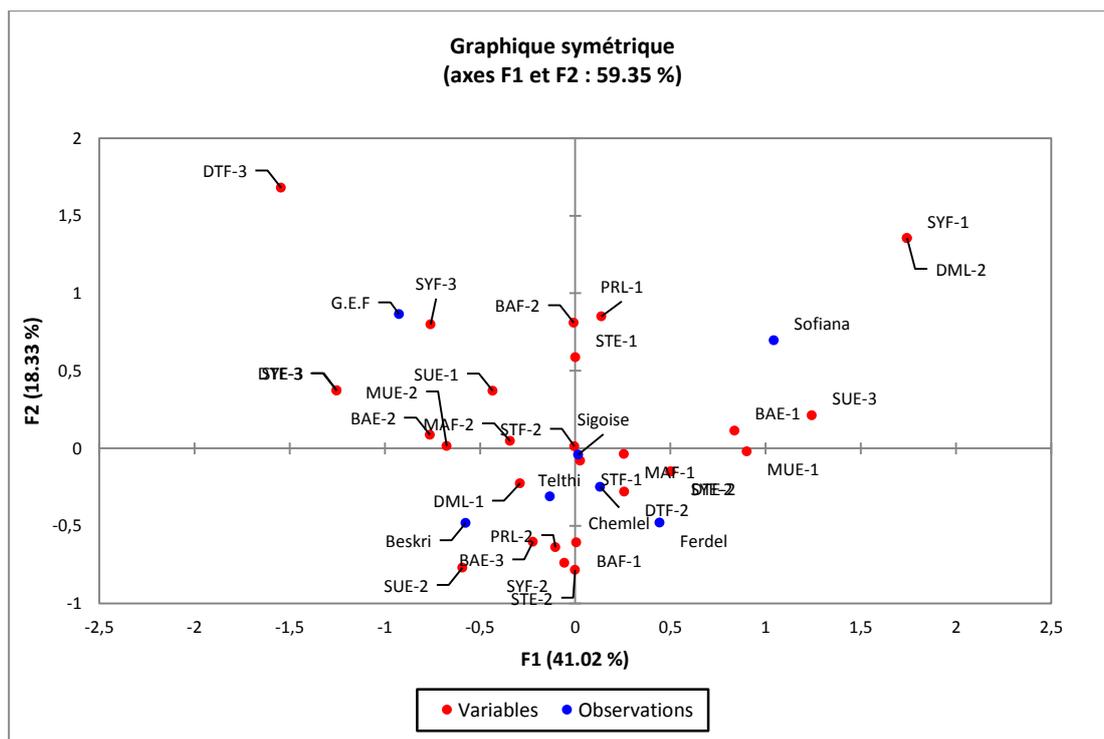
Selon le Tableau 24, les modalités les plus importantes (celles qui contribuent le plus à son inertie) dans la définition de l'axe 1 sont : le fruit symétrique SYF-1 (9,33%), les grandes lenticelles DML-2 (9,33%), l'endocarpe asymétrique SYE-3 (9,65%), le diamètre transversal maximal de l'endocarpe vers le sommet DTE-3 (9,65%), la base de l'endocarpe tronquée BAE-1 (6,45%), la surface raboteuse de l'endocarpe SUE-3 (9,47%), l'extrémité du sommet de l'endocarpe sans mucron MUE-1 (7,47%) et avec mucron MUE-2 (5,60%). Les modalités SYF-1, DML-2, SUE-3, MUE-1 contribuent positivement dans la formation de l'axe 1. Alors que les modalités SYE-3, DTE-3 et MUE-2 contribuent négativement.

En ce qui concerne l'axe 2, il est déterminé par les modalités liées aux caractéristiques des fruits. Il semble que la tendance des cultivars est vers des fruits légèrement symétriques SYF-2 (9,04%), avec des lenticelles à nombre variable (nombreuses PRL-1 (8,99%) à peu nombreuses PRL-2 (6,74%). La modalité qui contribue positivement dans la formation de l'axe 2 est : PRL-1 tandis que les modalités SYF-2 et PRL-2 y contribuent négativement.

**Tableau 25: Contributions et cosinus carrés des individus (cultivars) sur le plan factoriel 1-2**

Cultivars	F1			F2		
	Coordonnées	Contributions %	Cosinus	Coordonnées	Contributions %	Cosinus
Beskri	-0,575	13,21	0,298	-0,481	12,48	0,209
Chemlel	0,130	0,68	0,022	-0,249	3,36	0,079
Ferdel	0,444	7,85	0,225	-0,479	12,36	0,262
G.E.F	-0,925	<b>34,13</b>	<b>0,505</b>	0,864	40,31	0,441
Sigoise	0,016	0,01	0,000	-0,042	0,09	0,001
Sofiana	1,043	<b>43,42</b>	<b>0,629</b>	0,697	26,20	0,281
Telthi	-0,133	0,71	0,015	-0,310	5,20	0,081

L'analyse des correspondances multiples des cultivars étudiés selon les caractères qualitatifs a montré leur diversité (Figure 17). Pour éviter des erreurs d'interprétations liées à la projection, seules les contributions supérieures aux poids relatifs, sur les axes 1 et 2, ont été prises en considération.



**Figure 17 : répartition des 7 cultivars selon le plan (1-2) de l'ACM  
basée sur les caractères qualitatifs**

La projection des variables – individus des cultivars étudiés sur les deux axes F1 et F2 (Figure 17), indique qu'il y a une différence, surtout entre deux cultivars opposés, expliquée par la différence au niveau phénotypique des paramètres étudiés. Sur l'axe 1 le cultivar à olive de table « Sofiana » est bien projeté sur son extrémité positive et est caractérisé par des fruits symétriques à grandes lenticelles et par des endocarpes légèrement asymétriques à diamètre transversal maximal central, à surface raboteuse et à une extrémité du sommet sans mucron. Par contre, le cultivar à huile « G.E.F » est projeté sur l'extrémité négative de l'axe 1 et est caractérisé par des fruits asymétriques à petites lenticelles et par des endocarpes asymétriques à diamètre transversal maximal vers le sommet, à surface lisse et à une extrémité du sommet avec mucron. Les autres cultivars sont mal représentés sur le plan F1-F2, avec de faibles contributions aux axes (F1 et F2) et des cosinus carrés inférieur à 0.50, et de ce fait leur projection n'apporte aucune information exploitable (Tableau 25).

### 2. Caractérisation moléculaire :

#### 2.1. Polymorphisme des SSR :

Les 7 amorces SSR utilisées dans notre étude ont générées des fragments d'amplification polymorphes et reproductibles sur l'ensemble des cultivars étudiés, permettant de différencier entre eux. Un total de 48 allèles ont été détectés. Le nombre moyen d'allèle par locus est de 6,85, allant de 4 pour GAPU 71A à 9 pour DCA 9 (Tableau 26). Parmi les 48 allèles produits par les 7 marqueurs SSR, 26 étaient des allèles privés. Le locus DCA 9 a amplifié le nombre le plus élevé d'allèles privés sur cinq cultivars et aussi un nombre élevé de profils unique en nombre de six avec les marqueurs DAC18 et GAPU101. Dans cette étude, le concept allèle privé est décrit comme étant l'amplification d'un allèle ou plus, unique, chez un cultivar donnée au sein d'une population donnée.

La taille des allèles s'étale de 156 pb pour UDO 43 et UD0 28 à 227 pb pour GAPU 71A. Les fréquences alléliques varient de 0,035 pour 1) l'allèle 218 pb au locus GAPU 101, 2) les allèles 160 pb, 166 pb et 174 pb au locus UDO 12, 3) l'allèle 168 pb au locus DCA 9 et 4) les allèles 185 pb et 187 pb au locus DCA 18, à des valeurs de 0,714 pour l'allèle 217 pb au locus GAPU 71A (Tableau 27).

Le pouvoir de discrimination (PD) a variait de 0,402 au locus GAPU 71A à 0,861 aux loci UD0 28 et DCA 9 avec une moyenne de 0,755 (Tableau 26).

L'hétérozygotie observée ( $H_o$ ) a variait entre 0,143 pour le locus GAPU 71A à t 0,857 pour celui de GAPU 101 avec une valeur moyenne de 0,500. L'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) a variait de 0,071 au locus GAPU 71A à 0,500 au locus GAPU 101, avec une moyenne de 0,334. En outre, le locus GAPU 101 a présenté les valeurs maximales de l'hétérozygotie observée ( $H_o$ ) et l'hétérozygotie attendue tandis que le locus GAPU 71A s'est distingué par les valeurs les plus faibles (Tableau 26). L'hétérozygotie observée était  $\geq 0,500$  pour quatre loci (GAPU 101, UDO 43, UD0 28 et DCA 9) indiquant une diversité moyennement élevée des individus d'oliviers analysés. En effet, l'hétérozygotie attendue était plus faible que les valeurs observées pour tous les loci et qui se reflète dans les valeurs négatives du Fis à l'exception du locus DCA 18.

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 26 : Paramètres génétiques pour les 7 marqueurs SSR utilisés**

locus	Na	NDC	Ng	Ho	He	Fis	PD
<b>GAPU 101</b>	7	2	8	0,857	0,500	-0,714	0,819
<b>GAPU 71A</b>	4	2	3	0,143	0,071	-1,000	0,402
<b>UDO 12</b>	7	2	6	0,429	0,321	-0,333	0,777
<b>UDO 43</b>	5	2	6	0,571	0,375	-0,524	0,736
<b>UD0 28</b>	8	3	8	0,714	0,393	-0,818	0,861
<b>DCA 9</b>	9	5	8	0,500	0,304	-0,647	0,861
<b>DCA 18</b>	8	4	8	0,286	0,375	0,238	0,833
<b>Moyenne</b>	6,85	2,85	6,71	0,500	0,334	-0,543	0,755

Na: le nombre d'allèles détectés, NDC: le nombre de cultivars distingués, Ng : le nombre total de génotypes, Ho: l'hétérozygotie observée, He: l'hétérozygotie attendue, Fis : l'indice de fixation, PD : le pouvoir de discrimination.

**Tableau 27 : fréquences des allèles détectés chez les 7 amorces SSR utilisées sur l'ensemble des cultivars étudiés**

Locus	Allèles et leurs fréquences								
<b>GAPU 101</b>	196 0,214	202 0,214	204 0,214	206 0,142	208 0,071	218 0,035	222 0,107		
<b>GAPU 71A</b>	210 0,071	214 0,142	217 0,714	227 0,071					
<b>UDO 12</b>	160 0,035	166 0,035	168 0,428	170 0,214	174 0,035	176 0,071	182 0,178		
<b>UDO 43</b>	156 0,142	166 0,071	168 0,607	172 0,107	178 0,071				
<b>UD028</b>	156 0,321	169 0,071	180 0,071	182 0,071	185 0,107	186 0,178	202 0,071	204 0,107	
<b>DCA 9</b>	158 0,071	168 0,035	172 0,142	179 0,071	180 0,214	188 0,107	190 0,142	194 0,142	204 0,071
<b>DCA 18</b>	172 0,142	174 0,071	175 0,071	178 0,142	179 0,214	181 0,285	185 0,035	187 0,035	

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 2.2. L'identification des profils génétiques des cultivars :

L'analyse et la combinaison des 48 allèles amplifiés par les 7 SSR analysés ont permis de distinguer les 7 cultivars étudiés. De plus, les données ont prouvées que les profils génotypiques des microsatellites ont permis d'identifier sans ambiguïté tous les cultivars, puisque chaque cultivar a été caractérisé par au moins un profil génétique unique. Aucun des SSR utilisés n'était capable de différencier à lui seul tous les cultivars. En outre, les paires d'amorces permettant de distinguer le plus grand nombre de cultivars étudiés étaient la DCA9, DCA 18 et UD0 12 distinguant respectivement, 5, 4 et 2 cultivars (Tableau 26). En effet, la combinaison de ces trois amorces a révélé 15 allèles privés qui permettent de distinguer efficacement les 7 cultivars.

Un nombre moyen de 6,71 génotypes différents ont été révélés par les SSR utilisés. Le locus GAPU 71A a révélé le plus faible nombre de génotypes (3 génotypes) alors que les loci GAPU 101, UD0 28, DCA 9 et DCA 18 ont enregistré le nombre le plus élevé (8 génotypes) (Tableau 26).

Parmi les 7 cultivars, le taux de polymorphisme des loci variait de 42, 86%, chez le cultivar Chemlel à 85,71% chez le cultivar Ferdel, avec une moyenne de 63,27% (Tableau 28) pour l'ensemble des cultivars étudiés.

