



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



Projet de Fin d'Etude

**Licence Sciences & Techniques
«Biotechnologie et Valorisation des PhytoRessources»**

**Diversité morphologique de l'endocarpe
de variétés étrangères d'olivier cultivé**

Présenté par : Slimani Chaimae

**Encadré par : Mr Elbekkali Ahmed
Mme Sqalli Hakima**

Soutenu le : 15 / 06 / 2015

Devant le jury composé de :

- Mme Sqalli Hakima FST FES
- Mr Elbekkali Ahmed INRA-Meknes
- Mr Haggoud Abdellatif FST FES

**Année universitaire
2014/2015**

Remerciements

On ne saurait entamer ce rapport sans remercier ALLAH le Tout Puissant, le Très Miséricordieux, qui nous a donné grâce et bénédiction pour mener à terme ce projet.

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 les plus sincères vont aussi à M^r Bekkali, notre encadrant à l'INRA de Meknès, pour les conseils qu'il nous a prodigués, son judicieux encadrement, ainsi que son assistance pour la rédaction du rapport et pour avoir accordé le plus clair de son temps, 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.

Mes vifs remerciements s'adressent à M^{me} Sqalli, notre encadrante à l'FST de Fès, pour ses conseils, sa collaboration et son aide pour réaliser ce projet durant toute la période de mon stage.

Par la même occasion je tiens à remercier d'avance les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail et pour leurs éventuelles remarques et suggestions.

Enfin, que tous ceux et celles 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 modeste travail

À mes parents

Qui m'ont donné beaucoup de soutien et d'encouragement, symbolisant pour moi le sacrifice et la source d'où naît la lumière qui éclaire ma vie, et pour qui aucune dédicace n'exprimera la profondeur de mon amour

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 leur conseil. Veuillez trouver dans ce travail, l'expression de mes profondes reconnaissances et mes estimations

Aussi

A tous ceux qui se dévouent sans cesse pour m'éclairer la voie et les immenses horizons du savoir et dont la vocation mérite largement mes respects

Liste des figures

		Page
Figure 1	Arbre d'olivier, inflorescence, feuille et fruit.	2
Figure 2	Aire de répartition de l'olivier dans le monde.	3
Figure 3	Répartition de la superficie de la culture de l'olivier pour 2011.	4
Figure 4	Evolution de la production d'huile d'olive entre 1990/91 et 2011/12.	4
Figure 5	Répartition de la production d'huile d'olive selon les pays en 2011/12.	5
Figure 6	Répartition de la consommation d'huile d'olive dans le monde.	5
Figure 7	Evolution de la consommation d'huile d'olive dans le monde.	6
Figure 8	Pays d'origine des cultivars étudiés.	8
Figure 9	Fréquences des états observés aux différents caractères.	15
Figure 10	Classification hiérarchique des variétés traitées.	18
Figure 11	Analyse en composante principale des variétés par rapport aux deux premières composantes.	19
Figure 12	ACP selon les trois pools Est, Ouest et Centre.	22

Liste des tableaux

		Page
Tableau 1	Différents cultivars et leurs origines.	9
Tableau 2	Caractères analysés de l'endocarpe.	12
Tableau 3	Corrélation linéaire entre les caractères et la valeur de signification.	14
Tableau 4	Répartition des profils morphologiques et des états selon les pays.	20

Liste des abréviations

INRA	Institut national de la recherche agronomique.
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
COI	Conseil oléicole international.
DDFP	Direction de développement des filières de production.
RAPD	Random Amplified polymorphic ADN.
AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism.
SCAR	Sequence Characterized Amplified Region
ISSR	Inter-Simple Sequence Repeat.
SSR	Simple Sequence Repeats.
SNP	Single Nucleotide Polymorphisme.
ADN	Acide désoxyribonucléique.
POE	Poids.
FOE	Forme en position A.
SYAE	Symétrie en position A.
SYBE	Symétrie en position B.
PDTM	Position du diamètre transversal maximal en position B.
SOE	Sommet en position A.
BAE	Base en position A.
SURE	Surface en position B.
NSFE	Nombre de sillons fibrovasculaires.
DSFE	Distribution des sillons.
PSFE	Profondeur des sillons fibrovasculaires.
ESE	Extrémité du sommet.

