



**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES**



---

## **PROJET DE FIN D'ETUDES**

**License Sciences et Techniques**

**« Biotechnologie & Valorisation des Phyto Ressources »**

# **ETUDE DE LA DIVERSITÉ MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES VARIÉTÉS D'OLIVIER**

**Présenté par** : Alaoui Hamza

**Encadré par** : - M<sup>me</sup> Sqalli Houssaini Hakima

- M<sup>r</sup> El Bakkali Ahmed

**Soutenu le : 08/06/2017**

Devant le jury composé de :

- M<sup>me</sup> Sqalli Houssaini Hakima
- M<sup>r</sup> El Bakkali Ahmed
- M<sup>r</sup> Haggoud Abdellatif

# *Remerciements*

Tout d'abord, je remercie notre créateur, je ne saurais énumérer ses bienfaits sur nous.

Il nous est agréable de nous acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toutes les personnes, dont l'intervention au cours de ce projet a favorisé son aboutissement.

Nos remerciements vont à Monsieur **Ahmed El Bakkali**, notre encadrant à l'INRA pour ces valeureuses et pertinentes remarques et aussi pour son soutien et sa compréhension tout au long de la réalisation de ce travail, son attention et son énergie et cela, dans un cadre agréable de complicité et de respect, ainsi pour les conditions favorables qu'il nous a préparé pour le bon déroulement de notre projet de fin d'études.

Je tiens à remercier de grand cœur Madame **Hakima Sqalli Houssaini** notre encadrante à la l'FST de Fès, pour son encadrement fructueux, ses conseils, sa collaboration, son aide pour réaliser ce projet durant toute la période de mon stage.

Pour la même occasion, je tiens à remercier d'avance **M<sup>me</sup> Hakima Sqalli Houssaini, M<sup>r</sup> Ahmed El Bakkali et M<sup>r</sup> Abdellatif Haggoud** pour avoir accepté de juger ce travail et pour leurs éventuelles remarques et suggestions.

Enfin, que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail trouvent l'expression de nos remerciements les plus chaleureux.

# *Dédicace*

Je dédie ce présent travail :

*À mes chers parents*

Qui tiennent une place immense dans mon cœur.

Aucune dédicace ne serait exprimée la reconnaissance, le respect et l'estime.

Que dieu vous donne bonne santé et longue vie.

*À mes chers frères et sœurs*

Pour leur véritable et sincère amour.

Je leur souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.

*À mes formateurs*

Qui m'ont dirigé vers le chemin de succès par leur compréhension et leurs conseils.

*À tous mes amis et collègues*

Et particulièrement les plus intimes, en témoignage des moments inoubliables, des sentiments pures, et des liens solides qui nous unissent.

*À toutes les personnes*

Qui me reconnaissent et qui m'ont aidé et contribué à la réalisation de ce travail.

## *Liste des figures*

|           |   | Page |
|-----------|---|------|
| Figure 1  | Répartition de la superficie de la culture de l'olivier pour 2011.                              | 4    |
| Figure 2  | Evolution de la superficie (ha) 2008-2015.  | 4    |
| Figure 3  | Répartition de la superficie par région du Maroc.   | 5    |
| Figure 4  | Production Mondiale d'huile d'olive 2010-2014.  | 5    |
| Figure 5  | Principaux pays consommateurs 2009-2013.  | 6    |
| Figure 6  | Production et consommation d'huile d'olive dans le monde et dans l'Union Européenne, 1970-2012. | 6    |
| Figure 7  | Exemple d'autopollinisation de la variété picholine marocaine.                                  | 9    |
| Figure 8  | Exemple des états du caractère "Forme du fruit".  | 10   |
| Figure 9  | Exemple des états du caractère "Forme de l'endocarpe".  | 12   |
| Figure 10 | Distribution du (A) poids (POF) et (B) la forme du fruit (FOF).                                 | 18   |

## *Liste des tableaux*

|           |  | Page |
|-----------|--|------|
| Tableau 1 | Caractérisation des fruits pour les deux types de pollinisation.                           | 14   |
| Tableau 2 | Caractérisation des endocarpes pour les deux types de pollinisation.                       | 16   |
| Tableau 3 | Analyse de variance réalisée sur les caractères quantitatifs du fruit et de l'endocarpe.   | 19   |
| Tableau 4 | Analyse de test d'Independence chi2 réalisé sur les caractères qualitatifs du fruit.       | 20   |
| Tableau 5 | Analyse de test d'Independence chi2 réalisé sur les caractères qualitatifs de l'endocarpe. | 20   |

# *Liste des abréviations*

|       |  |
|-------|--|
| ANOVA | Analysis of variance.  |
| AP    | Autopollinisation.   |
| BAE   | Base en position A de l'endocarpe.                                     |
| BAF   | Base en position A du fruit.   |
| COI   | Conseil oléicole international.  |
| CRRA  | Centre Régional de la Recherche Agronomique.                           |
| DLF   | Dimension des lenticelles.   |
| DSFE  | Distribution des sillons.  |
| ESE   | Extrémité du sommet.   |
| FAO   | Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.   |
| FOE   | Forme en position A de l'endocarpe.                                    |
| FOF   | Forme en position A du fruit.  |
| INRA  | Institut national de la recherche agronomique.                         |
| MAF   | Mamelon.   |
| MAPM  | Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime.                    |
| NSFE  | Nombre de sillons fibrovasculaires.                                    |
| PAST  | Paleontological statistics.  |
| PDTF  | Position de diamètre transversal du fruit.                             |
| PDTM  | Position du diamètre transversal maximal en position B de l'endocarpe. |
| PL    | Pollinisation libre.   |
| PLF   | Présence des lenticelles.  |
| POE   | Poids de l'endocarpe.  |
| POF   | Poids du fruit.  |
| PSFE  | Profondeur des sillons fibrovasculaires.                               |
| RAPD  | Random Amplified polymorphic ADN.                                      |
| SNP   | Single Nucleotide Polymorphisme.                                       |
| SOE   | Sommet en position A de l'endocarpe.                                   |
| SOF   | Sommet en position A du fruit.   |
| SSR   | Simple Sequence Repeats.   |
| SURE  | Surface en position B de l'endocarpe.                                  |
| SYAE  | Symétrie en position A de l'endocarpe.                                 |
| SYAF  | Symétrie en position A du fruit.                                       |
| SYBE  | Symétrie en position B de l'endocarpe.                                 |
| SYBF  | Symétrie en position B du fruit.                                       |

# Sommaire

|  | Page |
|--|------|
| <i>Introduction générale</i>   | 1    |
| <i>Partie 1. Revue bibliographique</i>                               |      |
| I. Généralités sur l'olivier   | 2    |
| 1. Taxonomie   | 2    |
| 2. Classification botanique  | 2    |
| 3. Origine et diversification  | 2    |
| II. Importance socioéconomique                                       | 3    |
| 1. Superficie  | 3    |
| 1.1. À l'échelle mondiale  | 3    |
| 1.2. À l'échelle nationale   | 4    |
| 2. Production mondiale d'huile d'olive                               | 5    |
| 3. Consommation mondiale d'huile d'olive                             | 5    |
| III. Caractérisation de l'Olivier                                    | 7    |
| 1. Ressources génétique de l'olivier                                 | 7    |
| 2. Caractérisation des ressources génétique de l'olivier             | 7    |
| 2.1. Caractérisation morphologique                                   | 7    |
| 2.2. Caractérisation moléculaire                                     | 7    |
|  | 8    |
| <i>Partie 2. Matériel et méthodes</i>                                |      |
| I. Matériel végétal  | 9    |
| II. Caractères morphologique étudiés                                 | 9    |
| 1. Caractères morphologiques liés au fruit                           | 9    |
| 2. Caractères morphologiques liés à l'endocarpe                      | 11   |
| III. Analyse statistique   | 12   |
| <i>Partie 3. Résultats et Discussion</i>                             |      |
| I. Analyse descriptive des données                                   | 13   |
| II. Test d'analyse de variance et d'interdépendance Chi <sup>2</sup> | 18   |
|  |      |
| <i>Conclusion générale</i>   | 21   |
| <i>Références bibliographiques</i>                                   | 22   |

# *Présentation de l'institut National de la Recherche Agronomique*

Il s'agit d'une institution à profond ancrage historique qui développe une stratégie de recherche actualisée pour la production de technologies, connaissances et méthodes. Les recherches du centre accompagnent la mise en œuvre des plans régionaux adoptés dans le cadre du Plan Maroc Vert et en étroite collaboration avec le développement et la profession.



Le Centre Régional de la Recherche Agronomique (CRRA) de Meknès ; couvre la zone d'action des Directions Provinciales d'Agriculture (DPA) de Boulemane, Elhajeb, Fès, Ifrane, Khénifra, Meknès, Taounate, Taza, El Hoceima et Séfrou.