**Tableau 28 : Pourcentage des loci polymorphes**

<b>Population</b>	<b>%P</b>
<b>GEF</b>	57,14%
<b>Sofiana</b>	71,43%
<b>Telthi</b>	71,43%
<b>Beskri</b>	57,14%
<b>Ferdel</b>	85,71%
<b>Sigoise</b>	57,14%
<b>Chemlel</b>	42,86%
<b>Moyenne</b>	63,27%

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 3. Relations génétiques entre les cultivars d'oliviers étudiés :

Les résultats de l'analyse de la variance moléculaire (AMOVA) sont reportés dans le Tableau 29 et la Figure 18.

Tableau 29 : Résultats de l'analyse AMOVA

Source	df	SS	MS	Est. Var.	%
Among Pops	6	38,750	6,458	1,320	43%
Among Indiv	7	8,250	1,179	0,000	0%
Within Indiv	14	24,500	1,750	1,750	57%
Total	27	71,500		3,070	100%

L'AMOVA a été effectuée sur les données moléculaires des 7 cultivars étudiés et dont les résultats ont indiqué qu'ils sont statistiquement différents ( $F_{st} = 0,474$  ;  $P < 0,001$ ). Les résultats n'ont montré aucune différence significative entre les individus d'un même cultivar avec un pourcentage de variation de 0% (Tableau 29). En outre, la plus grande partie de la variabilité génétique a été expliquée par les différences au sein des pieds des différents cultivars (57 %), par contre, la variance entre les cultivars était de 43 % de la variation totale (Figure 18).

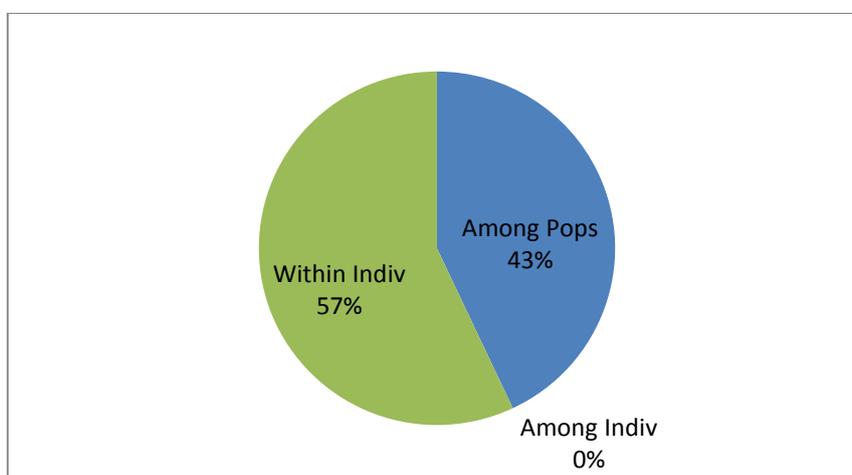


Figure 18 : pourcentage de la variance moléculaire

Les valeurs de la distance génétique sont obtenues selon Nei (1978). Elles variaient de 0,264 entre les deux cultivars à olive de table (Beskri et Ferdel) à 1,931 entre le cultivar à olive de table (Sofiana) et le cultivar à huile (Telthi) (Tableau 30).

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

**Tableau 30 : matrice de distances génétiques entre les 7 cultivars**

GEF	Sofiana	Telthi	Beskri	Ferdel	Sigoise	Chemlel	
0,000							GEF
0,479	0,000						Sofiana
1,334	<b>1,931</b>	0,000					Telthi
1,165	1,156	1,199	0,000				Beskri
1,077	1,067	1,024	<b>0,264</b>	0,000			Ferdel
1,743	1,513	1,557	2,264	1,259	0,000		Sigoise
1,028	0,932	1,604	1,500	0,970	1,434	0,000	Chemlel

Afin de visualiser les différences entre les populations, l'Analyse en Coordonnées Principales (PCoA) utilisant la matrice binaire des distance génétiques de Nei's a été effectuée pour compléter les informations sur les groupements des cultivars. En effet, la PCoA est plus informative sur les distances entre les groupes principaux alors que l'analyse des clusters est plus sensible avec les individus étroitement liés (Hauser et Crovello, 1982).

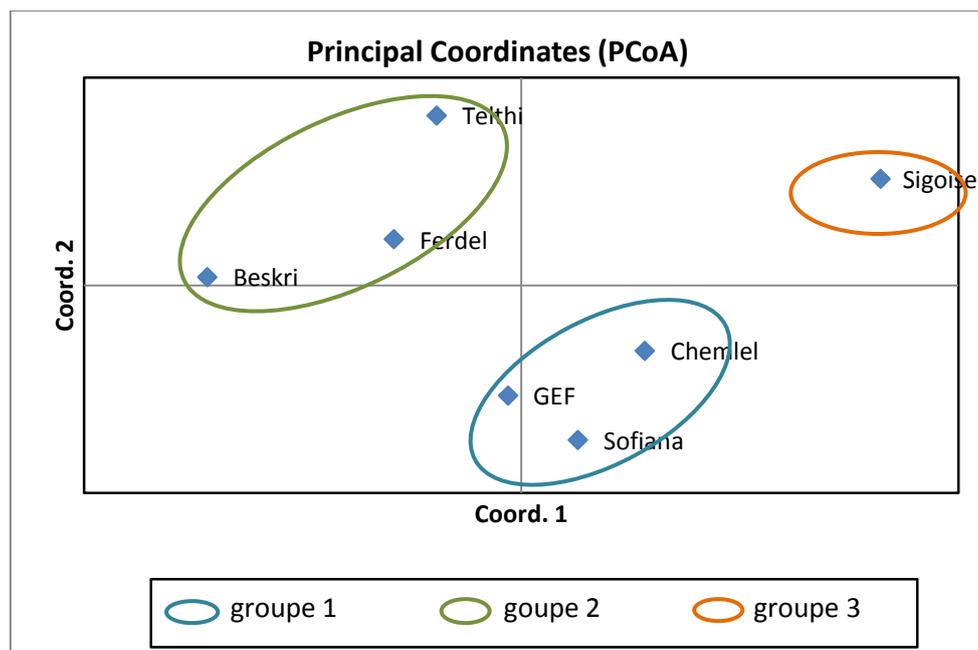
Les deux premiers axes de l'Analyse en Coordonnées Principales (PCoA) ont expliqué 63,9 % de la variance totale. Le premier axe a expliqué 32,89 %, suivi de 31,01 % de pour le deuxième axe (Tableau 31).

**Tableau 31 : Pourcentage de la variation expliquée par les 2 premiers axes**

Axes	1	2
<b>Pourcentage (%)</b>	32,89	31,01

La projection des cultivars sur le plan factoriel, formé par les deux premiers axes de la PCoA, a permis de dégager trois groupes de cultivars (Figure 19) :

- Groupe 1 : formé par les cultivars Chemlel, G.E.F et Safiana.
- Groupe 2 : composé par les cultivars Beskri, Ferdel et Telthi.
- Groupe 3 : constitué par un seul cultivar (Sigoise).

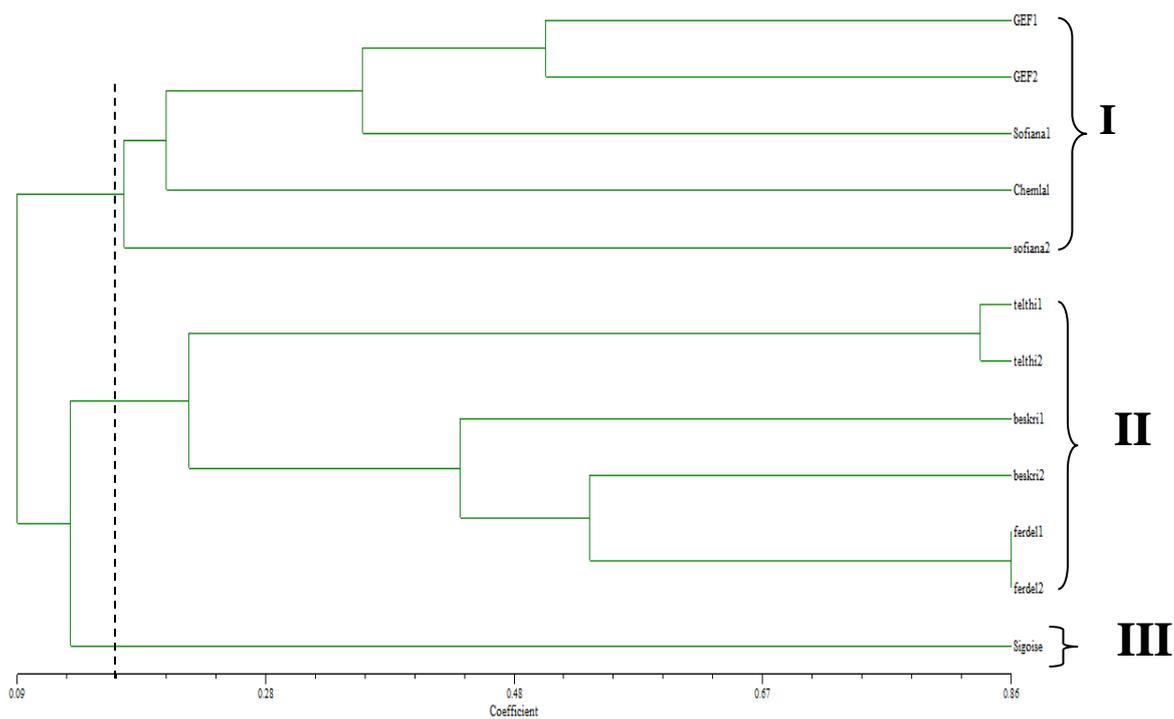


**Figure 19 : représentation des 7 cultivars selon les 2 premiers axes de la PCoA**

Le dendrogramme (Figure 20), obtenu par la méthode UPGMA sur base d'une matrice de similarité élaborée avec l'indice de Jaccard, a permis de structurer les relations génétiques entre les génotypes analysés par SSR. Ces génotypes ont été organisés en 3 principaux groupes (Figure 20) indiquant un intervalle de similarité allant de 0,1 à 0,86. Le coefficient de corrélation cophenetic a donné une valeur significative,  $r = 0,96$  ( $P < 0,001$ ) entre le dendrogramme et la matrice de originale expliquant le choix de l'indice Jaccard.

- Le premier groupe, inclut 4 cultivars et est divisé en 3 sous-groupes : le premier comprend 2 cultivars, G.E.F, à huile, et un pied du cultivar Sofiana. Le deuxième et troisième sous-groupe sont composés chacun d'un seul cultivar, Chemlel, à huile, et Sofiana, destiné à la production d'olive de table, respectivement.
- Le deuxième groupe est subdivisé aussi en 2 sous-groupes. Le premier inclut le cultivar à huile (Telthi) alors que le deuxième est constitué par les deux cultivars à olive de table (Beskri et Ferdel).
- Le troisième groupe comprend un seul cultivar (Sigoise) à double utilisation.

Le regroupement obtenu par la méthode UPGMA confirme celui obtenu par l'Analyse en Coordonnées Principales (PCoA).



**Figure 20 : Dendrogramme des relations génétiques entre les 7 cultivars d'olivier analysés sur la base des données moléculaires SSR utilisant la matrice de similarité de l'indice de Jaccard et l'algorithme UPGMA.**

### **Discussions générales:**

Notre travail a porté sur l'étude de la diversité morphologique et moléculaire de 7 cultivars d'olivier cultivés dans la région de Sefienne (Batna) et constitue une partie d'un travail de doctorat sur l'étude de la diversité génétique de l'olivier. Vingt-sept descripteurs (quantitatifs et qualitatifs) morphologiques, relatifs aux différents organes de l'arbre (fruit, endocarpe, feuille et inflorescence), décrits dans le guide du Conseil Oléicole International (COI) et 7 présélectionnés marqueurs microsatellites polymorphes disponibles dans la littérature actuelle (Sefc et al., 2000 ; Carriero et al., 2002 ; Cipriani et al., 2002), ont été employés pour détecter la variabilité inter et intra-cultivars et dégager les paramètres et les marqueurs SSR discriminatifs pour distinguer entre les cultivars d'oliviers.

Les données morphologiques et moléculaires 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, pour étudier la diversité phénotypique et génétique de l'olivier dans différents pays méditerranéen.

Bien que l'étude ait porté sur un nombre faible de cultivars et d'individus, toutefois elle a révélé un degré de polymorphisme élevé chez les 7 cultivars étudiés, au niveau morphologique et moléculaire. Ceci a mis en évidence la richesse génétique disponible dans cette petite collection du germoplasme oléicole algérien.