Résumé

Le présent rapport est une synthèse du travail effectué dans le cadre de notre projet de fin d'études au sein de la Faculté des Sciences et Techniques, Fès (FSTF). L'objectif de ce projet intitulé «Diversité morphologique de variétés étrangères d'olivier cultivés» est de découvrir ces entités en termes de caractéristique morphologique.

Ensuite, on met l'accent sur la méthodologie qui sert à la caractérisation de 160 variétés étrangères d'olivier, provenant de bassin méditerranéen et *ex situ* aux domaines expérimentaux Ain Taoujdate et Tassaoute Marrakech, en utilisant 11 descripteurs morphologiques liés à l'endocarpe.

Puis rechercher les corrélations possibles entre les différents descripteurs analysés, rechercher de ressemblance éventuelle entre les 160 variétés étudiés, et finalement recherche de structuration éventuelle des variétés selon leurs origines géographiques.

Enfin, on projette cette méthodologie sur l'étude de ces variétés en analysant et en discutant au fur et à mesure les résultats obtenus.

Mots-clés : Olivier, Variétés étrangères, Caractérisation Morphologique.

Sommaire

Introduction générale	1
Partie I : Contexte générale du projet	
I. Généralités sur l'olivier	2
1. Classification botanique.....	2
2. Biologie de l'olivier	2
II. Situation de l'olivier dans le monde	3
1. Répartition géographique.....	3
2. Superficie	3
3. Production d'huile d'olive et d'olive de table	4
4. Consommation d'huile d'olive	5
III. Amélioration génétique	6
1. Objectifs des travaux d'amélioration génétique	6
2. Diversité génétique.....	6
3. Techniques moléculaires de caractérisation de l'olivier	7
4. Sélection clonale des variétés.....	7
Partie II : Matériel et Méthodes	
I. Zone d'étude.....	8
II. Matériel végétal	8
III. Choix du l'endocarpe.....	8
IV. Caractères morphologiques étudiés	8
V. Caractérisation de l'endocarpe	12
VI. Analyse Statistique	12
Partie III : Résultats et Discussion	
I. Corrélation linéaire entre les caractères de l'endocarpe	15
II. Diversité morphologique de la collection Etudiée	15
III. Distribution des variétés	17
1. Ressemblance (ou dissemblance) morphologique entre les variétés	17
2. Diversité variétal au sein des pays	20
IV. Structuration des états selon l'origine	21
Conclusion générale	24
References bibliographiques	25

PRESENTATION DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Il s'agit d'une institution de recherche agricole. C'est un établissement public, sous la tutelle du ministère Marocain de l'agriculture et de la pêche maritime. Il comprend des laboratoires de recherche et des fermes expérimentales réparties à travers tout le royaume.

1. MISSIONS ET OBJECTIFS

- Procéder aux recherches scientifiques et techniques ayant pour objet le développement de l'agriculture et de l'élevage ;
- Effectuer les études prospectives, en particulier celles qui portent sur le milieu naturel ou qui ont trait à l'amélioration des productions végétales ou animales ;
- Entreprendre, soit de sa propre initiative, soit à la demande des particuliers, des essais sur la cultures à améliorer ainsi que sur la production animale et, d'une façon générale, de mener toutes les actions expérimentales à caractères agricole ou celles concernant la mise au point de procédés de transformation et d'utilisation des produits végétaux et animaux ;
- Assurer, dans le cadre de ses compétences, le contrôle des recherches, études ou travaux effectués par le compte des personnes publiques ;
- Assurer la diffusion de la documentation relative tant a ses propres recherches qu'à celles effectuées à l'étranger ;
- Etudier et déterminer scientifiquement les modalités pratiques de l'application des résultats de ses recherches et, dans ce cadre, de conseiller les organismes de vulgarisation agricole et les agriculteurs ;
- Commercialiser les résultats de ses recherches, études et travaux.

2. HISTORIQUE

1914 : Avec la création du jardin s'essais botaniques à Rabat, suivie de la création de deux autres jardins à Marrakech et à Meknès, la recherche Agronomique marocaine s'est dotée des premières plates-formes d'expérimentation.

1919 : Naissance de service de l'Expérimentation Agricole, premier organisme de recherche agronomique qui allait être l'ancêtre de tous les organes de recherche actuels.

1924 : Année où la recherche agricole prenait de l'importance avec la création de la station de génétique et d'essais des semences, à laquelle s'est ajoutée ensuite le laboratoire de technologie des blés (1931) et le laboratoire de chimie agricole (1934).