## ❖ Unités de Recherche

Le CRRA de Meknès est organisé en quatre unités de Recherches :

1. Unité de Recherches d'Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources PhytoGénétiques (URAPCRP), au sein de laquelle nous avons effectué notre stage.
2. Unité de Recherches d'Agronomie et Physiologie végétale (URAPV).
3. Unité de Recherches de Gestion Durable des Ressources Naturelles et de Sociologie et d'Economie Rurales (URGDRNSER).
4. Unité de Recherches de la Protection des Plantes (URPP).

## ❖ Activités de recherche

Le CRRA de Meknès a 11 activités de recherches :

- La sélection de variétés performantes de différents fruits et plantes et optimisation des techniques culturales pour une production de qualité en conditions cultures pluviales.
- L'amélioration de la productivité des différentes espèces de plantes.
- La diversification fruitière et sélection pour le stress biotique.
- L'amélioration de la productivité et de la stabilité du système blé en régime pluvial.

- L'amélioration et l'efficacité d'utilisation des intrants chez les légumineuses à travers la sélection variétale et les techniques culturales.
- L'amélioration de la productivité et de la qualité des oléagineux annuels (carthame, colza et tournesol d'automne) par la mise au point de matériel végétal adapté.
- Le développement de stratégies de lutte Intégrée contre les maladies, les ravageurs des plantes adventices dans le système céréales / légumineuses alimentaires, par la recherche participative des agriculteurs.
- La promotion de la pomme de terre dans le Sais et le Moyen Atlas : sélection variétale et multiplication de semences.
- L'analyse socio-économique, des filières, des modèles d'agrégation, des systèmes de production et des moyennes d'existence des populations en zones de montagne.
- L'élaboration des cartes de vocation agricole et carte de fertilité du sol de la région de Meknès.
- La gestion durable et la valorisation de la biodiversité des PAM et du câprier au Sais et Moyen Atlas.

#### ❖ **Potentiel humain qualifié**

- 26 Chercheurs spécialisés dans différentes disciplines des sciences agronomiques et humaines (amélioration génétique, phytiatrie, biotechnologie, agronomie, physiologie végétale, horticulture, agro météorologie, pédologie, chimie des sols, agro économie, sociologie et communication) ;
- 18 Techniciens de recherche ;
- Un administrateur ;
- 31 Agents.

# **Introduction générale**

L'olivier, *Olea europaea* L. est l'une des plus anciennes cultures de la Méditerranée. La domestication de l'olivier se situe à environ 4500- 5000 ans avant notre ère et principalement à l'est de la Méditerranée. Au niveau de la Méditerranée, on distingue plus de 1200 variétés en collection ; par exemple, 580 variétés dans la collection mondiale de Marrakech (Khadari, 2005).

La distinction entre les variétés d'olivier est possible moyennant des marqueurs moléculaires et descripteurs morphologiques. Le COI (Conseil Oléicole International) avait mis au point une approche de détermination variétale de l'olivier basée sur des caractères morphologiques.

Ces caractères sont au nombre de 32 et concernent l'arbre, les feuilles, les inflorescences, les fruits et les endocarpes.

Cependant, ces descripteurs présentent certains inconvénients à savoir ; le petit nombre de polymorphisme détecté (deux à trois états par caractère), l'effet des conditions climatiques en particulier sur les caractères du fruit, et aussi l'hétérogénéité du même caractère pour le même arbre en prélevant différents fruits. Par exemple, deux états pour le sommet de l'endocarpe peuvent être observés en même temps, arrondi et pointu. Ce dernier constat est expliqué essentiellement par la probabilité de l'existence d'un effet métaxénique du pollen sur les descripteurs primaires de l'olivier comme c'est le cas du palmier par exemple.

C'est ainsi que ce travail est proposé et il a pour objectif d'étudier l'effet du pollen sur les descripteurs morphologiques primaires de l'olivier ; En utilisant les fruits issus d'autopollinisation et de pollinisation libre de six variétés d'olivier installées au domaine expérimental d'Ain Taoujdate.

La caractérisation des accessions étudiées a concerné la description morphologique des fruits et des endocarpes. 10 caractères morphologiques, utilisés pour la caractérisation primaire des fruits et 11 caractères morphologiques, utilisés pour la caractérisation des endocarpes.

Les observations des caractères relatifs aux fruits et aux endocarpes sont déterminées sur un échantillon de 30 fruits et endocarpes.

# REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

## I. GENERALITÉS SUR L'OLIVIER

### 1. TAXONOMIE

L'olivier est une espèce diploïde ayant 46 chromosomes ( $2n=46$ ). Il appartient à la famille des Oléacées et au genre *Olea* qui comprend une trentaine d'espèces différentes dans le monde.

La seule espèce portant des fruits comestibles est l'*Olea europaea* (olivier), laquelle se divise en 2 sous espèces :

- *Olea europaea sylvestris* ou oléastre (l'olivier sauvage), se présente en forme spontanée comme un buisson épineux et à fruits ordinairement petits. Ces formes spontanées ou sub-spontanées sont répandues notamment en Espagne, au Portugal, en Afrique du Nord et en Syrie.
- *Olea europaea sativa* ou l'olivier cultivé. Il est constitué par un grand nombre de variétés améliorées, multipliées par bouturage ou par greffage et non connus à l'état sauvage (Green, 2002).

### 2. CLASSIFICATION BOTANIQUE

L'olivier appartenant au genre *Olea*. Ce genre regroupe une trentaine d'espèces et sous-espèces dont *Olea europaea* (ou olivier méditerranéen) est la seule espèce cultivée.

Il est multiplié essentiellement par voie végétative (bouturage ou greffage), alors que les formes sauvages se multiplient par voie sexuée (graines). Il est considéré comme une espèce caractéristique de la région méditerranéenne.

Il est cultivé pour son fruit, l'olive, qui donne une huile recherchée pour ses bienfaits diététique (Qatibi *et al.*, 2004).

### 3. ORIGINE ET DIVERSIFICATION

La domestication de l'olivier a dû prendre naissance en Asie mineure ou en Arabie à une époque où *Olea chrysophylla* avec des formes nombreuses y vivait à l'état sauvage et y était abondant sur les montagnes. Il est possible aussi que d'autres espèces d'*Olea*, aujourd'hui disparues à l'état spontané, aient pu également intervenir.

Il est à noter qu'on ne connaît pas d'olivier du groupe *europaea* à feuilles ferrugineuses ou dorées comme dans le type de la plante sauvage de l'Himalaya, du Sud de l'Arabie orientale. Mais la variété *maderensis* témoigne qu'il existe encore des formes sauvages à feuilles blanches-argentées en dessous comme les *O. europaea* (Oléastre et variétés cultivées). Il semble que l'olivier n'existait pas en Europe sur le littoral méditerranéen avant son introduction par l'homme. Il est complètement inconnu à l'état fossile depuis le Pliocène jusqu'à la fin du Quaternaire (Chevalier, 1948).

Il existe dans le monde 2000 variétés d'oliviers (Breton, 2006). Récemment, des marqueurs génétiques ont permis de reconstituer l'histoire de cet arbre (de l'oléastre sauvage à l'olivier cultivé) et de comprendre l'origine, l'adaptation et la diversité des variétés. Les variétés d'olivier actuelles sont originaires du Bassin méditerranéen et, pour quelques-unes d'entre elles, d'Asie (Nabali par exemple).

Dans le Bassin méditerranéen, des études génétiques ont permis de retrouver les origines de la domestication à l'Est et à l'Ouest. Les variétés actuelles ont pour la plupart la base génétique de l'Est, correspondant aux flux migratoires de l'Est vers l'Ouest et à la diffusion par les Carthaginois et les Romains de variétés nées à l'Est. Mais 30 % des variétés actuelles présentent des marqueurs génétiques qui démontrent l'existence d'ancêtres sauvages (oléastres) qui, eux ne sont présents qu'à l'Ouest (Breton *et al.*, 2006).

Lors de la colonisation européenne, l'olivier a été importé en Amérique du Sud et du Nord, en Afrique du Sud, au Japon et en Australie par les Espagnols et les Portugais.

## **II. IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUE**

### **1. SUPERFICIE**

#### **1.1. À l'échelle mondiale**

Avec une superficie actuelle d'environ 9,6 millions d'hectares (FAO, 2012), l'olivier occupe le 24<sup>ème</sup> rang parmi les 35 espèces les plus cultivées au monde. Il est principalement situé dans le bassin méditerranéen (Figure 1).

Le verger oléicole méditerranéen se trouve en majeure partie dans des pays de l'Union Européenne (Espagne, Italie, Grèce, Portugal, France) et aussi dans d'autres pays, hors de l'Union Européenne, comme la Turquie, la Tunisie, la Syrie et le Maroc.