Les caractéristiques morphologiques des 7 cultivars étudiés ont montré des différences fortement significatives vis-à-vis de l'ensemble des paramètres morphologiques mesurés. Ces différences en caractères morphologiques pourraient être attribuées en grande partie aux facteurs génétiques. La variabilité élevée observée, pour les paramètres phénotypiques, dans notre travail, est semblable à celle d'autres études ayant utilisés les mêmes caractères pour étudier la diversité phénotypique de l'olivier Cantinni et al., 1999 ; Idrissi et Ouazzani, 2003 ; Mnasri et al., 2013 ; Laaribi et al., 2014 ; Mnasri et al., 2014.

En effet, les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence très hautement significative entre les 7 cultivars pour l'ensemble des caractères quantitatifs évalués ( $Pr < 0,0001$ ). Des résultats semblables ont été trouvés dans des études de diversité génétiques de quelques cultivars d'olivier italiens (Corrado et al., 2009) et de 8 populations d'olive brunes d'Iran (Sheidai et al., 2010).

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

---

Le coefficient de variation le plus élevé trouvé est celui du « poids du fruit » alors que le plus faible était celui de la « forme du fruit ». Des résultats similaires ont été reportés dans des études antérieures analogues Belaj et al., 2011 ; Laaribi et al., 2014 ; Mnasri et al., 2014. En outre, le poids de l'endocarpe a montré une variabilité élevée (CV= 51,55). Ceci est comparable à celui trouvé par (Belaj et al., 2011) (CV= 42,04%) dans des oliviers sauvages.

Les résultats des corrélations entre les caractères quantitatifs ont montré une forte association entre les paramètres du fruit et de l'endocarpe notamment, la longueur, la largeur et le poids, comme précédemment rapporté dans les études des oliviers sauvages (Hannachi et al., 2008 ; Belaj et al., 2011) et cultivés (Cantini et al., 1999 ; Laaribi et al., 2014). Cela pourrait être intéressant à exploiter dans les futurs programmes d'amélioration et de valorisation de l'olivier en Algérie.

L'ACP, effectuée sur les caractères morphologiques quantitatifs, était utile pour identifier les traits les plus importants différenciant les 7 cultivars entre eux. Il en ressort des résultats obtenus, que c'est les caractères, notamment la longueur, la largeur et le poids, du fruit et de l'endocarpe qui contribuent le plus à la variabilité totale observés. 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. Les caractères du fruit et de l'endocarpe ont semblé être les traits les plus discriminants. Ces résultats ont la même tendance avec ceux rapportés précédemment sur l'olivier par plusieurs chercheurs Belaj et al., 2011 ; Caruso et al., 2014 ; D'Imperio et al., 2011 ; Idrissi et Ouazzani, 2003 ; Hannachi et al., 2008 ; Laaribi et al., 2014 ; Mnasri et al., 2013 ; Mnasri et al., 2014. Néanmoins, nous constatons aussi que le caractère « forme de la feuille » a montré un potentiel discriminant non négligeable et a permis avec le caractère forme de l'endocarpe de distinguer entre deux cultivars Beskri et G.E.F.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur l'ensemble des paramètres morphologiques quantitatifs a permis le regroupement des cultivars, principalement, selon les dimensions de leurs fruits et a générés les mêmes groupes que ceux de l'ACP, excepté pour le cultivar Beskri, en raison de la forme de leurs feuilles. Cette tendance de classification en fonction des dimensions des fruits est semblable à celle signalée précédemment par les travaux de (Laaribi et al., 2014).

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

---

Le pouvoir discriminant des caractères du fruit et de l'endocarpe a été signalé depuis longtemps par Ruby (1918) et rapporté dans plusieurs autres études récentes d'identification et de classification des variétés d'olivier (Belaj et al., 2011 ; Caruso et al., 2014 ; D'Imperio et al., 2011 ; Idrissi et Ouazzani, 2003 ; Hannachi et al., 2008 ; Laaribi et al., 2014 ; Mnasri et al., 2013 ; Mnasri et al., 2014).

En comparant nos résultats à ceux reportés par Mendil et Sebai, (2006), des différences chez les deux cultivars (Chemlel et Sigoise) ont été observés au niveau des fruits, des endocarpes et des inflorescences. En fait, dans notre étude, 1) le cultivar « Chemlel » présente des fruits légèrement asymétriques à sommet arrondi et à base tronquée 2) le cultivar Sigoise a des fruits asymétriques avec un poids moyen ; alors que Mendil et Sebai, (2006) ont décrits plutôt des fruits asymétriques à sommet pointu et à base arrondie pour le cultivar Chemlel, et légèrement asymétriques et à faible poids pour ceux du cultivar Sigoise. De plus, les endocarpes 1) du cultivar Chemlel se distinguent par un poids réduit, un sommet arrondi sans mucron et une base pointue, 2) ceux du cultivar Sigoise, les endocarpes sont légèrement asymétriques, à base tronquée et d'un poids élevé. Selon les mêmes auteurs, les endocarpes du cultivar Chemlel se caractérisent par un poids moyen, un sommet pointu qui se termine par un mucron et une base arrondie. Par contre, ceux du cultivar Sigoise étaient décrits comme asymétriques, à base arrondie et d'un poids moyen. De même, pour ce dernier cultivar les inflorescences dans notre étude, avaient de longueurs réduites et un nombre de fleurs réduit tandis que celles caractérisées par Mendil et Sebai, (2006), avaient de longueurs moyennes avec un nombre de fleurs moyen.

Ces différences phénotypiques pour ces deux cultivars observées lors de deux études différentes, peuvent être expliquées en grande partie par plusieurs facteurs (les conditions environnementales, âge de l'arbre, état phénologique, etc.) (Rotondi et al., 2003). D'autres études ont aussi signalé des différences phénotypiques pour des oliviers cultivés ou sauvages due à l'environnement. Idrissi et Ouazzani, (2003), lors d'une étude d'identification de quelques variétés d'olivier méditerranéennes, à l'aide des descripteurs morphologiques, ont indiqué que les fluctuations des conditions climatiques (la sécheresse excessive, en particulier) étaient capables de modifier certains caractères considérés comme stables. De même, Belaj et al., (2011) ont aussi démontré l'influence de l'environnement sur les caractéristiques morphologiques des oliviers sauvages. Cependant, d'autres caractères morphologiques relatifs à

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

---

l'endocarpe sont apparus les plus importants et les plus stables dans d'autres études. Ceci est fortement soutenu 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 leurs mutants somatiques relatifs a été démontrée. Aussi, les mêmes conclusions ont été formulées lors de l'étude d'identification des cultivars antiques locaux et des types sauvages de la collection libyenne (Abdul Sadeg, 2014). Selon D'Imperio et al., (2011), cette stabilité des caractères de l'endocarpe est probablement due à : (i) la nature en bois des endocarpes ; (ii) l'effet protecteur de la pulpe sur l'endocarpe ; (iii) l'exposition courte des facteurs environnementaux sur les fruits (les fruits ont un cycle annuel, alors que les feuilles ont deux). Ces résultats sont partiellement confirmés par Hannachi et al., (2008). Les caractères de la feuille et ceux du fruit sont beaucoup plus exposés à l'influence des conditions environnementales.

En ce qui concerne, les résultats de la caractérisation au niveau moléculaire un fort polymorphisme a été trouvé. L'ensemble des marqueurs SSR employés a permis l'identification des 7 cultivars d'olivier inclus dans cette étude. Ces résultats ont confirmé la capacité élevée des microsatellites dans le génotypage des cultivars d'olivier comme il a été signalé dans des travaux antérieurs Alba et al., 2009; Bracci et al., 2009; D'Imperio et al., 2011 ; Muzzalupo et al., 2014.

Le nombre moyen d'allèles révélés par locus était de 6,85. Ceci est comparable à d'autres études similaires, avec 6,25 et 6,57 allèles trouvés, respectivement, par Delgado-Martinez et al., (2012) et Ipek et al., (2012). Par contre, pour d'autres études, le nombre d'allèles trouvés par locus dans notre étude est supérieur à ceux publiés par Muzzalupo et al., 2009 ; Mnasri et al., 2014 ; Obaid et al., 2014, et est inférieur à ceux publiés par Omrani-Sabbaghi et al., 2007 ; Bracci et al., 2009. 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 ( $H_e$ ) et du pouvoir de discrimination (PD). La valeur moyenne de ce dernier pour les amorces sélectionnées est comparable à celle trouvée dans d'autres études précédentes Rekik et al., 2008 ; Bracci et al., 2009 ayant utilisées les microsatellites comme marqueur pour évaluer la variabilité génétique des cultivars tunisiens et italiens. Par contre la valeur trouvée dans notre étude est supérieure à celle trouvée par Muzzalupo et al., 2009 ; D'Imperio et al., 2011.

La valeur moyenne d'hétérozygotie observée ( $H_o$ ) dans notre étude (0.50) était similaire à celle trouvée lors des études menées par Dièz et al., 2011 ; Ipek et al., 2012

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

---

sur les cultivars d'oliviers de l'Espagne et de la Turquie. Cependant, elle est inférieure à la valeur trouvée par (Dominguez-Garcia et al., 2012) dans une étude incluant 16 cultivars algériens, probablement puisque notre étude inclut des cultivars et des amorces différentes.

La valeur moyenne d'hétérozygotie attendue obtenue ( $H_e$ ) dans notre étude (0,334) est inférieure à la valeur moyenne d'hétérozygotie observée ( $H_o$ ) (0,500). La valeur moyenne trouvée converge vers une moyenne inférieure aux valeurs obtenues par plusieurs études utilisant des cultivars de différentes régions du bassin méditerranéen Belaj et al., 2007 ; Bracci et al., 2009 ; Rekik et al., 2008 ; Dominguez-Garcia et al., 2012 ; Ipek et al., 2012 ; Muzzalupo et al., 2014. En effet, les valeurs élevées d'hétérozygotie observée ( $H_o$ ) comparées à celles de d'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) ont été décrites précédemment, d'autres marqueurs SSR développés pour l'olivier par Diaz et al., (2006). Ces auteurs ont expliqué que les SSR appliqués à l'olivier et en général à la majorité des espèces à hybridation croisée, qui se propagent par clonage, semblent être caractérisés par un niveau moyen d'hétérozygotie. En outre, les valeurs de l'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) étaient plus faibles que celles de l'hétérozygotie ( $H_o$ ) observée pour tous les loci, à l'exception du locus DCA 18, et qui se traduisent par des valeurs négatives du Fis. Ces valeurs négatives suggèrent un excès d'hétérozygotes en raison de croisements aléatoires. Halkett et al., (2005) ont déclaré que la reproduction clonale permet aux deux allèles de chaque locus à accumuler indépendamment des mutations et donc de différer chez les individus, et conduit ainsi à une valeur négative du Fis. Des conclusions similaires ont été rapportées par (Baldoni et al., 2009) lors de l'établissement d'une liste de marqueurs microsatellites pour le génotypage de 21 cultivars d'olivier.

Le locus GAPI 101 a présenté les valeurs maximales de l'hétérozygotie observée ( $H_o$ ) et l'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) tandis que le locus GAPI 71A s'est distingué par les valeurs les plus faibles. Alba et al., (2009) ont signalé les mêmes constations dans une étude d'identification de quelques cultivars d'oliviers italiens à l'aide des marqueurs SSR. De plus, le locus GAPI 71A a été considéré comme le locus le moins polymorphe parmi l'ensemble des amorces employées. Muzzalupo et al., (2009), ont aussi trouvé le même résultat pour le même locus lors d'une identification d'un groupe d'accessions d'olivier italien. En effet, ce locus a montré le plus faible nombre d'allèles et les valeurs les plus faibles des paramètres NDC,  $H_o$ ,  $H_e$  et PD. Selon Wattier et al., (1998) ce résultat pourrait s'expliquer par « la dominance de

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

---

l'allèle court » où, dans les hétérozygotes comprenant deux allèles l'un court et l'autre long, l'allèle court est suffisamment amplifié dans la réaction PCR pour être détecté. Bracci et al., (2009), ont publié précédemment des résultats comparables sur des cultivars italiens. Par conséquent, l'amplification sélective peut porter à une surestimation des homozygotes observés. Un excès d'homozygotes a été observé au locus GAPU 71A, où 10 sur 12 génotypes étaient homozygotes.