1934 : Naissance du Centre de Recherche Agricole ayant pour mission la promotion, la coordination et le contrôle des activités de recherche agricole au Maroc. En 1939, plusieurs laboratoires sont créés dont le laboratoire d'études des sols qui sera la base du développement des sciences du sol au Maroc.

1946 : Le service de la Recherche Agronomique et de l'expérimentation Agricole fut créé pour accompagner le développement de l'agriculture marocaine de l'après-guerre. Le centre de la Recherche Agronomique de Rabat a demeuré l'organe scientifique central, et de nombreuses stations d'expérimentation lui ont été affiliées.

1948 : Editions du premier numéro de la revue « Les Cahiers de la Recherche Agronomique ». Au bout de quelques années, les Cahiers de la Recherche Agronomique ont acquis une notoriété dépassant les frontières nationales.

1956 : Au lendemain de l'indépendance, le Maroc a fait de l'agriculture le secteur clé pour son développement économique. Le service de la Recherche Agronomique et de l'Expérimentation Agricole SRAEA se développa considérablement par l'intégration du service de l'Horticulture, du service de la Défense des Végétaux et du service de l'Enseignement Agricole. En 1961 le SRAEA devient la Direction de la Recherche Agronomique et de l'Enseignement Agricole.

1961 : Al Awamia est venu compléter la revue « Les Cahiers de la recherche agronomique ». Elle publie des travaux de recherche inédits, innovateurs et respectant les principes de scientificité.

1962 : Création de l'INRA, établissement public et autonome en mesure de maîtriser la recherche Agronomique et la diffusion des travaux de la recherche.

1966 : Retour à l'ancienne organisation : 'Direction de Recherche Agronomique '. L'INRA a été abandonné ensuite à des restrictions budgétaires et aux résolutions du plan triennal qui ne voyait pas la nécessité de doter l'INRA du statut d'établissement autonome.

1980 : Le retour de l'INRA semblait être une volonté politique affirmée pour doter le pays d'une recherche à la hauteur des aspirations économiques du royaume. Soutenu en cela par les recommandations du colloque sur la Recherche Agronomique tenu en Janvier 1980. Le Dahir no.1-81-204 du jourada II 1401 (8 avril 1981) a nommé l'INRA et ses missions qu'on connaît aujourd'hui.

1986 : 16 programmes nationaux de recherche adoptant la méthode de programmation par objectif ont notifié les priorités de l'INRA en termes de filières et écosystème. A partir de cette date, l'INRA s'est reconstitué en une administration centrale et huit régionaux gérant 23 domaines expérimentaux.

2003 : Un nouvel organigramme entre en vigueur consacrant le renforcement de la planification stratégique. L'instauration d'un système intégré de suivi-évolution et la recherche de proximité par la mise en œuvre des programmes Régionaux de Recherche et création des Conseil Régionaux de Conservation de l'Orientation de la Recherche.

2005 : L'INRA adopte la programmation participative de la Recherche à moyen terme sur une durée de cinq ans. L'adhésion au Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale (CGIAR).

2008 : Depuis le lancement du plan Maroc Vert en 2008, une place privilégiée a été accordée à la recherche agronomique. Cette dernière est considérée depuis le départ comme un pilier fondamental pour atteindre les objectifs de développement assignés par la stratégie à travers notamment ses approches et ses outils modernes d'accompagnement, et bien évidemment, ses acquis de recherche. Cette période a connu un renforcement important de l'infrastructure de la recherche, avec l'inauguration du laboratoire de technologie alimentaire à Rabat, le laboratoire de culture des tissus de palmier dattier à Errachidia, et la création de nouveaux laboratoires spécialisés dans les Agropoles promus par le plan Maroc Vert. Et dans le cadre du soutien à la politique de recherche de proximité, un nouveau centre régional à Al Hoceima sera créé pour se consacrer à l'agriculture de montagne et son environnement. Le plan Maroc Vert a ordonné une harmonisation des programmes de recherche de l'INRA avec les plans agricole régionaux et plus d'engagement avec les filières à travers des contrats programmes que les professionnels ont passé avec l'Etats

3. OBJECTIFS STRATÉGIQUES

- Amélioration de la productivité, de la compétitivité et de la durabilité de l'agriculture ;
- Caractérisation, préservation et valorisation et des ressources naturelles ;
- Amélioration de la qualité, la valorisation et la diversification des productions végétales et animales ;
- Analyse des systèmes de production et de la demande sociale et proposition des actions pour leur amélioration.