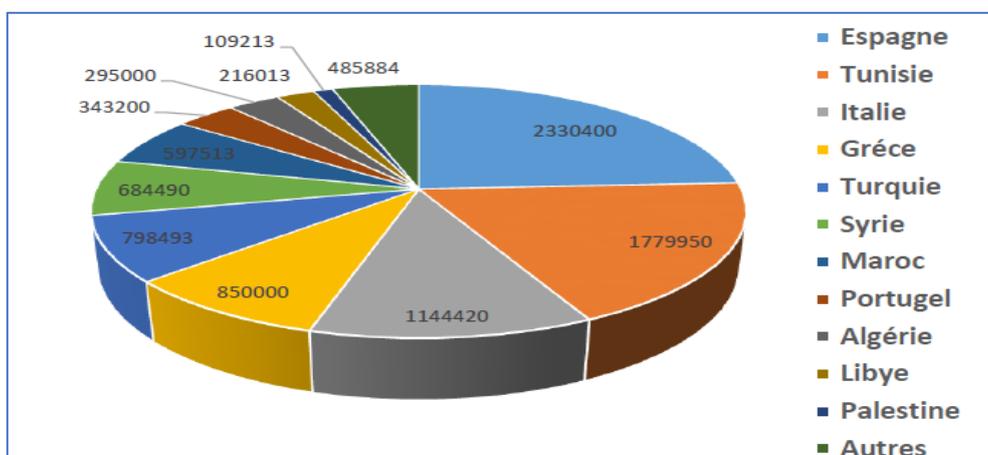


Figure 1 : Répartition de la superficie de la culture de l'olivier pour 2011 (FAO, 2012).

## 1.2. À l'échelle nationale

La superficie moyenne plantée annuellement en oliviers a connu un accroissement de 29% entre la campagne 2008-2009 et la campagne 2014-2015 avec respectivement 772.780 ha et 998.000 ha (Figure 2).

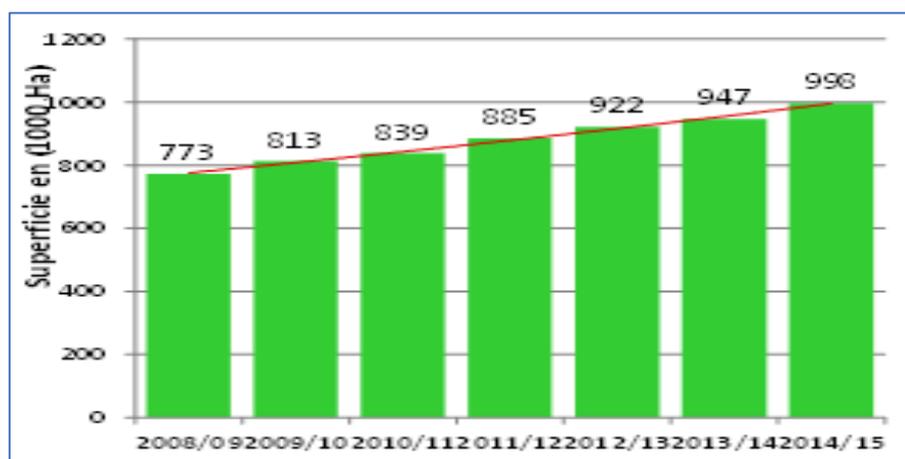
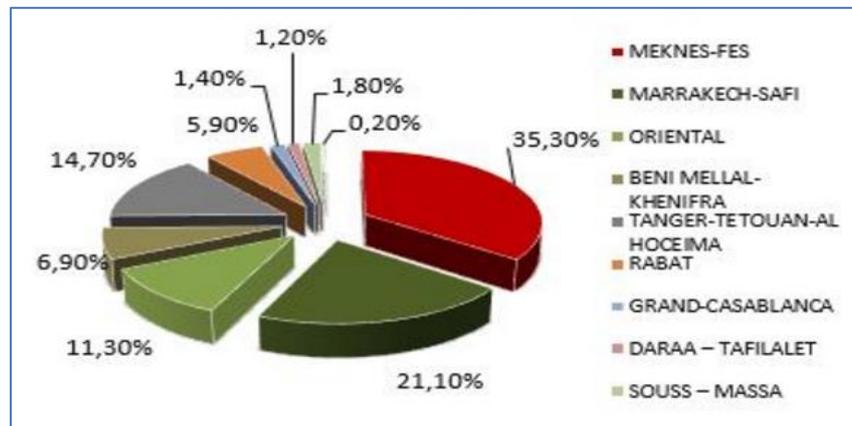


Figure 2 : Evolution de la superficie (ha) 2008-2015 (Interprolive, 2016).

Les principales régions de productions couvrent presque la totalité du territoire national, à l'exception de la bande côtière Atlantique. La "picholine marocaine" est la variété dominante à hauteur de 96% des plantations (Interprolive, 2016).

La région qui occupe la plus grande superficie c'est la région Meknes-Fes avec une superficie de 35.30% suivi de la région de Marrakech-Safi avec une superficie de 21,10% puis

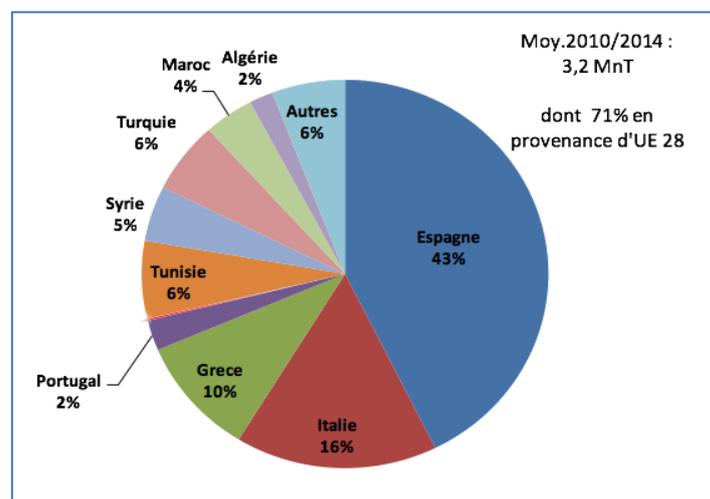
la région de l'oriental qui occupe une superficie de 11.30%, les autres régions occupent une superficie de 32.1% (Figure 3).



**Figure 3 : Répartition de la superficie par région du Maroc (Interprolive, 2016).**

## 2. PRODUCTION MONDIALE D'HUILE D'OLIVE

La production est estimée à environ 3.2 million tonnes d'huile d'olive produites chaque année. Depuis des millénaires cette production est liée au bassin méditerranéen. Aujourd'hui, les pays de l'UE produisent 70 % de cette huile (Figure 4) et consomment 60 %.



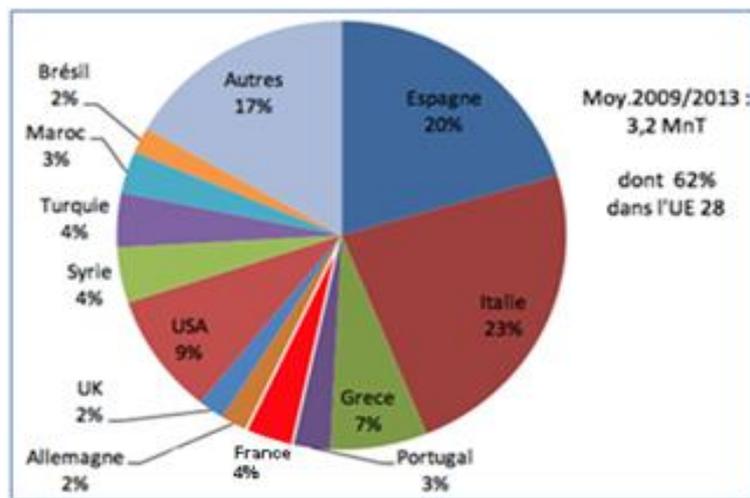
**Figure 4 : Production Mondiale d'huile d'olive 2010-2014 (F.O.P, 2015)**

## 3. CONSOMMATION MONDIALE DE L'HUILE D'OLIVE

La consommation d'huile d'olive est croissante, et cette croissance s'est accélérée depuis le milieu des années 90. Elle apparaît, aujourd'hui, plus rapide dans les pays qui ne sont pas traditionnellement consommateurs d'huile d'olive (Brésil, Chine) que dans les pays

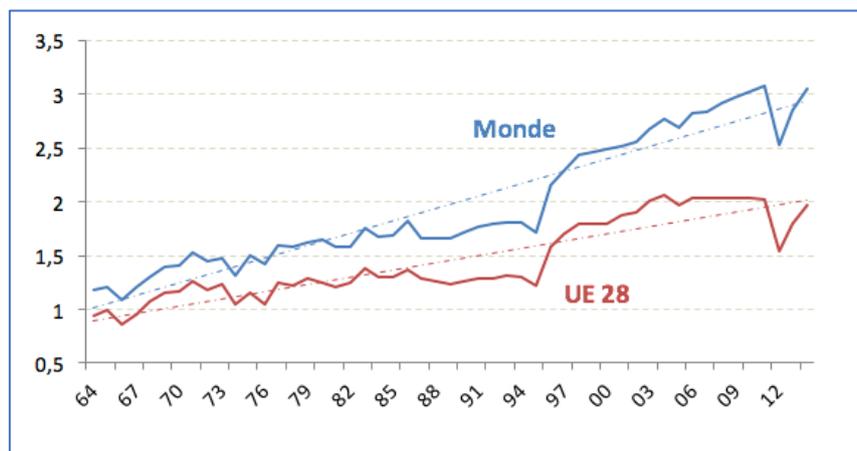
traditionnellement consommateurs et producteurs d'huile d'olive de l'UE (Figure 5). Ces derniers consomment quand même encore plus de la moitié de la production mondiale mais où la demande est contrainte par l'offre.