Le nombre d'allèles et les valeurs de He et PD indiquent clairement que les marqueurs SSR sont des outils vigoureux de discrimination à l'intérieur et entre les cultivars étudiés. Au total, 15 allèles amplifiés par la combinaison de trois paires d'amorces DCA9, DCA 18 et UD0 12 ont permis de séparer efficacement les 7 cultivars. Un faible nombre de marqueurs SSR permet de différencier tous les cultivars analysés, ses constatations sont en accord avec plusieurs études de génotypage des cultivars d'olivier en provenance de pays différents Alba et al., 2009 ; Baldoni et al., 2009 ; Delgado-Martinez et al., 2012 ; Dominguez-Garcia et al., 2012. Enfin, il est à signaler que les trois marqueurs SSR, DA9, DCA18 et GAPU101, ont générées le nombre de profils unique le plus élevé, en nombre de six, comparés au seul profil unique généré par GAPU71A.

Le dendrogramme obtenu par la méthode UPGMA a structuré les relations génétiques entre les génotypes analysés par SSR en 3 principaux groupes comme celui généré par l'Analyse en Coordonnées Principales (PCoA), (Figures 19 et 20), indiquant un intervalle de similarité allant de 0,1 à 0,86. Cependant, on constate que le cultivar sofiana, olive de table, a été classé dans le cluster avec des cultivars utilisés pour la production d'huile d'olive. Ceci peut être expliqué par le fait que le cultivar Sofiana a été greffé sur un cultivar Chemlel, cultivar utilisé pour la production d'huile d'olive. En fait, et selon les informations qui nous ont été données par les oléiculteurs propriétaires, le cultivar Sofiana est originaire du greffage d'un cultivar espagnol, Chemalal., sur un olivier sauvage d'Algérie. En outre, nous ne pouvons pas exclure des mutations ponctuelles qui peuvent avoir été produites dans ces génotypes, même si ce n'est trouvé dans notre analyse de SSR (Rotondi et al., 2011).

*Conclusions  
générales*

## CONCLUSIONS GENERALES

Dans les grands pays producteurs d'oliviers, les stratégies de recherche visant l'évaluation de la diversité génétique de l'olivier, pour la conservation et la valorisation de ses ressources génétiques, ont été déjà mises en place. En Algérie, cette démarche est devenue impérative à mettre en place. Une identification précise et non ambiguë des cultivars constitue l'étape majeure dans les programmes d'amélioration de cette espèce et c'est dans ce contexte que notre travail s'inscrit.

Lors de notre étude on s'est fixé l'objectif d'évaluer la variabilité existante entre les cultivars étudiés en se basant sur la description morphologique des principaux organes des deux parties, végétative et de reproduction, de l'arbre (fruit, endocarpe, feuille et inflorescence) décrite dans le descripteur international du Conseil Oléicole International (COI) et la caractérisation moléculaire de chaque cultivar en utilisant les marqueurs SSRs.

Bien que le nombre d'individus par arbre était faible, pour des raisons, d'une part, de non disponibilité du nombre requis de pieds, pour certains cultivars, sur le site, et d'autre part, par absence de financement de l'université pour ce genre de recherche ; les analyses morphologiques et moléculaires des sept cultivars d'olivier de la région de « Sefienne » ont indiqué une diversité relativement importante.

L'exploitation des résultats de l'analyse statistique des données morphologiques quantitatifs et qualitatifs de cette étude ont montré des différences phénotypiques fortement significatives entre les cultivars étudiés. En effet, Les vingt-sept caractères morphologiques (quantitatifs et qualitatifs) utilisés, pour les organes de la partie végétative et de reproduction, ont indiqué une variabilité génétique assez importante entre les 7 cultivars étudiés, avec un degré de polymorphisme relativement élevé. Cette variation au niveau phénotypique est fort probablement due, en grande partie, à la variation des composantes génétique des différents cultivars.

L'analyse en composante principale (ACP), effectuée sur les caractères morphologiques quantitatifs, était utile pour identifier les traits les plus discriminants différenciant les 7 cultivars. Il en ressort des résultats obtenus, que c'est les caractères, la longueur, la largeur et le poids, 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. La classification générée par l'ACP des sept cultivars étudiés a donné quatre groupes principaux :

**Groupe 1** : formé par les cultivars (Sofiana et Ferdel), ces derniers sont caractérisés par des fruits et des endocarpes qui sont gros, longs et larges. Ils présentent aussi des valeurs de rapport (L/l) de fruit proches.

**Groupe 2** : Il réunit les cultivars (Chemlel et Telthi) qui se distinguent par de petits fruits, de forme allongées, et de petits endocarpes.

**Groupe 3** : constitué par les cultivars « G.E.F » et « Sigoise » qui possèdent, des inflorescences courtes avec un nombre de fleurs réduit. Le cultivar « G.E.F » se distingue en plus, par des feuilles lancéolées et des endocarpes allongés.

**Groupe 4** : il est formé par le cultivar « Beskri » ayant des feuilles elliptiques et des endocarpes ovoïdes.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) conduite sur l'ensemble des paramètres morphologiques quantitatifs a généré les mêmes groupes que ceux de l'ACP, excepté pour le cultivar Beskri, en raison de la forme des feuilles.

**Le groupe (1)** : comporte les cultivars à huile (Chemlel et Telthi), à l'exception du cultivar « Beskri », destiné pour la production d'olives de table.

**Le groupe (2)** : est constitué par les cultivars à olives (Sofiana et Ferdel) de table.

**Le groupe (3)** : a réunit les cultivars « Sigoise » à double utilisation (huile et olive de table) et « G.E.F » olive à huile. Ces derniers possèdent certaines caractéristiques en commun ; dont des longueurs, des largeurs et des poids de fruits proches.

Suite aux résultats de la statistique descriptive, de l'ACP et de la CAH, 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 qui présente un niveau de discrimination assez important.

Les résultats obtenus dans notre étude indiquent que les cultivars étudiés ont montré une diversité élevée vis-à-vis des caractères morphologiques quantitatifs et qualitatifs.

Les 27 descripteurs morphologiques étudiés et principalement ceux ayant fait preuve d'un grand pouvoir discriminant se sont révélés suffisants pour discriminer un nombre important de cultivars d'olivier. Ce résultat souligne l'importance que peut apporter l'utilisation des descripteurs morphologiques pour faire un inventaire et l'identification primaire des cultivars de cette espèce. En outre, ces descripteurs peuvent avoir une grande utilité pour la caractérisation des ressources génétiques de

l'olivier et ils peuvent contribuer à lever certaines ambiguïtés dans les cas d'homonymie et de synonymie.

Cependant, il reste primordial que les études de description morphologique soient réalisées dans des conditions d'échantillonnage et d'observation aussi uniformes que possible, pour permettre de faire la part entre les caractéristiques morphologiques stables de chaque cultivar et celles qui peuvent varier en raison des changements des conditions climatiques et d'entretien.

De plus, en réponse à ses variations l'utilisation des marqueurs moléculaires, en l'occurrence les microsatellites, dans le cas de notre étude semblent être une solution pertinente pour une identification et caractérisation plus précise. En effet, nos résultats ont montré que pour chaque marqueur utilisé une variabilité génétique et un pouvoir discriminant élevé entre les géotypes ont été observés. Les profils géotypiques générés par l'amplification des microsatellites choisis ont permis d'identifier sans ambiguïté tous les cultivars étudiés.

Les résultats ont aussi montré une variation génétique, attendue, au sein et entre les cultivars. Les relations génétiques parmi les 7 cultivars d'olivier étudiés représentent des géotypes d'oliviers bien distincts au niveau moléculaire ayant des allèles privés dont le nombre a varié en fonction du cultivar et des amorces utilisés. Le regroupement de cultivars obtenu par la méthode UPGMA confirme celui généré par l'Analyse en Coordonnées Principales (PCoA) en 3 principaux clusters :

- **Cluster 1** : formé par les cultivars Chemlel, G.E.F et Sofiana.
- **Cluster 2** : composé par les cultivars Beskri, Ferdel et Telthi.
- **Cluster 3** : constitué par un seul cultivar (Sigoise).

Les différences de regroupement des cultivars en fonction des paramètres morphologiques et moléculaires, trouvés dans la présente étude, démontrent l'insuffisance des marqueurs morphologiques dans la discrimination et l'identification précise entre les cultivars étudiés et ont confirmé la capacité élevée des marqueurs microsatellites dans le géotypage des cultivars d'olivier, déjà trouvés dans des études similaires. Néanmoins, nous pouvons assumer que les descripteurs morphologiques employés dans cette étude ont permis, malgré les divergences géotypiques trouvées, de différencier avec succès l'ensemble des cultivars d'olivier échantillonnés. Ce résultat souligne que nous pouvons utiliser ces descripteurs phénotypiques pour l'inventaire et l'identification primaire des cultivars de cette espèce. Et par la suite,

utilisé les techniques de l'ADN, qui restent donc un outil indispensable pour étudier la variabilité au sein et entre les génotypes et valider les modèles morphologiques. Ceci démontre et confirme aussi que les analyses moléculaires et morphologiques sont des outils complémentaires pour garantir l'identité d'un cultivar d'olivier.

Enfin et au vu de ce qui précède, cette étude de la diversité génétique des cultivars algériens d'*Olea europaea* L. utilisant les marqueurs SSR est une étape clé dans l'acquisition de connaissances sur les génotypes disponibles à des fins d'amélioration génétique et/ou de préservation et de protection des cultivars locaux. Plus encore, les paires d'amorces SSR, identifiées comme les plus discriminantes, doivent être utilisées pour détecter les polymorphismes entre les génotypes d'oliviers lorsque des recherches sur un nombre élevé de cultivars et d'individus sont entreprises. Ceci est particulièrement important en vue de compléter et d'affiner la description morphologique traditionnelle de cultivars déjà réalisé par d'autres équipes.

*Références  
bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Abdelhamid S ; Grati-kamoun N ; Marra F et Caruso T., 2013.** Genetic similarity among Tunisian cultivated olive estimated through SSR markers. *Sci. Agric.* v.70, n.1, pp: 33-38.
- **Abdul Hamid R ; Ashtar S ; Bido Z ; Blanco A ; Cardone G ; Contento F ; Dragotta A ; Dubla E ; Famiani F ; Ibrahem A ; Jawhar A ; Jibara G ; Kalhout A ; Khatib M ; Kotmi G ; Maiellaro G ; Makoul S ; Montemurro C ; Nseir A ; Perrucci N ; Sabetta W et Wazaz N., 2007.** Oil quality and morphological, phenological, bio-agronomical and molecular characterization of Syrian *Olea europaea* L. germplasm. **In** Di Terlizzi B. (ed.), Dragotta A. (ed.), Jamal M. (ed.). Syrian national strategic plan for olive oil quality: final report. Bari : CIHEAM, pp : 85-94. 2007.
- **Abdul Sadeg S., 2014.** Morphological and molecular characterization of Libyan olive, *Olea europaea* L., cultivars (42 local and 16 wild type) in comparison to 41 introduced (world) cultivars. Thèse de Doctorat. epartment of Horticulture and Landscape Architecture, Colorado State University. 118p.
- **Ahmim M., 2006.** L'OLIVIER, l'arbre béni. Disponible sur le Site web: <http://biodalgerie.populus.org/rub/7>.
- **Alba V ; Montemurro C ; Sabetta W ; Pasqualone A et Blanco A., 2009.** SSR-based identification key of cultivars of *Olea europaea* L. diffused in Southern-Italy. *Scientia Horticulturae* (123) : 11–16.
- **Albertini E ; Marconi G ; Battistini A ; Torricelli R ; Pollastri L ; Papa R ; Bitocchi E ; Raggi L ; Di Minco G ; et Verones F., 2011.** Structure of genetic diversity in *Olea europaea* L. cultivars from central Italy. *Mol Breeding* (27):533–547.
- **Allaya M., 1988.** L'économie de l'olivier. Paris : CIHEAM, p: 27 -32. Options Méditerranéennes : Série Etudes; n : 1988-V.
- **Alloum D., 1974.** L'oléiculture algérienne. Options méditerranéennes n°24. Pp : 45-48.
- **Amane M ; Lumaret R ; Hany V ; Ouazzani N ; Debain C ; Vivier G et Deguilloux M.F., 1999.** Chloroplast-DNA variation in cultivated and wild

olive (*Olea europaea* L.). Theoretical and Applied Genetics, Vol.99, No.1-2, pp. 133-139.