4. ORGANIGRAMME (FIGURE i)

5. LES MOYENS

L'INRA opère à travers 10 centres régionaux de la recherche agronomique et 23 domaines expérimentaux répartis sur le territoire national et couvrant les divers agro-écologiques du Royaume (Figure ii).

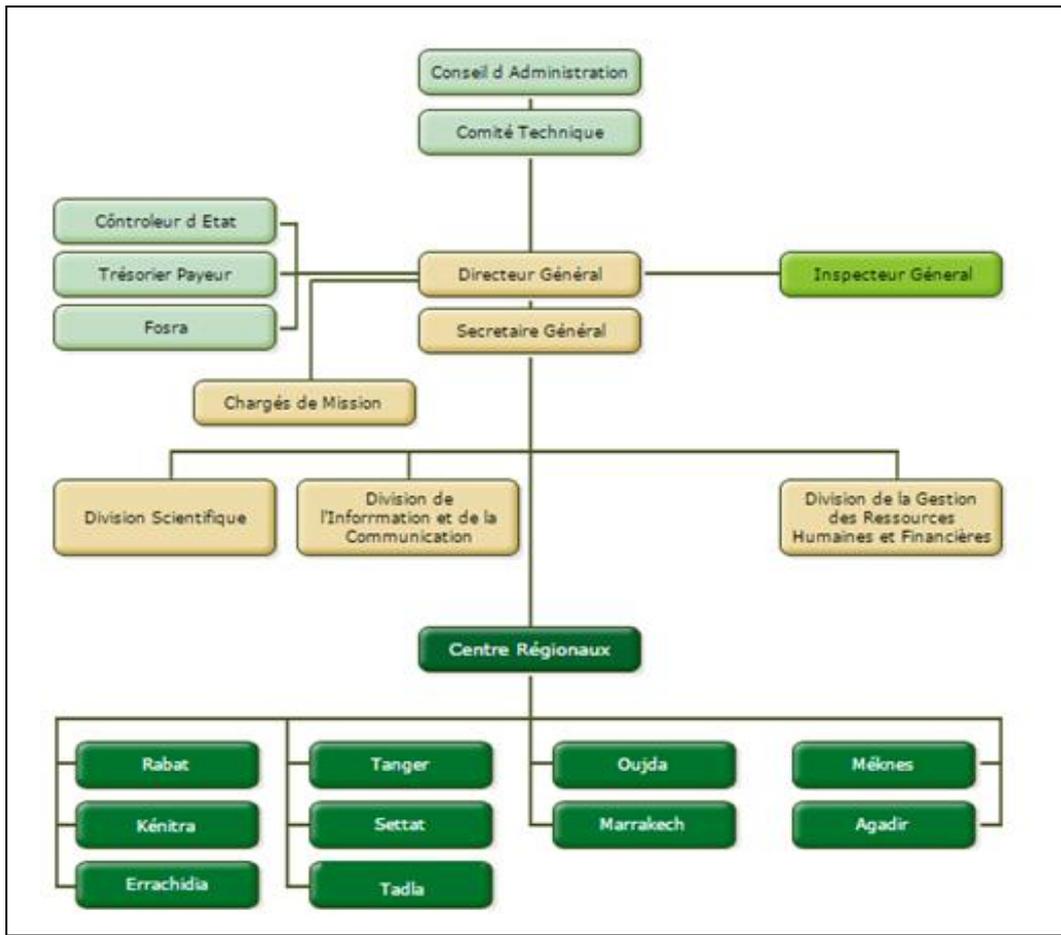


Figure i : Organigramme de l'Institut National de la Recherche Agronomique.