Sur les cinq dernières années, la consommation a triplé en Chine et progressé de 85 % en Russie et au Brésil, de 65 % au Japon, de 21 % au Canada et de 16 % aux USA.



**Figure 5 : Principaux pays consommateurs 2009-2013 (F.O.P., 2014).**

L'évolution de la production et de la consommation, depuis 1970, montre une faible croissance jusqu'au début des années 90, puis une brusque augmentation à la fois de la production et de la consommation pour les années 1996, 1997 et 1998. Malgré la chute de la production qui s'en est suivie, la consommation semble ne pas diminuer (Figure 6).



**Figure 6 : Production et consommation d'huile d'olive dans le monde et dans l'Union Européenne, 1970-2012 (F.O.P., 2013).**

Le parallélisme des courbes de consommation mondiale et européenne, indique l'importance de la consommation européenne. Cependant, l'écart entre ces courbes s'est amplifié au cours des dernières années du fait de l'ouverture de nouveaux marchés pour l'huile d'olive (Allalout et Zarrouk., 2013).

### **III. CARACTÉRISATION DE L'OLIVIER**

#### **1. RESSOURCES GENETIQUE DE L'OLIVIER**

Historiquement, les sélectionneurs ont puisé dans les variétés locales, que l'on appelle aussi cultivars primitifs. Ce sont souvent des variétés-populations hétérogènes, mais elles présentent déjà nombre des caractéristiques que l'on attend d'une plante cultivée.

Au fur et à mesure de leur diffusion, les cultivars modernes sont devenus une catégorie de ressources génétiques de plus en plus importante. Dotés de caractéristiques intéressantes, ils peuvent être utilisés en sélection même s'ils sont protégés par un droit d'obtention végétale. Quand ils sont retirés du marché, ils entrent ainsi en banque de gènes comme cultivars obsolètes.

Les lignées de sélection et l'ensemble du matériel présélectionné sont le produit du travail des sélectionneurs. Elles ont été obtenues en conditions contrôlées, et on dispose d'informations précises sur leurs caractéristiques génétiques. De ce fait, elles ont une valeur importante, et les entreprises privées ne les échangent que dans le cadre de contrats privés, car c'est la base de leur compétitivité.

Les formes sauvages et adventices constituent une catégorie dont l'importance ne cesse de croître. Les sélectionneurs ne les utilisent qu'en dernier recours, car elles apportent de nombreux caractères indésirables liés à leur génotype sauvage. Mais elles représentent le réservoir à long terme de la diversité génétique, car elles continuent à évoluer avec leur environnement, au contraire des formes cultivées modernes. Avec les progrès de la biologie, non seulement les formes sauvages de la même espèce biologique (le pool génique primaire) peuvent être utilisées, mais aussi les espèces apparentées (pool secondaire), voire les espèces des genres voisins (pool tertiaire), sans qu'il y ait de limite théorique (Chauvet et Olivier, 1993).

#### **2. CARACTERISATION DES RESSOURCES GENETIQUE DE L'OLIVIER**

##### **2.1. Caractérisation morphologique**

Chez l'olivier, les premiers travaux de classification et d'identification des variétés remontent aux travaux de De Candolle (1886). Mais au début de XIX<sup>ème</sup> siècle, Ruby (1917) a

été le premier à utiliser les différents organes de l'olivier (feuille, fruit et endocarpe) pour caractériser et classer les variétés de cette espèce.

L'olivier compte de nombreuses variétés qui se distinguent entre elles par des caractères morphologiques (formes olive, noyaux, feuilles, ...), agronomiques et chimiques ; ainsi que par leur adaptation à des conditions climatiques différentes.

Les marqueurs morphologiques présentent certains avantages : facile, observables et moins chers, comparés à d'autres techniques de discrimination. Cependant ils restent peu déterminants dans l'identification variétale car ils peuvent être influencés par les conditions environnementales (Charafi, 2007).

La nécessité de surmonter les difficultés rencontrées dans la caractérisation morphologique a mené certains chercheurs à entreprendre de nouvelles études d'identification variétale basées sur les marqueurs génétiques (marqueurs enzymatiques et moléculaires).

## **2.2. Caractérisation moléculaire**

Les marqueurs moléculaires permettent à la fois un diagnostic extrêmement fin de la variabilité et la mise en place de stratégies très rapides de création et de sélection variétale (Adam et Dron, 1993). Ces marqueurs constitués des acides nucléiques sont utilisés depuis une vingtaine d'année dans le domaine de la connaissance des génomes végétaux et leur application à l'amélioration des plantes (De Vienne, 1990).

Les marqueurs enzymatiques sont les premiers marqueurs génétiques développés pour identifier les variétés d'olivier. Mais cette technique reste coûteuse et n'est pas à la portée de tout le monde (Ouazzani *et al.*, 1993).

Les marqueurs moléculaires, principalement les RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) ont été très utilisés en vue de l'identification des variétés d'olivier. Ces marqueurs génèrent un polymorphisme génétique important (Vergari *et al.*, 1996 ; Belaj *et al.*, 2001 ; Besnard *et al.*, 2001).

Le caractère dominant et le problème de reproductibilité des résultats caractérisant les marqueurs RAPD justifient le recours récent des chercheurs à explorer d'autres marqueurs à savoir SSR (Simple Sequence Repeats) (Rallo *et al.*, 2000 ; Cipriani *et al.*, 2002 ; Doveri *et al.*, 2008) et SNP (Single Nucleotide Polymorphism) pour l'identification des variétés d'olivier (El Yartaoy, 2014).

# MATÉRIELS ET MÉTHODES

## I. MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel utilisé dans notre étude est constitué de neuf arbres correspondant à six variétés d'olivier installées au domaine expérimental d'Ain Taoujdate : Picholine marocaine (Maroc, 3 arbres), Coratina (Italie, 1 arbre), Madural (Espagne, 2 arbres), Meslala (Maroc, 1 arbre), Leccino (Italie, 1 arbre), Taggiasca (Italie, 1 arbre).

Pour le même arbre, deux types de fruits sont étudiés et dont les caractères sont comparés : fruits issus de pollinisation libre et fruit issus d'autopollinisation (Figure 7).



Figure 7 : Exemple d'autopollinisation de la variété Picholine marocaine.

## II. CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ETUDIÉS

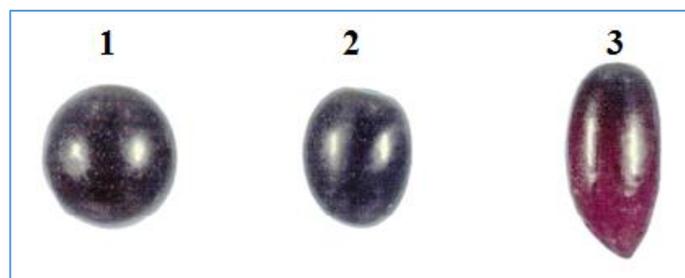
### 1. CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES LIÉS AU FRUIT

Dix caractères morphologiques différents traités pour le fruit :

- **Poids du fruit (POF)** : exprimé en gramme. On distingue quatre états qui sont, poids réduit ( $P < 2g$ ), moyen ( $2g < P < 4g$ ), élevé ( $4g < P < 6g$ ), et poids très élevé ( $P > 6g$ ).
- **Forme du fruit (FOF)** : déterminée en fonction du rapport longueur/largeur. La longueur et largeur (en mm) de chaque fruit sont mesurées à l'aide d'un pied à

coulisse électronique. Pour ce caractère, on distingue trois états (Figure 8), forme sphérique ( $L/l < 1,25$ ), ovoïde ( $1,25 < L/l < 1,45$ ) et forme allongée ( $L/l > 1,45$ ).