- **Angiolillo A ; Mencuccini M et Baldoni L., 1999.** Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms. Theoretical and Applied Genetics, (98): 411–421.
- **Argenson C ; Régis S ; Jourdain J.M et Vaysse P., 1999.** L'olivier. Ed centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. 204p.
- **Artaud M., 2008.** L'olivier, Sa contribution dans la prévention et le traitement du syndrome métabolique.
- **Awan A.A ; Zubair M ; Iqbal A ; Abbas SJ et Ali N., 2011.** Molecular analysis of genetic diversity in olive cultivars. African Journal of Agricultural Research, Vol. 6(21), pp. 4937-4940.
- **Babouche N et Kellouche A., 2012.** Etude de l'entomofaune de l'oliveraie de la région de Tizi-Ouzou. 6p. Laboratoire d'entomologie. Département de Biologie. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques. Université de Tizi-Ouzou Algérie.
- **Baldoni L ; Tosti N ; Ricciolini C ; Belaj A ; Arcioni S ; Pannelli G ; Germana MA ; Mulas M et Porceddu A., 2006.** Genetic structure of wild and cultivated olives in the central Mediterranean basin. Ann Bot (98): 935–942.
- **Baldoni L ; Nicolo G.C ; Mariotti R ; Ricciolini C ; Arcioni S ; Vendramin G.V ; Porceddu A ; Sarri V ; Ojeda M.A ; Trujillo I ; Rallo L ; Belaj A ; Perri E ; Salimonti A ; Muzzalupo I ; Casagrande A ; Lain O ; Messina R et Testolin R., 2009.** A consensus list of microsatellite markers for olive genotyping. Molecular Breeding, Vol.24, pp. 213–231.
- **Barranco D et Rallo L., 2000.** Olive cultivars in Spain. Hortecchnology 10: 107-110.
- **Barranco D; Trujillo I et Rallo P., 2000.** Are Oblonga and Frantoio olives the same cultivar?. Horticultural Science 35:6.
- **Bartolini G., 2008.** Olea databases. Valable sur le site : <http://www.oleadb.it>
- **Belaj A; Leon L; Satovic Z et de la Rosa R., 2011.** Variability of wild olives (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris*) analyzed by agromorphological traits and SSR markers. Sci. Hortic. 129(4), 561-569.

- **Belaj A ; Satovic Z ; Rallo L et Trujillo I., 2002.** Genetic diversity and relationships in olive (*Olea europaea* L.) germplasm collections as determined by randomly amplified polymorphic DNA. *Theor Appl Genet* (2002) 105:638–644.
- **Belaj A ; Munoz-Diez C ; Baldoni L ; Porceddu A ; Barranco D et Satovic Z., 2007.** Genetic diversity and population structure of wild olives from the North-western Mediterranean assessed by SSR markers. *Ann Bot* (100):449–458.
- **Belaj A ; Trujillo I ; de la Rosa R et Rallo L., 2001.** Polymorphism and discrimination capacity of randomly amplified polymorphic markers in an olive germplasm bank. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 126, 64-71.
- **Benabid H., 2009.** Caractérisation de l’huile d’olive algérienne : Apports des méthodes chimiométriques. Thèse de doctorat en sciences. Université de Constantine. Pp : 1-38.
- **Benbouza H ;Baudoin J.P et Mergeai G., 2006.** Amélioration de la méthode d’extraction d’ADN au CTAB appliquée aux feuilles de cotonnier. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, (10) : 73-76.
- **Benderradji L ; Bouzerzour H ; Ykhlef N ; Djekoun A et Kellou K., 2007.** Réponse à la culture in vitro de trois variétés de l’olivier (*Olea europaea* L.). *Sciences et Technologie C-N°26*, décembre 2007, pp.27-32.
- **Benettayeb Z.E., 1993.** Biologie et écologie des arbres fruitiers. Ed. O.P.U.Alger. 140p.
- **Bensemmane A., 2009.** L’oléiculture: Développons le secteur de l’Huile d’Olive en Algérie. *Revue Fillaha Innove N°4* Avril-Mai 2009. 23p.
- **Besnard G et Bervillé A., 2002.** On chloroplast DNA variations in the olive (*Olea europaea* L.) complex: comparison of RFLP and PCR polymorphisms. *Theor. Appl. Genet.* 104, 1157-1163.
- **Besnard G ; Khadari B ; Baradat P et Bervillé A., 2002.** *Olea europaea* (Oleaceae) phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism. *Theor. Appl. Genet.* 104, 1353-1361.
- **Besnard G., 2009.** Génétique et évolution des plantes en milieu méditerranéen et tropical. Université de Lille 1. 45p.

- **Boskou D., 2012.** Chapitre 13. Produits alimentaires méditerranéens : recherche et développement. CIHEAM, Presses de Sciences Po « Annuels ». Pp : 279-297.
- **Botstein D ; White R. L ; Skolnick M et Davis R.W., 1980.** Construction of a Genetic Linkage Map in Man Using Restriction Fragment Length Polymorphism. Am J Hum Genet 32:314-331,
- **Boudoukhana H., 2008.** Impacts des margines sur les eaux de Oued bouchtata (wilaya de Skikda). Mémoire de Magister. Université de Skikda. Pp : 8-17.
- **Bracci T ; Busconi M ; Sebastiani L et Fogher C., 2011.** Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis. Plant Cell Report, Vol.30, pp. 449–462.
- **Bracci T ; Sebastiani L ; Busconi M ; Fogher C ; Belaj A et Trujillo I., 2009.** SSR markers reveal the uniqueness of olive cultivars from the Italian region of Liguria. Sci Horti (122):209–215.
- **Breton C ; Medial F ; Pinatel C et Berville A., 2006.** De l'olivier à L'oléastre : Origine et domestication de l'*Olea europaea* L dans le Bassin méditerranéen .Cahiers agricultures vol.15, n°4, juillet-août 2006.
- **C O I., 1998.** L'olivier, l'olive, l'huile. Pp : 1-18.
- **Camps-Farber H., 1974.** L'olivier et son importance économique dans l'Afrique antique. L'olivier. Paris : CIHEAM (Options méditerranéennes n°24). Pp : 21-28.
- **Cantini C ; Cimato A et Sani G., 1999.** Morphological evaluation of olive germplasm present in Tuscany region. Euphytica 109:173–181.
- **Cantini C ; Cimato A ; Autino A ; Redi A et Cresti M., 2008.** Assessment of the tuscan olive germplasm by microsatellite markers reveals genetic identities and different discrimination capacity among and within cultivars. Sci Horti 133: 598-604.
- **CAR/PP (Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre), 2000.** Prévention de la pollution dans la Production d'huile d'olive. Plan d'Action pour la Méditerranée. 140p.

- **Carriero F ; Fontanazza G ; Cellini F et Giorio G., 2002.** Identification of simple sequence repeats (SSRs) in olive (*Olea europaea* L.). *Theor. Appl. Genet.* 104: 301–307.
- **Caruso T ; Marra F.P ; Costa F ; Campisi G ; Macaluso L et 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.
- **Cavallès H., 1938.** L'olivier dans le bassin méditerranéen. In: *Annales de Géographie.*, t. 47, n°270. pp. 617-620.
- **Chol P ; Lauri P-E et Moutier N., 2005.** L'olivier. In *De la taille à la conduite des arbres fruitiers.* Editions du Rouergue, Parc Saint-Joseph. Pp : 193-208.
- **Chouaki S ; Bessedik F ; Chebouti A ; Maamri F ; Oumata S ; Kheldoun S ; Hamana M.F ; Douzene M ; Bellah F et Kheldoun A., 2006.** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques. INRA Algérie/ juin 2006. Pp : 74-75.
- **Cipriani G ; Marazzo M ; Marconi R ; Cimato A et Testolin R., 2002.** Microsatellite markers isolated in olive (*Olea europaea* L.) are suitable for individual fingerprinting and reveal polymorphism within ancient cultivars. *Theor Appl Genet* 104:223–228.
- **Consolandi C ; Palmieri L ; Doveri S ; Maestri E ; Marmioli N ; Reale S ; Lee D ; Baldoni L ; Tosti N ; Severgnini M ; de Bellis G et Castiglioni B., 2007.** Olive variety identification by ligation detection reaction in a universal array format. *Afr. J. Biotechnol* (9): 565-574.
- **Cordeiro A.I ; Sanchez-sevilla J.F ; Alvarez-tinaut M.C et Gomez-jimenez M.C., 2008.** Genetic diversity assessment in Portugal accessions of *Olea europaea* by RAPD markers. *Biologia Plantarum*, 52 (4): 642-647.
- **Corrado G ; La Mura M ; Ambrosino O; Pugliano G ; Varricchio P et Rao R., 2009.** Relationships of companion olive cultivars: comparative analysis of molecular and phenotypic data. *Genome*, 52: 692–700.
- **D'Imperio M ; Viscosi V ; Scarano M ; D'Andrea M ; Zullo B.A et Pilla F., 2011.** Integration between molecular and morphological markers for the exploitation of olive germplasm (*Olea europaea*). *Sci Hort* 130:229–240.

- **De la Rosa R ; James CM et Tobutt KH., 2002.** Isolation and characterisation of polymorphic microsatellites in olive (*Olea europaea L.*) and their transferability to other genera in the Oleaceae. *Mol Ecol* 2:265–267.
- **de Vienne D., 1998.** Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales. Edition, D de Vienne. Pp : 13-44.
- **Delgado-Martinez F.J ; Amaya I ; Sanchez-Sevilla J.F et Gomez-Jimenez M.C., 2012.** Microsatellite marker-based identification and genetic relationships of olive cultivars from the Extremadura region of Spain. *Genetics and Molecular Research* 11 (2): 918-932.
- **Díaz A ; Martin A ; Rallo P ; Barranco D et de la Rosa R., 2006.** Self incompatibility of ‘Arbequina’ and ‘Picual’ olive assessed by SSR markers. *J Am Soc Hortic Sci* 131:250–255.
- **Dièz M ; Trujillo I ; Barrio E ; Belaj A et Barranco D., 2011.** Centennial olive trees as a reservoir of genetic diversity. *Annals of Botany* (108): 797–807.
- **Dodona E ; Ismaili H ; Cimato A ; Imeri A et Vorpsi V., 2010.** Administration of biodiversity of the autochthones olive trees in Albania. *Research Journal of Agricultural Science*, 42 (2).
- **Dominguez-Garcia M.C., 2012.** Marcadores moleculares de ADN: análisis de la variabilidad, relaciones genéticas y mapeo en olivo (*Olea europaea L.*). Thèse de doctorat. Université de Cordoue. 158 p.
- **Dominguez-Garcia M.C ; Laib M ; de la Rosa R et Belaj A., 2012.** Characterisation and identification of olive cultivars from North-eastern Algeria using molecular markers. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87(2), 95-100
- **Duby C et Robin S., 2001.** Analyse en composantes principales. Dép. O.M.I.P. Paris. Pp : 20-26.
- **Ercisli S ; Barut E et Ipek A., 2009.** Molecular characterization of olive cultivars using amplified fragment length polymorphism markers. *Genetics and Molecular Research*, Vol.8, pp. 414-419.
- **Excoffier L ; Smouse P.E et Quattro J.M., 1992.** Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: Application to human mitochondrial DNA restriction sites. *Genetics* 131: 479-491

- **Fabbri A ; Hormaza J.I et Polito V.S., 1995.** Random Amplified Polymorphic DNA Analysis of Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars. J. AMER. SOC. HORT. SCI. 120(3):538-542.
- **FAO, 2003.** L'olivier : contraintes et potentialités. Projet "Assistance au Recensement Agricole". Liban.
- **FAOSTAT., 2013.** Site web : <http://faostat.fao.org/>
- **Fernandez-Escobar R., 1993.** Techniques culturales pour le contrôle de la fructification chez l'olivier. Revue Olivae N<sup>o</sup>46 avril 1993.Pp38-41.
- **Finger A et Klank C., 2010.** Molecular Methods: Blessing or Curse? Relict Species, pp: 309-320.
- **Ghalmi N., 2011.** Etude de la diversité génétique de quelques écotypes locaux de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Cultivés en Algérie. Thèse de doctorat. ENSA, Elharrach Alger. 155p.
- **Ghedira K., 2008.** L'olivier. Phytothérapie, volume 6. Pp : 83-89.
- **Gilbert B et Yvette L., 2007.** L'olivier en Méditerranée du symbole à l'économie. Paris, L'Harmattan. Pp : 15-19.
- **Gomes S ; Martins-Lopes P et Guedes-Pinto H., 2012.** Olive Tree Genetic Resources Characterization through Molecular Markers, Genetic Diversity in Plants, Prof. Mahmut Caliskan (Ed.), ISBN: 978-953-51-0185-7, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/genetic-diversity-in-plants/olivetree-genetic-resources-characterization-through-molecular-markers>
- **Gomes S ; Martins-Lopes P ; Lopes L et Guedes-Pinto H., 2009.** Assessing genetic diversity in (*Olea europaea* L.) using ISSR and SSR markers. Plant Molecular Biology Reports, (123): 82-89.
- **Gonzalez P.L., 2011.** Analyse des correspondances multiples.
- **Green PS., 2002.** A revision of *Olea* L. (*Oleaceae*). *Kew Bull.* **57**: 91-140.
- **Guerbaa H., 1988.** Situation et tendances de l'offre et de la demande des principaux produits de l'olivier. CIHEAM, Options Méditerranéennes. Pp : 11-26.
- **Hagidimitriou M ; Katsiotis A ; Menexes G ; Pontikis C et Loukas M., 2005.** Genetic diversity of major Greek olive cultivars using molecular (AFLPs and RAPDs) markers and morphological traits. J.AMER.SOC.HORT.SCI.130 (2): 211-217.