- **Symétrie en position A (SYAF) :** la position “A”, correspond normalement à la position d’asymétrie maximale. On distingue trois états, symétrique, légèrement asymétrique et asymétrique.
- **Symétrie en position B (SYBF) :** la position “B” résultant de la rotation de la position “A” de  $90^\circ$ , de manière à tourner la partie la plus développée du fruit vers l’observateur. On distingue deux états, position symétrique et légèrement asymétrique.
- **Position de diamètre transversale (PDTF) :** selon la position B du fruit. Il représente le diamètre maximal transversal du fruit. Pour ce caractère on distingue trois états, diamètre maximal vers la base, centrale, vers le sommet.
- **Base (BAF) :** la base du fruit correspond à la partie du fruit où le pédoncule s’attache. Pour ce caractère on distingue deux états, base tronquée et une base arrondie.
- **Sommet (SOF) :** ce caractère porte sur l’observation de la forme de sommet. On distingue deux états, soit un sommet pointu soit arrondi.
- **Mamelon (MAF) :** On distingue deux états, un mamelon Absent et un mamelon présent.
- **Présence des lenticelles (PLF) :** ce caractère est déterminé lorsque le fruit est complètement développé mais encore vert. On distingue deux états, Lenticelles peu nombreuses et nombreuses.
- **Dimension des lenticelles (DLF) :** ce caractère porte sur la dimension de ces lenticelles. Elles peuvent être petites ou grandes.



**Figure 8 : Exemple des états du caractère “Forme du fruit”.**

1 : sphérique, 2 : ovoïde, 3 : allongée.

## 2. CARACTERES MORPHOLOGIQUES LIES A L'ENDOCARPE

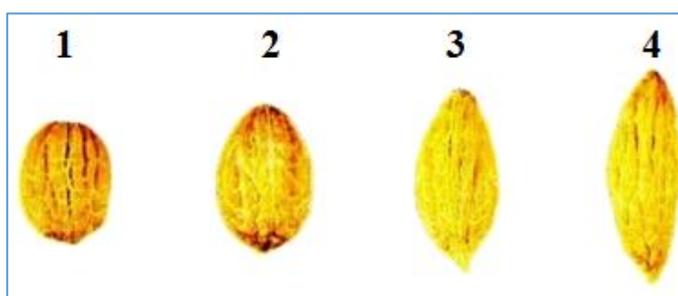
Les caractères morphologiques liés à l'endocarpe sont :

- **Poids de l'endocarpe (POE) :** exprimé en gramme. On distingue quatre états, poids réduit ( $P < 0,3g$ ) moyen ( $0.3g < P < 0.45g$ ), élevé ( $0.45g < P < 0.7g$ ) et poids très élevé ( $P > 0,7 g$ ).
- **Forme de l'endocarpe (FOE) :** déterminée en fonction du rapport longueur/largeur. La longueur et largeur (en mm) de chaque fruit sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse électronique. On distingue quatre états pour ce caractères, forme sphérique ( $L/l < 1,4$ ), ovoïde ( $1,4 < L/l < 1,8$ ), elliptique ( $1,8 < L/l < 2,2$ ) et forme allongée ( $L/l > 2,2$ ).
- **Symétrie en position A (SYAE) :** la position "A", correspond à la position d'asymétrie maximale. On distingue trois états, position symétrique, légèrement asymétrique et asymétrique.
- **Symétrie en position B (SYBE) :** la position "B" résultant de la rotation de la position "A" de  $90^\circ$ . On distingue deux états, position symétrique et position légèrement asymétrique.
- **Position de diamètre transversale (PDTE) :** ce caractère est observé selon la position B de l'endocarpe. On distingue trois états, diamètre maximal vers la base, centrale, diamètre maximal vers le sommet.
- **Sommet (SOE) :** ce caractère porte sur l'observation de la forme de sommet. On distingue deux états, un sommet pointu et un sommet arrondi
- **Base (BAE) :** ce caractère porte sur l'observation de la forme de la base (Partie du fruit où le pédoncule s'attache). Pour ce caractère on distingue deux états, base tronquée et une base arrondie.
- **Surface (SURE) :** il est observé surtout en position A de l'endocarpe. Ce caractère est en fonction de la profondeur et l'abondance des sillons fibrovasculaires. On distingue trois états, une surface lisse, rugueuse et surface raboteuse.
- **Nombre des sillons (NSFE) :** observé à partir du point d'insertion du pédoncule de l'endocarpe. Il consiste à compter le nombre de cannelures visibles à partir de ce point. On distingue trois états, un nombre réduit, moyen et un nombre élevé
- **Distribution (DSFE) :** la distribution des sillons fibrovasculaires de l'endocarpe porte sur l'observation visuelle de ces derniers à partir de la base jusqu'au sommet,

On distingue deux états, distribution uniforme des sillons et distribution groupée à proximité de la suture.

La profondeur de ces sillons est déterminée en touchant la surface de l'endocarpe pour ce caractère, on distingue trois états, une profondeur faible, moyenne et élevée.

- **Extrémité de sommet (ESE) :** ce caractère consiste à détecter la présence ou l'absence de mucron. Il représente une petite pointe dure et raide qui se trouve à l'extrémité du sommet. On distingue deux états, extrémités sans et avec mucron.



**Figure 9 : Exemple des états du caractère "Forme de l'endocarpe".**

1 : sphérique, 2 : ovoïde, 3 : elliptique 4 : allongée.

### **III. ANALYSE STATISTIQUE**

Les phénotypes engendrés par la combinaison des différentes catégories ou états des dix descripteurs liés au fruit et des 11 descripteurs liés à l'endocarpe ont fait l'objet de deux traitements statistiques :

- L'analyse de variance (ANOVA) à un seul facteur pour les caractères quantitatifs afin de déterminer l'effet du pollen sur les différents caractères étudiés.
- Le test d'indépendance ( $\chi^2$ ) pour les caractères qualitatifs afin de déterminer la dépendance ou l'indépendance entre le type de pollinisation et les états des caractères.

L'analyse statistique est réalisée par le programme PAST ver 3.14 au seuil de 5%.

# RÉSULTATS ET DISCUSSION

## **II. ANALYSE DESCRIPTIVE DES DONNÉES**

On distingue 38 états de caractère au totale 19 pour le fruit et 19 pour l'endocarpe.

### ➤ **États des caractères du fruit :**

3 états sont distingués pour le caractère 'symétrie en position A' (SYAF), position asymétrique (asy), légèrement asymétrique (lg) et position symétrique (sy) et 2 états sont observés pour le caractère 'symétrie en position B', position légèrement asymétrique (lg) et position symétrique (sy).

Pour le caractère position de diamètre transversale (PDTF) on distingue 3 états, diamètre maximal centrale (ctr), vers la base (vlb) et diamètre maximale vers le sommet (vls).

On distingue 2 états de caractères pour la base (BAF), base tronquée (trq) et base arrondie (ar) et pour le sommet 2 états sont distingués : sommet pointu (pu) et sommet arrondi (ar).

2 états de caractères sont distingués pour le mamelon (MAF), mamelon absent (ab) et mamelon présent (pr).

Pour le caractères présence des lenticelles (PLF) on distingue 2 états, lenticelles nombreuses (nbr) et lenticelles peu nombreuses (peu) et 2 états sont distingués pour le caractère dimension des lenticelles (DLF), lenticelles grandes (gr) et lenticelles petites (pet).

### ➤ **Etats de caractères de l'endocarpe :**

3 états sont distingués pour le caractère 'symétrie en position A' (SYAE) position asymétrique (asy), légèrement asymétrique (lg) et position symétrique (sy) et 2 états sont observés pour le caractère 'symétrie en position B', position légèrement asymétrique (lg) et position symétrique (sy).

Pour le caractère position de diamètre transversale (PDTE) on distingue 3 états, diamètre maximal centrale (ctr), vers la base (vlb) et diamètre maximale vers le sommet (vls).

On distingue 2 états pour le caractère sommet (SOE), sommet pointu (pu) et sommet arrondi (ar).

3 états sont distingués pour le caractère base (BAE), base tronquée (trq), pointu (pu) et base arrondie (ar).

On distingue 3 états de caractère pour la surface (SURE), surface lisse (lis), rugueuse (rug) et surface raboteuse (rab).

2 états sont distingués pour le caractère distribution des sillons (DSFE), distribution uniforme (uni) et distribution groupé (grp).

Et finalement pour le caractère extrémité de sommet (ESE), 2 états sont distingués, extrémité sans mucron (ss) et extrémité avec mucron (ac).

**Tableau 1 : Caractérisation des fruits pour les deux types de pollinisation.**

|         |    | Nbre | POF   | FOF   | SYAF                 | SYBF         | PDTF                   | BAF           | SOF          | MAF          | PLF            | DLF          |
|---------|----|------|-------|-------|----------------------|--------------|------------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
| Arbre 1 | AP | 30   | 3.877 | 2.075 | 20asy<br>8lg<br>2sy  | 5lg<br>25sy  | 25ctr<br>0vlb<br>5vls  | 0trq<br>30ar  | 0pu<br>30ar  | 20ab<br>10pr | 15nbr<br>15peu | 8gr<br>22pet |
|         | PL | 30   | 2.588 | 1.452 | 11asy<br>18lg<br>1sy | 11lg<br>19sy | 26ctr<br>2vlb<br>3vls  | 4trq<br>23ar  | 25pu<br>5ar  | 15ab<br>15pr | 7nbr<br>23peu  | 5gr<br>25pet |
| Arbre 2 | AP | 30   | 2.119 | 1.458 | 20asy<br>10lg<br>0sy | 16lg<br>14sy | 19ctr<br>3vlb<br>9vls  | 0trq<br>30ar  | 0pu<br>30ar  | 30ab<br>0pr  | 15nbr<br>15peu | 3gr<br>27pet |
|         | PL | 13   | 2.056 | 1.437 | 6asy<br>6lg<br>1sy   | 4lg<br>9sy   | 9ctr<br>2vlb<br>2vls   | 1trq<br>12ar  | 5pu<br>7ar   | 10ab<br>3pr  | 6nbr<br>7peu   | 4gr<br>9pet  |
| Arbre 3 | AP | 9    | 0.843 | 1.607 | 6asy<br>3lg<br>0sy   | 4lg<br>5sy   | 5ctr<br>2vlb<br>2vls   | 6trq<br>3ar   | 2pu<br>7ar   | 9ab<br>0pr   | 0nbr<br>9peu   | 0gr<br>9pet  |
|         | PL | 30   | 1.336 | 1.499 | 14asy<br>12lg<br>4sy | 14lg<br>16sy | 25ctr<br>4vlb<br>1vls  | 4trq<br>26ar  | 5pu<br>25ar  | 25ab<br>5pr  | 2nbr<br>28peu  | 3gr<br>27pet |
| Arbre 4 | AP | 30   | 3.876 | 1.343 | 11asy<br>19lg<br>0sy | 18lg<br>12sy | 13ctr<br>16vlb<br>1vls | 0trq<br>30ar  | 18pu<br>12ar | 24ab<br>6pr  | 15nbr<br>15peu | 0gr<br>30pet |
|         | PL | 5    | 2,684 | 1.315 | 2asy<br>3lg<br>0sy   | 2lg<br>3sy   | 3ctr<br>1vlb<br>1vls   | 18trq<br>12ar | 1pu<br>4ar   | 3ab<br>2pr   | 1nbr<br>4peu   | 1gr<br>4pet  |
| Arbre 5 | AP | 30   | 3.840 | 1.382 | 4asy<br>24lg<br>2sy  | 4lg<br>26sy  | 27ctr<br>3vlb<br>0vls  | 6trq<br>24ar  | 0pu<br>30ar  | 30ab<br>0pr  | 29nbr<br>1peu  | 0gr<br>30pet |
|         | PL | 13   | 2.627 | 1.263 | 5asy<br>6lg<br>2sy   | 5lg<br>8sy   | 10ctr<br>2vlb<br>1vls  | 4trq<br>9ar   | 3pu<br>10ar  | 13ab<br>0pr  | 7nbr<br>6peu   | 3gr<br>10pet |

**Tableau 1 : Caractérisation des fruits pour les deux types de pollinisation (Suite).**

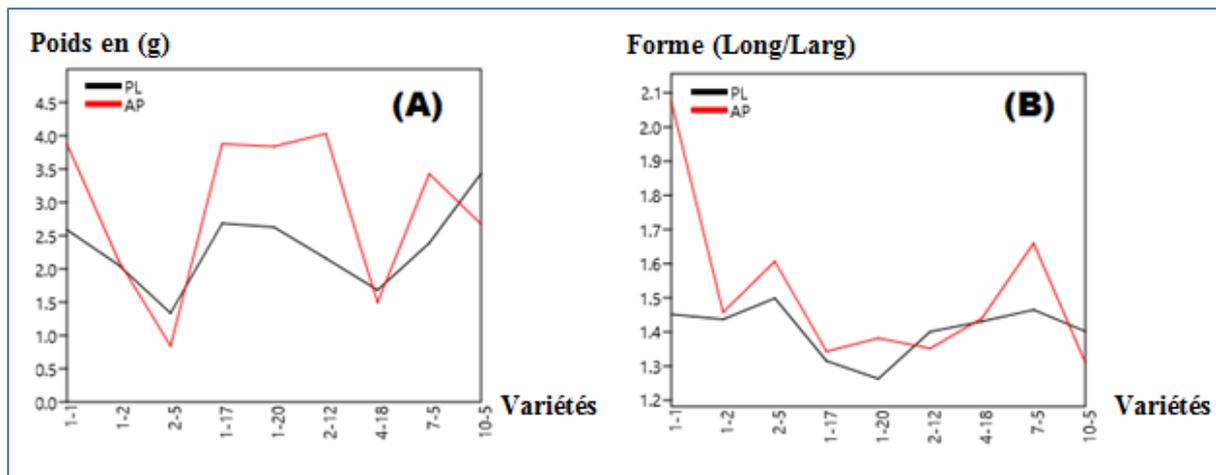
|         |    | Nbre | POF    | FOF   | SYAF                   | SYBF          | PDTF                     | BAF            | SOF           | MAF           | PLF              | DLF            |
|---------|----|------|--------|-------|------------------------|---------------|--------------------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|
| Arbre 6 | AP | 30   | 3.371  | 1.352 | 4asy<br>26lg<br>0sy    | 3lg<br>27sy   | 30ctr<br>0vlb<br>0vls    | 0trq<br>30ar   | 0pu<br>30ar   | 30ab<br>0pr   | 0nbr<br>30peu    | 0gr<br>30pet   |
|         | PL | 24   | 2.160  | 1.401 | 10asy<br>11lg<br>3sy   | 14lg<br>10sy  | 22ctr<br>2vlb<br>0vls    | 1trq<br>24ar   | 4pu<br>19ar   | 20ab<br>4pr   | 2nbr<br>22peu    | 3gr<br>21pet   |
| Arbre 7 | AP | 30   | 1.496  | 1.440 | 11asy<br>19lg<br>0sy   | 12lg<br>18sy  | 27ctr<br>1vlb<br>2vls    | 1trq<br>29ar   | 1pu<br>29ar   | 0ab<br>30pr   | 30nbr<br>0peu    | 0gr<br>30pet   |
|         | PL | 30   | 1.683  | 1.431 | 1asy<br>26lg<br>3sy    | 3lg<br>27sy   | 25ctr<br>3vlb<br>2vls    | 4trq<br>26ar   | 3pu<br>27ar   | 26ab<br>6pr   | 28nbr<br>2peu    | 3gr<br>27pet   |
| Arbre 8 | AP | 30   | 3.428  | 1.679 | 9asy<br>20lg<br>1sy    | 11lg<br>19sy  | 26ctr<br>4vlb<br>0vls    | 2trq<br>28ar   | 0pu<br>30ar   | 20ab<br>10pr  | 21nbr<br>9peu    | 2gr<br>28pet   |
|         | PL | 30   | 2.388  | 1.465 | 5asy<br>20lg<br>5sy    | 7lg<br>23sy   | 25ctr<br>3vlb<br>2vls    | 4trq<br>26ar   | 5pu<br>25ar   | 28ab<br>2pr   | 6nbr<br>24peu    | 3gr<br>27pet   |
| Arbre 9 | AP | 7    | 2.674  | 1.310 | 3asy<br>4lg<br>0sy     | 3lg<br>4sy    | 5ctr<br>2vlb<br>0vls     | 2trq<br>5ar    | 0pu<br>7ar    | 7ab<br>0pr    | 1nbr<br>6peu     | 0gr<br>7pet    |
|         | PL | 30   | 3.433  | 1.402 | 10asy<br>18lg<br>2sy   | 12lg<br>18sy  | 26ctr<br>2vlb<br>2vls    | 1trq<br>29ar   | 3pu<br>27ar   | 20ab<br>10pr  | 13nbr<br>17peu   | 5gr<br>25pet   |
| Total   | AP | 226  | 25.524 | 13.64 | 87asy<br>131lg<br>8sy  | 84lg<br>142sy | 193ctr<br>15vlb<br>18vls | 47trq<br>179ar | 21pu<br>205ar | 185ab<br>41pr | 126nbr<br>100peu | 13gr<br>195pet |
|         | PL | 205  | 20.955 | 12.66 | 64asy<br>120lg<br>21sy | 75lg<br>130sy | 171ctr<br>22vlb<br>12vls | 27trq<br>178ar | 56pu<br>149ar | 169ab<br>37pr | 72nbr<br>133peu  | 28gr<br>177pet |