- **Halkett F; Simon J.C et Balloux F., 2005.** Tackling the population genetics of clonal and partially clonal organisms. *Ecology and Evolution* Vol: 20 N: 4.
- **Hannachi H ; Breton C ; Monji M ; Ben EI ; Hadj S ; Gazzah M et Berville A., 2008.** Differences between native and introduced olive cultivars as revealed by morphology of drups, oil composition and SSR polymorphisms: a case study in Tunisia. *Sci Hort* 116:280–290.
- **Haouane H ; El Bakkali A ; Moukhli A ; Tollon Ch; Santoni S ; Oukabli A ; El Modafar Ch et Khadari B., 2011.** Genetic structure and core collection of the World Olive Germplasm Bank of Marrakech: towards the optimized management and use of Mediterranean olive genetic resources. *Genetica* 139:1083–1094.
- **Hauser L.A et Crovello T.J., 1982.** Numerical analysis of generic relationships in Thelypodieae (Brassicaceae). *Syst. Bot.* 7: 249-268.
- **Himour S., 2007.** Etude comparée de régénération de plants par voie végétative en culture in vitro. Thèse magister. Université de Constantine. Pp : 10-14.
- **Husson F ; Lê S et Pagès J., 2009.** Analyse de données avec R. Pratique de la statistique. Presses universitaires de Rennes. 224p.
- **Idrissi A et Ouazzani N., 2003.** Apport des descripteurs morphologiques à l'inventaire et à l'identification des variétés d'olivier (*Olea europaea* L.). *Plant genetic resources newsletter* (136), pp. 1-10.
- **Ipek A ; Barut E ; Gulen H et Ipek M., 2012.** Assessment of inter- and intra-cultivar variations in olive using SSR markers. *Sci. Agric* (69),5 : 327-335.
- **Josse J., 2010.** L'analyse des correspondances simples. Cours d'analyse des données multidimensionnelles, AGROCAMPUS OUEST.
- **Kaya H.B ; Cetin O ; Kaya H ; Sahin M, Sefer F ; Kahraman A et Tanyola B., 2013.** SNP Discovery by Illumina-Based Transcriptome Sequencing of the Olive and the Genetic Characterization of Turkish Olive Genotypes Revealed by AFLP, SSR and SNP Markers. *PLoS ONE* 8(9): e73674. doi:10.1371/journal.pone.0073674.
- **Khadari B ; Breton C ; Moutier N ; Besnard G ; Bervillé A et Dosba F., 2002.** The use of molecular markers for germplasm management in a French olive collection. *Theoretical and Applied Genetics*, volume 106: 521-529.

- **Laaribi I ; Mezghani Aiachi M et Mars M., 2014.** Phenotypic diversity of some olive tree progenies issued from a Tunisian breeding program. *European Scientific Journal* 10 (6), 292-313.
- **Lakhtar H., 2009.** Culture du *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler sur résidus oléicoles en fermentation en milieu solide : Transformation des polyphénols des margines. Thèse de doctorat de l'université Paul Cézanne. Pp : 1-18.
- **Le Roux P et Bonnet P., 2010.** ACM de l'exemple «taste » avec SPAD (version 7.4). Université Paris Descartes. 30p.
- **Loussert R et Brousse E., 1978.** L'olivier. Ed. maisonneuve et Lose, Paris.464 p.
- **Martin L et Gendron A., 2004.** Méthodes statistiques appliquées à la psychologie: traitement de données avec Excel. Trois-Rivières: SMG.
- **Martinez Nieto L., 2009.** Valorisation des sous-produits de l'olivier et des effluents liquides de l'industrie d'huile d'olive : biomasse et production d'énergie. Journées Méditerranéennes de l'Olivier du 19 au 21 octobre 2009 à Meknès.
- **Martins-Lopes P ; Lima-Brito J ; Gomes S ; Meirinhos J ; Santos L et Guedes-Pinto H., 2007.** RAPD and ISSR molecular markers in *Olea europaea* L.: Genetic variability and cultivar identification. *Genetic Resource and Crop Evolution*, Vol.54, pp. 117-128.
- **Massissilia Ch., 2012.** La production d'huile d'olive en Algérie Un potentiel mal exploité. 3p.
- **Mehri H et Kemoun-Mehri R., 1995.** Biologie florale de l'olivier : problèmes de l'auto-incompatibilité chez la variété « Meski » et recherche de pollinisateurs. *Revue Olivae* N° 55. Pp35-38.
- **Mendil M et Sebai A., 2006.** Catalogue national des variétés de l'olivier.100p.
- **Mendil M., 2009.** L'oléiculture: Expériences algériennes. *Revue Fillaha Innove* N°4 Avril-Mai 2009. 23p.
- **Miner J.M.M., 1995.** L'huile d'olive, un luxe quasi éternel. *Revue Olivae* N°59 décembre 1995. Pp36-37.

- **Ministère de l’Agriculture et de la Pêche Maritime, 2013.** Veille économique-Secteur oléicole, Septembre 2013. Note stratégique n°95. Direction de la Stratégie et des Statistiques. Maroc. 14p.
- **Mnasri Rahmani S ; Saddoud Dabbebi O et 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 Sciences 3 (4), 59-66.
- **Mnasri Rahmani S ; Saddoud Dabbebi O ; Ben S et 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.
- **Moussouni A., 2009.** «L’oléiculture: Technologie et développement», Filaha Innove, N. 4. pp. 8-9.
- **Muzzalupo I., 2012.** Olive germplasm: italian catalogue of olive varieties. 420p.
- **Muzzalupo I ; Chiappetta A ; Benincasa C et Perri P., 2010.** Intra-cultivar variability of three major olive cultivars grown in different areas of central-southern Italy and studied using microsatellite markers. Sci. Hortic. 126: 324–329.
- **Muzzalupo I ; Stefanizzi F ; Salimonti A ; Falabella R ; et Perri E., 2009.** Microsatellite markers for identification of a group of Italian olive accessions. Scientia Agricola, pp. 685–690.
- **Muzzalupo I ; Vendramin G.G et Chiappetta A., 2014.** Genetic Biodiversity of Italian Olives (*Olea europaea*) Germplasm Analyzed by SSR Markers. The Scientific World Journal, 12 pages.
- **Nefzaoui A., 1991.** La valorisation des sous-produits de l’olivier. Option méditerranéennes CIHEAM. P : 101-108.
- **Nei M., 1978.** Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics. 89: 583-590.
- **Obaid R ; Abu-Qaoud H et Arafah R., 2014.** Molecular characterization of three common olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Palestine, using simple sequence repeat (SSR) markers. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 28: 5, 813-817.

- **Omrani-Sabbaghi A ; Shahriari M ; Falahati-Anbara M ; Mohammadi S.A ; Nankali A ; Mardi M et Ghareyazie B., 2007.** Microsatellite markers based assessment of genetic diversity in Iranian olive (*Olea europaea* L.) collections. *Sci Horti* 112: 439-447.
- **Ouazzani N ; Lumaret R et Villemur P., 1995.** Apport du polymorphisme alloenzymatique à l'identification variétale de l'Olivier (*Olea europaea* L.). *Agronomie* 15:31–37.
- **Ouazzani N ; Lumaret R ; Villemur P et Di Giusto F., 1993.** Leaf allozyme variation in cultivated and wild Olive trees (*Olea europaea* L.). *Journal of Heredity* 84:34–42.
- **Ouazzani N., 2009.** Valorisation des sous-produits de l'olivier pour une oléiculture durable respectueuse de l'environnement. Projet « utilisation des margines et des grignons d'olives sur des terres agricoles » CFC/IOOC/04.
- **Oulebsir R., 2008.** L'olivier en Kabylie, entre mythes et réalités. Paris : Harmattan, ©2008. Pp : 60-66.
- **Ozkaya M.T ; Cakir E ; Gokbayrak Z ; Ercan H et Taskin N., 2006.** Morphological and molecular characterization of Derik Halhali olive (*Olea europaea* L.) accessions grown in Derik Mardin province of Turkey. *Scientia Horticulturae* 108 (2006) 205–209.
- **Pagnol J., 1975.** L'olivier. Ed.Librairie Lavoisier, France. 3<sup>ème</sup>édition. Pp 17-150.
- **Palm R., 2007.** L'Analyse en Composantes Principales : Principes et applications. Notes de statistique et d'informatique, 98/2. Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech. P32.
- **Palmieri L ; Vietina M ; Bottura C ; Donini 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 Lecce, Italy – 15/18 September, 2004.
- **Parra-Lobato M.C ; Delgado-Martinez F.J. et Gomez-Jimenez M.C., 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): 2401-2411.

- **Peakall R et Smouse P.E., 2006.** GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*. 6: 288-295.
- **Pesson P et Louveaux J., 1984.** Pollinisation et productions végétales. Ouvrage collectif. INRA, Paris. Pp : 169-172.
- **Powell W ; Machray GC et Provan J., 1996.** Polymorphism revealed by simple sequence repeats. *Trends Plant Sci* 1:215–222.
- **QAIC (Quebec Amerique International Collectif), 2008.** La mini-encyclopédie des aliments. Les éditions Québec Amérique inc. Pp : 45-46.
- **Rallo P ; Dorado G et Martin A., 2000.** Development of Simple Sequence Repeats (SSRs) in Olive tree (*Olea europaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, Vol.101, pp: 984–989.
- **Rao R ; La Mura M ; Corrado G ; Ambrosino O ; Foroni I ; Perri E et Pugliano G., 2009.** Molecular diversity and genetic relationships of southern Italian olive cultivars as depicted by AFLP and morphological traits. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 84 (3) : 261–266.
- **Reale S ; Doveri S ; Diaz A ; Angiolillo A ; Lucentini L ; Pilla F ; Martin A ; Donini P et Lee D., 2006.** SNP-based markers for discriminating olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Genome* 49: 1193-1205.
- **Rekik Hakim I ; Grati-Kammoun N ; Makhloufi E et Rebai A., 2010.** Discovery and potential of SNP markers in characterization of Tunisian olive germplasm. *Diversity* 2:17-27.
- **Rekik I ; Salimonti A ; Grati Kamoun N ; Muzzalupo I ; Lepais O ; Gerber S ; Perri E et Rebai A., 2008.** Characterization and Identification of Tunisian Olive Tree Varieties by Microsatellite Markers. *HORT SCIENCE* 43(5):1371–1376.
- **Rotondi A ; Cultrera N.G.M ; Mariotti R et Baldoni L., 2011.** Genotyping and evaluation of local olive varieties of a climatically disfavoured region through molecular, morphological and oil quality parameters. *Sci Hort* 130: 562-569.
- **Rotondi A ; Magli M ; Ricciolini C et Baldoni L., 2003.** Morphological and molecular analyses for the characterization of a group of Italian olive cultivars. *Euphytica* 132: 129-137.

- **Ruby J., 1918.** Recherches morphologiques et biologiques sur l'olivier et sur ses variétés cultivées en France. Thèse de doctorat. Faculté des sciences de paris, France. 285 p.
- **Sabino-Gil F ; Busconi M ; Da Camara Machado A et Fogher C., 2006.** Development and characterization of microsatellite loci from *Olea europaea*. Molec Ecology 6, 1275-1277.
- **Sahli Z., 2009.** Produits de terroir et développement local en Algérie Cas des zones rurales de montagnes et de piémonts. Options méditerranéennes, A n°89, 2009 - Les produits de Terroir, les Indications Géographiques et le Développement Local Durable des Pays Méditerranéens. Pp : 306-338.
- **Sanz-Cortés F ; Parfitt D.E ; Romero C ; Struss D ; Llacer G et Badenes M.L., 2003.** Intraspecific olive diversity assessed with AFLP. Plant Breeding, (122): 173–177.
- **Sbitri M O., 2009.** Le marché mondial de l'huile d'olive et des olives de table, bilan et perspectives 2009/2010. Journées Méditerranéennes de l'Olivier du 19 au 21 octobre 2009 à Meknès.
- **Sefc KM ; Lopes MS ; Mendonça D ; Rodrigues Dos Santos M ; Laimer Da Câmara Machado M et Da Câmara Machado A., 2000.** Identification of microsatellite loci in olive (*Olea europaea* L.) and their characterization in Italian and Iberian olive trees. Mol Ecol 9:1171–1193.
- **Sekour B., 2012.** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge (H.O.V) par ajout des plantes végétales (thym, ail, romarin). Mémoire de magister. Université de Boumerdes. Pp : 8-36.
- **Sheidai M ; Noormohammadi Z; Dehghani A ; Parvini F ; Hoshiar-Parsian H et Hosseini-Mazinan M., 2010.** Intra-specific morphological and molecular diversity in brown olive (*Olea cuspidata*) of Iran. Science Asia (36): 187–193.
- **Tagu D., 1999.** Principes des techniques de biologie moléculaire. Denis Tagu, éd. 131p.
- **Terzopoulos P.J ; Kolano B ; Bebeli P.J ; Kaltsikes P.J et Metzidakis I., 2005.** Identification of *Olea europaea* L. cultivars using inter-simple sequence repeat markers. Scientia Horticulturae, Vol.105, pp. 45–51.