**Tableau 2 : Caractérisation des endocarpes pour les deux types de pollinisation.**

|          |        | Nbre | POE   | FOE   | SYAE                 | SYBE         | PTME                   | SOE         | BAE          | SURE                  | DSFE           | ESE         |
|----------|--------|------|-------|-------|----------------------|--------------|------------------------|-------------|--------------|-----------------------|----------------|-------------|
| Arbre 1  | A<br>P | 30   | 0.454 | 2.099 | 5asy<br>25lg<br>0sy  | 4lg<br>26sy  | 19ctr<br>0vlb<br>11vls | 30pu<br>0ar | 13pu<br>17ar | 29lis<br>1rug<br>0rab | 30 uni<br>0grp | 1ss<br>29ac |
|          | PL     | 30   | 0.499 | 2.075 | 20asy<br>9lg<br>1sy  | 17lg<br>13sy | 12ctr<br>2vlb<br>16vls | 30pu<br>0ar | 17pu<br>13ar | 2lis<br>28rug<br>0rab | 8 uni<br>22grp | 3ss<br>27ac |
| Arbre 2  | AP     | 30   | 0.398 | 2.012 | 26asy<br>4lg<br>0sy  | 23lg<br>7sy  | 16ctr<br>3vlb<br>11vls | 24pu<br>6ar | 17pu<br>13ar | 0lis<br>30rug<br>0rab | 8uni<br>22grp  | 6ss<br>24ac |
|          | PL     | 13   | 0.343 | 2.015 | 8asy<br>5lg<br>0sy   | 8lg<br>5sy   | 5ctr<br>8vlb<br>0vls   | 10pu<br>3ar | 6pu<br>7ar   | 5lis<br>8rug<br>0rab  | 4uni<br>9grp   | 0ss<br>13ac |
| Arbre 3  | AP     | 9    | 0.279 | 1.973 | 3asy<br>9lg<br>0sy   | 3lg<br>6sy   | 6ctr<br>2vlb<br>1vls   | 9pu<br>0ar  | 0pu<br>9ar   | 3lis<br>29rug<br>0rab | 6uni<br>3grp   | 0ss<br>9ac  |
|          | PL     | 30   | 0.377 | 1.945 | 11asy<br>17lg<br>2sy | 10lg<br>20sy | 21ctr<br>1vlb<br>8vls  | 29pu<br>1ar | 1pu<br>29ar  | 1lis<br>29rug<br>0rab | 12uni<br>18grp | 1ss<br>29ac |
| Arbre 4  | AP     | 30   | 0.564 | 2.098 | 16asy<br>13lg<br>1sy | 21lg<br>9sy  | 24ctr<br>6vlb<br>0vls  | 30pu<br>0ar | 10pu<br>20ar | 6lis<br>23rug<br>1rab | 9uni<br>21grp  | 0ss<br>5ac  |
|          | PL     | 5    | 0.472 | 1.871 | 1asy<br>4lg<br>0sy   | 1lg<br>4sy   | 3ctr<br>1vlb<br>1vls   | 5pu<br>0ar  | 1pu<br>4ar   | 3lis<br>2rug<br>0rab  | 1uni<br>4grp   | 0ss<br>30ac |
| Arbres 5 | AP     | 30   | 0.675 | 2.053 | 2asy<br>28lg<br>0sy  | 2lg<br>28sy  | 27ctr<br>2vlb<br>1vls  | 30pu<br>0ar | 0pu<br>30ar  | 0lis<br>28rug<br>2rab | 22uni<br>8grp  | 0ss<br>30ac |
|          | PL     | 13   | 0.391 | 1.933 | 3asy<br>10lg<br>0sy  | 4lg<br>9sy   | 10ctr<br>2vlb<br>1vls  | 11pu<br>2ar | 2pu<br>11ar  | 0lis<br>10rug<br>3rab | 7uni<br>6grp   | 2ss<br>11ac |

**Tableau 2 : Caractérisation des endocarpes pour les deux types de pollinisation (Suite).**

|         |    | Nbre | POE   | FOE    | SYAE                  | SYBE          | PTME                     | SOE           | BAE           | SURE                     | DSFE            | ESE           |
|---------|----|------|-------|--------|-----------------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------|--------------------------|-----------------|---------------|
| Arbre 6 | AP | 30   | 0.598 | 0.941  | 2asy<br>28lg<br>0sy   | 1lg<br>29sy   | 27ctr<br>0vlb<br>3vls    | 29pu<br>1ar   | 2pu<br>28ar   | 0lis<br>15rug<br>15rab   | 22uni<br>8grp   | 0ss<br>30ac   |
|         | PL | 24   | 0.453 | 0.711  | 6asy<br>18lg<br>0sy   | 5lg<br>19sy   | 22ctr<br>2vlb<br>0vls    | 19pu<br>5ar   | 3pu<br>21ar   | 2lis<br>3rug<br>19rab    | 18uni<br>6grp   | 5ss<br>19ac   |
| Arbre 7 | AP | 30   | 0.896 | 1.44   | 16asy<br>14lg<br>0sy  | 16lg<br>14sy  | 19ctr<br>4vlb<br>7vls    | 28pu<br>2ar   | 9pu<br>21ar   | 6lis<br>24rug<br>0rab    | 7uni<br>23grp   | 2ss<br>28ac   |
|         | PL | 30   | 0.569 | 1.877  | 4asy<br>26lg<br>0sy   | 4lg<br>26sy   | 28ctr<br>0vlb<br>2vls    | 5pu<br>25ar   | 4pu<br>26ar   | 23lis<br>7rug<br>0rab    | 3uni<br>27grp   | 25ss<br>5ac   |
| Arbre 8 | AP | 30   | 0.524 | 2.375  | 1asy<br>29lg<br>0sy   | 0lg<br>30sy   | 25ctr<br>5vlb<br>0vls    | 30pu<br>0ar   | 0pu<br>30ar   | 0lis<br>30rug<br>0rab    | 30uni<br>0grp   | 0ss<br>30ac   |
|         | PL | 30   | 0.673 | 2.136  | 5asy<br>25lg<br>0sy   | 5lg<br>25sy   | 26ctr<br>3vlb<br>1vls    | 27pu<br>3ar   | 2pu<br>28ar   | 2lis<br>28rug<br>0rab    | 26uni<br>4grp   | 3ss<br>27ac   |
| Arbre 9 | AP | 7    | 0.465 | 1.867  | 0asy<br>6lg<br>1sy    | 1lg<br>6sy    | 6ctr<br>1vlb<br>0vls     | 7pu<br>0ar    | 1pu<br>6ar    | 3lis<br>4rug<br>0rab     | 3uni<br>4grp    | 0ss<br>7ac    |
|         | PL | 30   | 0.890 | 2.036  | 6asy<br>24lg<br>0sy   | 4lg<br>26sy   | 27ctr<br>2vlb<br>1vls    | 27pu<br>3ar   | 0pu<br>30ar   | 2lis<br>26rug<br>2rab    | 12uni<br>18grp  | 3ss<br>27ac   |
| Total   | AP | 226  | 6.255 | 16.858 | 71asy<br>153lg<br>2sy | 71lg<br>155sy | 169ctr<br>23vlb<br>34vls | 217pu<br>9ar  | 52pu<br>174ar | 47lis<br>161rug<br>18rab | 137uni<br>89grp | 9ss<br>217ac  |
|         | PL | 205  | 4.667 | 16.599 | 64asy<br>138lg<br>3sy | 58lg<br>147sy | 154ctr<br>21vlb<br>30vls | 168pu<br>37ar | 34pu<br>171ar | 36lis<br>145rug<br>24rab | 117uni<br>88grp | 37ss<br>168ac |



**Figure 10 : Distribution du (A) poids (POF) et (B) la forme du fruit (FOF).**

AP : Autopollinisation, PL : Pollinisation libre.

En se basant sur les tableaux 1 et 2 des résultats obtenus de la caractérisation des fruits et des endocarpes selon les deux types de pollinisation (Auto et libre) ; et sur les graphs de la distribution des différents caractères, exemple du poids et de la forme du fruit on constate qu'il y a une différence entre l'auto et la pollinisation croisée. Cette différence concerne certains caractères quantitatifs du fruit comme le nombre, le poids et la forme et aussi pour des caractères qualitatifs comme la 'symétrie en position A', sommet, la base du fruit, présence des lenticelles, dimensions des lenticelles. La différence concerne aussi certains caractères quantitatifs de l'endocarpe comme le poids et la forme et même pour certains caractères qualitatifs comme le sommet et l'extrémité du sommet.

Les graphs de la distribution du poids (Figure 10A) et la distribution de la forme (Figure 10B) montrent une supériorité au niveau des caractères quantitative poids et la forme du fruit autopollinisée par rapport au fruit issus d'une pollinisation libre.

### **III. TEST D'ANALYSE DE VARIANCE ET D'INTERDEPENDANCE $\chi^2$**

Sur la base de l'ensemble des résultats, deux analyses sont conduites, l'analyse de variance sur les caractères quantitatifs et le test d'indépendance  $\chi^2$  sur les caractères qualitatifs.

## 1. ANALYSE DE VARIANCE

Les résultats de l'analyse de variance (tableau 3) mettent en évidence un effet significatif du type de pollinisation et par conséquent l'influence du pollen sur les caractères quantitatifs du fruit et de l'endocarpe. Les caractères ayant montré une influence du pollen sont :

- Le poids du fruit (POF) et le poids de l'endocarpe (POE).
- La forme du fruit (FOF) et la forme de l'endocarpe (FOE).
- Rapport fruit/endocarpe (RFE).

**Tableau 3 : Analyse de variance réalisée sur les caractères quantitatifs du fruit et de l'endocarpe.**

| P Value ANOVA (Fruit) |       | P Value ANOVA (Endocarpe) |       |       |
|-----------------------|-------|---------------------------|-------|-------|
| POF                   | FOF   | POE                       | FOE   | RFE   |
| 0.209                 | 0.223 | 0.291                     | 0.294 | 0.332 |

## 2. TEST D'INDEPENDANCE CHI<sup>2</sup>

Ensuite le test d'Indépendance est réalisé. Les résultats mettent en évidence que cinq caractères liés au fruit dépendent aux types de pollinisations (autopollinisation et pollinisation croisée) et par conséquent ils sont influencés par le pollen (tableau 4). Ces caractères sont : symétrie à la position « A », sommet, la base, présence des lenticelles, dimensions des lenticelles.

Le test d'indépendance montre aussi que deux caractères liés à l'endocarpe ont des valeurs de probabilités inférieures à 5% (tableau 5) et par conséquent ils dépendent aux types de pollinisations, Sommet et l'extrémité de sommet.

Par ailleurs, 3 caractères du fruit, la symétrie en position B, la position de diamètre transversal et le mamelon ont montré une indépendance par rapport au type de pollinisation et par conséquent ils ne sont pas influencés par le pollen (Tableau 4).

7 caractères de l'endocarpe ont montré aussi une indépendance (Tableau 5) ces caractères sont la symétrie en position A et en position B, position de diamètre transversal, la base, la surface, la distribution des sillons et l'extrémité de sommet.

**Tableau 4 : Analyse de test d'Indépendance  $\chi^2$  réalisé sur les caractères qualitatifs du fruit.**

| P Value $\chi^2$ (Fruit) |       |       |             |       |       |           |        |
|--------------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-----------|--------|
| SYAF                     | SYBF  | PDTF  | SOF         | BAF   | MAF   | PLF       | DLF    |
| 0.002                    | 0.996 | 0.239 | 2.44 x10-06 | 0.026 | 0.942 | 1.770E-05 | 0.0415 |

**Tableau 5 : Analyse de test d'Indépendance  $\chi^2$  réalisé sur les caractères qualitatifs de l'endocarpe.**

| P Value $\chi^2$ (Endocarpe) |       |       |           |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SYAE                         | SYBE  | PDTE  | SOE       | BAE   | SURE  | DSFE  | PSFE  | ESE   |
| 0.084                        | 0.265 | 0.993 | 2.321E-06 | 0.833 | 0.344 | 0.765 | 0.287 | 0.026 |

## **Conclusion générale**

L'olivier est originaire de la région éco-géographique du Bassin méditerranéen. L'huile d'olive et les olives de table occupent une place importante dans le régime méditerranéen traditionnel.

À l'échelle du Maroc, l'olivier est l'essence fruitière la plus importante. Sa culture occupe une place importante de la surface arboricole par 947 000 Ha et permet la production de 1,5 millions de Tonnes d'olives (MAPM/DSS 2013/14). Cette culture est concentrée principalement dans la zone du Nord et la zone du Sud. L'olivier joue un rôle socio-économique important dans de nombreuses régions agricoles marocaines.

Au cours de ce travail, nous avons contribué à l'étude de la caractérisation morphologique des variétés installées au domaine expérimental d'Ain Taoujdate dans un but d'étudier l'effet du pollen sur la discrimination des variétés.

La caractérisation morphologique des six variétés est réalisée à l'aide des dix descripteurs liés au fruit et 11 descripteurs liés à l'endocarpe. Ces derniers sont soit quantitatifs comme le poids, la forme...etc., soit qualitatifs comme la 'symétrie en position A', la base, et...etc. 25 états de caractères sont distingués pour le fruit et 34 états de caractères sont distingués pour l'endocarpe.

Ce travail représente une étape importante dans le processus de caractérisation et d'identification variétale chez l'olivier. Nous avons pu démontrer et valider notre hypothèse sur la présence d'un l'effet du pollen sur certains caractères liés au fruit et à l'endocarpe à savoir le poids le sommet du fruit et de l'endocarpe, et...etc. Ce phénomène connu par l'effet métaxénique s'est largement observé et documenté sur d'autres espèces à savoir le palmier dattier et dont le choix des pollinisateurs est une des clés majeures pour l'obtention de fruits de bonne qualité.

D'autres études en utilisant un nombre plus élevé de fruits auto-pollinisés de différentes variétés s'avèrent nécessaires afin de valider nos résultats. En outre, la caractérisation moléculaire des endocarpes auto-pollinisés s'avère importante en vue d'étudier la légitimité de l'autopollinisation réalisée.

## Références bibliographiques

- ✚ **Adam A.F. et Dron M. (1993)** - Les outils moléculaires et leurs applications à l'amélioration des plantes. Dans Le progrès génétique passe-t-il par le repérage et l'inventaire et des gènes. Ed. Aurelp-uref. John Libbey Eurotex, Paris.
- ✚ **Allalout A. et Zarrouk M. (2013)** - Culture hyperintensive de l'olivier dans le monde et applications en Tunisie, p : 68-70.
- ✚ **Belaj A., Trujillo I., De la Rosa R., Rallo L., (2001)** - Polymorphism and Discrimination Capacity of Randomly Amplified Polymorphic Markers in an Olive Germplasm Bank. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126(1), 64-71.
- ✚ **Besnard G., Breton C., Baradat P., Khadari B., Bervillé, A. (2001)** - Cultivar identification in olive based on RAPD markers. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126, 668-675.
- ✚ **Breton C., Tersac M., Pinatel C., Bervillé A., Barbero M. et Medail F. (2006)** - L'Olivier. Histoire et recherche, Actes des 2e Journées de l'IFB (Institut français de la biodiversité). (Inra, Montpellier ; CNRS, Aix-en-Provence ; Association française interprofessionnelle de l'Olive, Aix-en-Provence).
- ✚ **Charafi J. (2007)** - Diversité génétique de l'olivier au Maroc et cartographie génétique de la population hybride F « picholine marocaine x picholine d'anguedoc » : Bases pour l'amélioration variétale. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech (Directeurs de thèse : Pr. C. El Modafar et Dr. B. Khadari).
- ✚ **Chauvet M. et Olivier L. (1993)** - La biodiversité – enjeu planétaire – préserver notre patrimoine génétique, Paris : éditions Sang de la Terre, 1993, 413p., p. 14.
- ✚ **Chevalier A. (1948)** - L'origine de l'Olivier cultivé et ses variations. Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale, 28<sup>e</sup> année, bulletin n°303-304, Janvier-février 1948. pp. 1-25.

- ✚ **Cipriani G., Marrazzo M.T., Marconi R. et Cimato A. (2002)** - Microsatellite markers isolated in Olive (*Olea europaea* L.) are suitable for individual fingerprinting and reveal polymorphism within ancient cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 104, 223-228.
- ✚ **De Vienne D. (1990)** - L'analyse du déterminisme génétique des caractères quantitatifs chez les végétaux médecines/sciences : 10(6), XI-V.
- ✚ **Doveri S., Gil F. S., Diaz A., Reale S., Busconi M., Camara M.A., Martin A., Fogher C., Donini P. et Lee D. (2008)** - Standardization of a set of microsatellite markers for use in cultivar identification studies in olive (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae*, 116, 367-373.
- ✚ **El Yartaoy A. (2014)** - Evaluation agronomique et caractérisation génétique de 20 génotypes d'olivier présélectionnés dans la région de Moulay Driss Zerhoun Pour leurs Performances de production, 47 p.
- ✚ **FAO (2012)** – Analyse de la filière oléicole.
- ✚ **Green P.S. (2002)** - A revision of *olea* L. (*oleaceae*). *Kew bulletin* 57 (1) :91-140
- ✚ **Interprolive (2016)** - La filière oléicole marocaine.
- ✚ **Khadari (2005)** - Domestication et flux de gènes chez une espèce méditerranéenne, ligneuse et pérenne, l'olivier, *olea europeae* L. thèse université Abdelmalk Essaadi, Faculté des Sciences. Tétouan, 529p.
- ✚ **MAPM/DSS (2014)** - Rapport de l'année agricole 2014.
- ✚ **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.
- ✚ **Qatibi A.I., Lorquin J., Liebgott P.P., Bennisse R. et Labat M. (2004)** - Potentialité des bactéries pour la valorisation de margine situé au Maroc. *Séminaire International Olivebioteq*, Errachidia, Maroc, 147 p.
- ✚ **Rallo P., Dorado G. et Martin A. (2000)** - Development of Simple Sequence Repeats (SSRs) in Olive tree (*Olea europaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 984-989.
- ✚ **Vergari, G., Patuma M. et Fontanazza G. (1996)** - Utilisation des marqueurs RAPD pour la caractérisation du germoplasme d'olivier. *Olivae*, 60, 19-22.