- **Tessier C ; David J ; This P ; Boursiquot J.M et Charrier A., 1999.** Optimization of the choice of molecular markers for varietal identification in *Vitis vinifera* L. *Theor. Appl. Genet.* 98: 171–177.
- **Trigui A., 2002.** Ressources et amélioration génétiques de l'olivier : état des recherches en Tunisie. Séminaire international sur l'olivier, acquis de recherche et contraintes du secteur oléicole. Marrakch, 14 au 16 Mars 2002.
- **Trujillo I ; Rallo L et Arus P., 1995.** Identifying Olive cultivars by Isozyme Analysis. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 120(2):318–324.
- **Vos P ; Hogers R ; Bleeker M ; Reijans M ; van de Lee T ; Hornes M ; Frijters A ; Pot J ; Peleman J ; Kuiper M et Zabeu M., 1995.** AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res* 23:4407–4414.
- **Wallander E et Albert VA., 2000.** Phylogeny and classification of *Oleaceae* based on *RPS16* and *TRNL-F* sequence data. *Amer. J. Bot.* **87**: 1827-1841.
- **Wattier R ; Engel C.R ; Saumitou-Laprade P et Valero M., 1998.** Short allele dominance as a source of heterozygote deficiency at microsatellite loci: experimental evidence at the dinucleotide locus Gv1CT in *Gracilaria gracilis* (Rhodophyta). *Mol. Ecol.* 7, 1569–1573.
- **Welsh J et McClelland M., 1990.** Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Research*, Vol.18, pp. 7213-7218.
- **Williams J.G.K ; Kubelik A.R ; Livak K.J ; Rafalski, J.A et Tingey S.V., 1990.** DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*, Vol.18, pp. 6531-6535
- **Zaher H ; Boulouha B ; Baaziz M ; Sikaoui L ; Gaboun F et 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.
- **Zietkiewicz E ; Rafalski A et Labuda D., 1994.** Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* (20):176–183.

# *Annexes*

## Annexe II.A. Caractères morphologiques quantitatifs des 7 cultivars étudiés

### 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	Nbre de fleur/inflorescence
<b>Beskri</b>	Moyenne (5,25)	Moyenne (1,44)	Elliptique (3,67)	Moyenne (28,04)	Moyen (18,04)
<b>Chemlel</b>	Moyenne (5,80)	Elevée (1,58)	Elliptique-lancéolée (4,31)	Moyenne (29,78)	Moyen (20,24)
<b>Ferdel</b>	Elevée (7,44)	Moyenne (1,17)	Lancéolée (6,42)	Moyenne (30,05)	Moyen (19,25)
<b>G.E.F</b>	Elevée (7,19)	Réduite (0,96)	Lancéolée (8,20)	Réduite (21)	Réduit (11,03)
<b>Sigoise</b>	Moyenne (6,06)	Moyenne (1,15)	Elliptique-lancéolée (5,29)	Réduite (23,61)	Réduit (11,80)
<b>Sofiana</b>	Moyenne (6,84)	Moyenne (1,11)	Lancéolée (6,25)	Moyenne (25,74)	Moyen (20,80)
<b>Telthi</b>	Moyenne (5,24)	Moyenne (1,24)	Elliptique-lancéolée (4,23)	Moyenne (27,89)	Moyen (19,72)

## 2. 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	Nbre de sillons fibrovasculaires
<b>Beskri</b>	Ovoïde (1,40)	Moyen (2,29)	Ovoïde (1,79)	Élevé (0,54)	Élevé (10,72)
<b>Chemlel</b>	Allongée (1,57)	Réduit (0,58)	Elliptique (2,11)	Réduit (0,15)	Moyen (9,58)
<b>Ferdel</b>	Ovoïde (1,36)	Élevé (4,78)	Elliptique (1,91)	Élevé (0,69)	Élevé (10,68)
<b>G.E.F</b>	Allongée (1,64)	Moyen (2,39)	Allongée (2,54)	Élevé (0,50)	Moyen (8,81)
<b>Sigoise</b>	Ovoïde (1,37)	Moyen (3,05)	Elliptique (2,07)	Élevé (0,49)	Moyen (9)
<b>Sofiana</b>	Sphérique (1,19)	Très élevé (7,91)	Elliptique (2,17)	Très élevé (1,08)	Élevé (10,80)
<b>Telthi</b>	Allongée (1,72)	Réduit (1,42)	Elliptique (2,13)	Moyen (0,30)	Moyen (8,86)

## Annexe II.B. Caractères morphologiques qualitatifs des 7 cultivars étudiés

### 1. Caractères du fruit :

<b>cultivars</b>	<b>Symétrie (en position A)</b>	<b>Position du diamètre transversal maximal (en position B)</b>	<b>Sommet (en position A)</b>	<b>Base (en position A)</b>	<b>Mamelon</b>	<b>Présence de lenticelles</b>	<b>Dimension des lenticelles</b>
<b>Beskri</b>	légèrement asymétrique	centrale	arrondi	tronquée	absent	nombreuse	petite
<b>Chemlel</b>	légèrement asymétrique	centrale	arrondi	tronquée	absent	peu nombreuse	petite
<b>Ferdel</b>	légèrement asymétrique	centrale	arrondi	tronquée	présent	nombreuse	petite
<b>G.E.F</b>	asymétrique	vers le sommet	arrondi	arrondie	présent	peu nombreuse	petite
<b>Sigoise</b>	asymétrique	centrale	pointu	tronquée	absent	nombreuse	petite
<b>Sofiana</b>	symétrique	centrale	arrondi	arrondie	absent	peu nombreuse	grande
<b>Telthi</b>	légèrement asymétrique	centrale	arrondi	arrondie	présent	nombreuse	petite

## 2. Caractères de l'endocarpe :

<b>cultivars</b>	<b>Symétrie (en position A)</b>	<b>Position du diamètre transversal maximal (en position B)</b>	<b>Sommet (en position A)</b>	<b>Base (en position A)</b>	<b>Surface</b>	<b>Extrémité du sommet</b>
<b>Beskri</b>	asymétrique	vers le sommet	arrondi	pointue	rugueuse	avec mucron
<b>Chemlel</b>	légèrement asymétrique	centrale	arrondi	pointue	lisse	sans mucron
<b>Ferdel</b>	légèrement asymétrique	centrale	arrondi	tronquée	raboteuse	sans mucron
<b>G.E.F</b>	asymétrique	vers le sommet	pointu	pointue	lisse	avec mucron
<b>Sigoise</b>	légèrement asymétrique	centrale	pointu	tronquée	lisse	avec mucron
<b>Sofiana</b>	légèrement asymétrique	centrale	pointu	tronquée	raboteuse	sans mucron
<b>Telthi</b>	légèrement asymétrique	centrale	pointu	arrondie	rugueuse	avec mucron

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

Variables	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 poids	E nbr de sillon
F longueur (L)	<b>1</b>	-0,666	<b>0,902</b>	-0,295	-0,223	0,654	0,538	-0,042	0,513	0,615	0,373	0,412	0,542	0,168
F largeur (l)	-0,666	<b>1</b>	<b>-0,841</b>	0,735	0,549	-0,728	-0,601	0,136	-0,526	<b>-0,822</b>	-0,482	-0,570	-0,549	0,219
F rapport (L/l)	<b>0,902</b>	<b>-0,841</b>	<b>1</b>	-0,635	-0,497	0,593	0,414	0,156	0,379	0,679	0,269	0,701	0,446	-0,133
I longueur	-0,295	0,735	-0,635	<b>1</b>	<b>0,839</b>	-0,324	-0,165	-0,205	-0,078	-0,550	-0,110	-0,733	-0,201	0,515
I nbr de fleur	-0,223	0,549	-0,497	<b>0,839</b>	<b>1</b>	-0,049	0,079	-0,429	0,277	-0,217	0,077	-0,504	0,111	0,597
Fr longueur (L)	0,654	-0,728	0,593	-0,324	-0,049	<b>1</b>	<b>0,974</b>	-0,682	<b>0,931</b>	<b>0,955</b>	<b>0,907</b>	0,058	<b>0,965</b>	0,464
Fr largeur (l)	0,538	-0,601	0,414	-0,165	0,079	<b>0,974</b>	<b>1</b>	<b>-0,822</b>	<b>0,956</b>	<b>0,877</b>	<b>0,942</b>	-0,139	<b>0,960</b>	0,551
Fr rapport (L/l)	-0,042	0,136	0,156	-0,205	-0,429	-0,682	<b>-0,822</b>	<b>1</b>	<b>-0,831</b>	-0,523	<b>-0,798</b>	0,508	-0,751	-0,622
Fr poids	0,513	-0,526	0,379	-0,078	0,277	<b>0,931</b>	<b>0,956</b>	<b>-0,831</b>	<b>1</b>	<b>0,838</b>	<b>0,853</b>	-0,058	<b>0,942</b>	0,556
E longueur (L)	0,615	<b>-0,822</b>	0,679	-0,550	-0,217	<b>0,955</b>	<b>0,877</b>	-0,523	<b>0,838</b>	<b>1</b>	<b>0,826</b>	0,274	<b>0,911</b>	0,295
E largeur (l)	0,373	-0,482	0,269	-0,110	0,077	<b>0,907</b>	<b>0,942</b>	<b>-0,798</b>	<b>0,853</b>	<b>0,826</b>	<b>1</b>	-0,315	<b>0,939</b>	0,672
E rapport (L/l)	0,412	-0,570	0,701	-0,733	-0,504	0,058	-0,139	0,508	-0,058	0,274	-0,315	<b>1</b>	-0,073	-0,645
E poids	0,542	-0,549	0,446	-0,201	0,111	<b>0,965</b>	<b>0,960</b>	-0,751	<b>0,942</b>	<b>0,911</b>	<b>0,939</b>	-0,073	<b>1</b>	0,639
E nbr de sillon	0,168	0,219	-0,133	0,515	0,597	0,464	0,551	-0,622	0,556	0,295	0,672	-0,645	0,639	<b>1</b>

## ANNEXES

### Annexe I. Protocole de l'extraction d'ADN (0.1g) :

1. Préchauffer le tampon d'extraction au bain marie à 60°C durant 1 heure.
2. Peser 100 mg de feuilles sèches broyées.
3. Ajouter au broyat 750µL de CTAB.
4. Ajouter 37.5µL 2-mercapto- éthanol sous hotte et bien vortexer. 10mn max
5. Incuber pendant 1 heure à 60°C.
6. Ajouter 750 µl de chloroforme /alcool isoamylique 24 :1 à T° ambiante et agite pendant 10 min.
7. Centrifuger pendant 10min à 10000tr/min à 4°C.
8. Récupérer le surnageant et ajouter 2/3 du volume prélever d'isopropanol (conservé à 4°C) inverser les tubes (10-15fois) doucement puis laisser précipiter pendant au moins 35-60min à - 20°C.
9. Centrifuger pendant 7min à 8000tr/min à 4°C.
10. Eliminer le surnageant. Sécher
11. Ajouter 1000µl de tampon de lavage et placer en agitateur vertical pendant 30min.
12. Centrifuger pendant 7min à 8000tr/min à 4°C.
13. Eliminer le surnageant et sécher ADN à l'air libre pendant 20min.
14. Resuspendre le culot dans 200µL de TEX1.
15. Incuber pendant 15min à 60°C.
16. Traiter la solution avec 2µL de RNase et incuber pendant 30min à 37°C.
17. ADN extrait est stocké à 4°C la nuit et centrifugé pendant 2min à 2000tr/min. cette dernière étape est facultative.

**Annexe III : Résultats de l'analyse de la variance pour les caractères morphologiques quantitatifs**

**1. Analyse de la variance de la longueur de la feuille :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	23,646	3,941	10,685	< 0,0001
Erreur	27	9,958	0,369		
Total corrigé	33	33,604			

**2. Analyse de la variance de la largeur de la feuille:**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	0,749	0,125	9,925	< 0,0001
Erreur	27	0,340	0,013		
Total corrigé	33	1,089			

**3. Analyse de la variance du rapport L/l de la feuille :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	68,784	11,464	60,355	< 0,0001
Erreur	27	5,128	0,190		
Total corrigé	33	73,913			

**4. Analyse de la variance de la longueur de l'inflorescence :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	337,759	56,293	12,717	< 0,0001
Erreur	27	119,516	4,427		
Total corrigé	33	457,276			

**5. Analyse de la variance du nbr de fleur/inflorescence :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	508,735	84,789	25,842	< 0,0001
Erreur	27	88,588	3,281		
Total corrigé	33	597,323			

**6. Analyse de la variance de la longueur du fruit :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	7,297	1,216	55,379	< 0,0001
Erreur	27	0,593	0,022		
Total corrigé	33	7,890			

**7. Analyse de la variance de la largeur du fruit :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	5,019	0,836	40,428	< 0,0001
Erreur	27	0,559	0,021		
Total corrigé	33	5,578			

**8. Analyse de la variance du rapport L/l du fruit :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	0,602	0,100	7,766	< 0,0001
Erreur	27	0,349	0,013		
Total corrigé	33	0,951			

**9. Analyse de la variance du poids du fruit :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	169,811	28,302	30,448	< 0,0001
Erreur	27	25,097	0,930		
Total corrigé	33	194,908			

**10. Analyse de la variance de la longueur de l'endocarpe :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	2,604	0,434	45,224	< 0,0001
Erreur	27	0,259	0,010		
Total corrigé	33	2,863			

**11. Analyse de la variance de la largeur de l'endocarpe :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	0,620	0,103	59,189	< 0,0001
Erreur	27	0,047	0,002		
Total corrigé	33	0,668			

**12. Analyse de la variance du rapport (L/l) de l'endocarpe :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	1,418	0,236	12,937	< 0,0001
Erreur	27	0,493	0,018		
Total corrigé	33	1,912			

**13. Analyse de la variance du poids de l'endocarpe :**

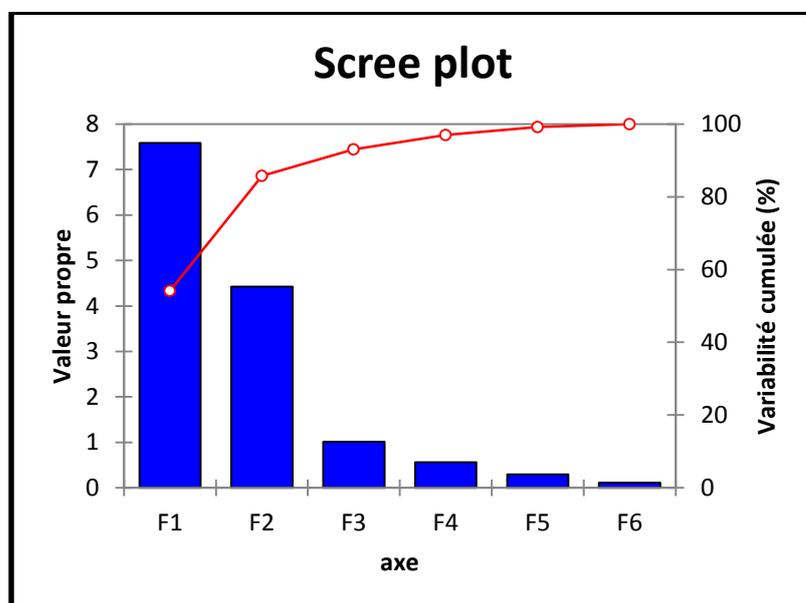
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	2,251	0,375	49,577	< 0,0001
Erreur	27	0,204	0,008		
Total corrigé	33	2,455			

**14. Analyse de la variance du nbre de sillons fibrovasculaires :**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	24,500	4,083	19,393	< 0,0001
Erreur	27	5,685	0,211		
Total corrigé	33	30,185			

## Annexe V : Analyse en Composante Principale (paramètres morphologiques quantitatifs) (ACP)

### 1. Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux



### 2. Vecteurs propres des paramètres quantitatifs :

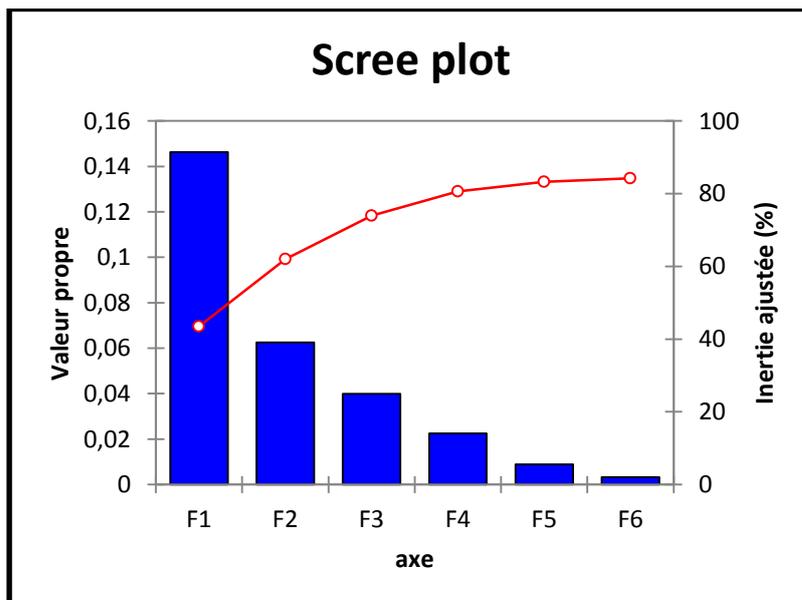
	F1	F2
F longueur (L)	0,242	0,182
F largeur (l)	-0,266	-0,292
F rapport (L/l)	0,222	0,330
I longueur	-0,123	-0,394
I nbr de fleur	-0,020	-0,390
Fr longueur (L)	0,363	-0,008
Fr largeur (l)	0,351	-0,100
Fr rapport (L/l)	-0,241	0,300
Fr poids	0,337	-0,124
E longueur (L)	0,349	0,093
E largeur (l)	0,326	-0,153
E rapport (L/l)	0,030	0,422
E poids	0,351	-0,095
E nbr de sillon	0,167	-0,361

### 3. Contribution des variables (%)

	F1	F2
F longueur (L)	5,848	3,301
F largeur (l)	7,061	8,538
F rapport (L/l)	4,908	10,902
I longueur	1,512	15,511
I nbr de fleur	0,041	15,243
Fr longueur (L)	13,161	0,007
Fr largeur (l)	12,309	0,995
Fr rapport (L/l)	5,813	9,004
Fr poids	11,328	1,546
E longueur (L)	12,169	0,860
E largeur (l)	10,644	2,342
E rapport (L/l)	0,088	17,809
E poids	12,313	0,903
E nbr de sillon	2,804	13,040

### Annexe VI : L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) (paramètres morphologiques qualitatifs):

#### Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux



## Résumé

Les marqueurs morphologiques et moléculaires ont été utilisés pour évaluer la diversité génétique de l'olivier cultivé, *Olea europaea* L., représenté par sept cultivars échantillonnés à Sefienne. Au total, vingt-sept descripteurs morphologiques (quantitatifs et qualitatifs) du COI et 07 présélectionnés marqueurs microsatellites polymorphes ont été utilisés pour détecter la variabilité inter et intra-cultivars et identifié les paramètres morphologiques et les marqueurs SSR les plus discriminatifs pour distinguer entre les cultivars d'oliviers locaux. Un degré de polymorphisme élevé, chez les 7 cultivars étudiés, a été détecté au niveau morphologique et moléculaire. La CAH a permis de générer les mêmes groupes que ceux de l'ACP, excepté pour le cultivar Beskri. Les caractères du fruit et de l'endocarpe semblent être les plus discriminants suivis par ceux de la feuille notamment la forme. Le taux de polymorphisme des loci a varié de 42, 86%, chez le cultivar Chemlal, à 85,71% chez le cultivar Ferdel. Le nombre moyen d'allèles amplifiés est de 6,85 allèles. L'hétérozygotie observée ( $H_o$ ), a donné des valeurs entre 0,143 à 0,857, tandis que l'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) a oscillé entre 0,071 et 0,500. Pour chaque marqueur SSR étudié, une variabilité génétique et un pouvoir discriminant élevé entre les génotypes ont été observés. La classification des cultivars, sur base des données moléculaires, obtenue par la méthode UPGMA, confirme celle de la PCoA, par contre, elle est différente de celle générée par l'ACP, la CAH et l'ACM, basées sur les données des paramètres morphologiques. Aucun cas d'homonymie et/ou de synonymie n'a été détecté, les profils génotypiques des microsatellites ont permis d'identifier sans ambiguïté tous les cultivars.

**Mots clés :** olivier, diversité génétique, marqueurs SSR, descripteurs COI.

## ملخص:

تتمثل هذه الدراسة التي اجريت على اشجار الزيتون في المساهمة لتقييم التنوع الجيني لهذا النوع *Olea europea* L. وقد تم اخذ عينات من سبعة اصناف من منطقة "سفيان" وقد تم توصيف هذه الاخيرة استنادا الى 27 من المؤشرات المورفولوجية حسب الجنة العالمية للزيتون (COI) بالإضافة الى استعمال 7 من المؤشرات الجزئية (SSR) لتحليل التنوع الوراثي الموجود وقد سمح تحليل البيانات بالكشف عن وجود اختلاف كبير بين الاصناف المدروسة على المستوى المورفولوجي والجزيئي. الخصائص المورفولوجية المتعلقة بالفواكه والبذور (endocarpe) وهي الاكثر تمييزا للأصناف المدروسة وتليها الخصائص المتعلقة بالورقة.

طريقة التصنيف الهرمي (CAH) سمحت بتمييز نفس مجموعات تحليل المركبات الاساسية (ACP) ما عدا الصنف (Beskri) من جهة اخرى اظهرت نتائج تحليل بيانات التوصيف الجزئي ان نسبة تعدد انماط المواضع الجينية (Pocé) تتغير من 42.86% لدى الصنف " Chemlal " الى 85.71% التي تم مضاعفتها فيقدر ب 6.85 اليل (allèle) وفيما يخص معدل تغاير الزيغوت الملاحظ (oH) فيقدر ب 0.5 اما معدل تغاير الزيغوت المنتظر ( $H_e$ ) فيقدر ب 0.334 اكد التصنيف القائم على بيانات التوصيف الجزيئي المعتمد على طريقة UPGMA التصنيف المعتمد على طريقة PCA وعلى العكس من ذلك فقد اعطت هذه الطريقة تصنيفا مغيرا لتصنيف ACP وCAH لم يتم الكشف عن اي حالة homonymie او synonymie

**الكلمات المفتاحية :** الزيتون التنوع الجيني المؤشرات SSR واصفات COI

## Abstract :

Morphological and molecular markers were used to assess the genetic diversity of the cultivated olive tree, *Olea europaea* L., represented by seven cultivars sampled at Sefienne. In total, 27 morphological descriptors (quantitative and qualitative) of IOC and pre-selected 07 Polymorphic microsatellite markers were used to detect inter and intra-cultivar variability and identified the most discriminative morphological parameters and SSR markers to distinguish between local olive cultivars. A degree of high polymorphism in 7 studied cultivars was detected at the morphological and molecular levels. The CAH generated the same groups as those in the ACP, except for the cultivar Beskri. The characters of the fruit and the endocarp seem to be more discriminating followed by those of the leaf including the form. The loci polymorphism percentage varied from 42, 86% in cultivar Chemlal to 85, 71% in cultivar Ferdel. The average number of amplified alleles is 6, 85 alleles. Heterozygosity observed ( $H_o$ ), gave values between 0,143 to 0,857, whereas heterozygosity expected ( $H_e$ ) fluctuated between 0,071 and 0,500. For each studied SSR marker, genetic variability and a discriminating power between genotypes were observed. The classification of cultivars, based on molecular data, obtained by the UPGMA method confirms that of the PCoA, however, it is different from the one generated by the ACP, the HPC and CMA, based on morphological data. No case of homonymy and/or synonymy has been detected, the microsatellite genotypic profiles have been identified without ambiguity all cultivars.

**Key words:** olive, genetic diversity, SSR markers, IOC descriptors.