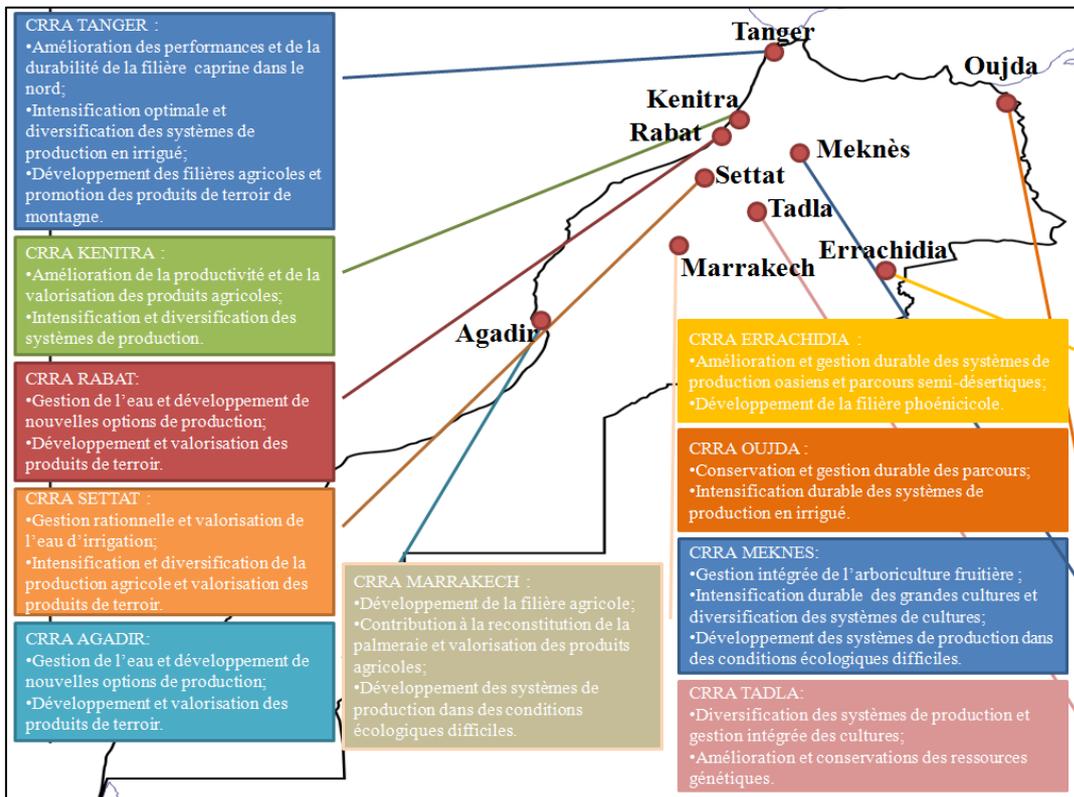


Figure ii : Centres régionaux de l'INRA.

Introduction

L'olivier est considéré comme le symbole de la paix, de la victoire, de l'honneur et de l'immortalité. Il s'est imposé en douceur sur le pourtour de la Méditerranée et a été déjà considéré comme "l'arbre roi" au temps des pharaons et existant depuis les temps de Noé. L'olivier a séduit cette région si particulière du globe terrestre au point d'accompagner à long terme ses rois, ses religions et ses peuples. Son huile, extraite des olives comme un pure jus de fruit, a très vite été perçue comme "l'or liquide" du bassin Méditerranéen.

L'amélioration génétique de l'olivier constitue une des principales voies de progrès dans un marché mondial en plein développement. C'est ainsi que plusieurs programmes d'amélioration génétique d'olivier, ont été entrepris dans les principaux pays oléicoles en vue de surmonter les nouveaux défis qui se présentent au niveau du secteur oléicole. Ces programmes d'amélioration cherchent à améliorer les variétés déjà existantes par l'introduction de nouveaux caractères à travers des croisements entre des géotypes porteurs de caractères intéressants.

L'introduction des nouveaux caractères est basée en premier lieu sur la connaissance approfondie du patrimoine oléicole. Cette connaissance nécessite principalement une identification morpho-agronomique et génétique des différentes variétés d'olivier.

Bien que le nombre des variétés de l'olivier soit considérable, leur inventaire et leur identification sont confrontés aux problèmes de confusion. Ainsi des variétés différentes peuvent porter une même appellation (homonymie) tandis qu'une même variété peut être désignée par des dénominations différentes d'une région oléicole à l'autre (synonymie).

C'est dans cette perspective que se situe notre "Etude de la diversité génétique de variétés étrangères d'olivier". Ce travail tente d'une part, de caractériser, 160 variétés d'olivier étrangères provenant des domaines expérimentaux d'Ain Taoujdate et de Tassaoute (Marrakech), issus de 11 pays du bassin méditerranéen, à l'aide 11 descripteurs morphologiques liés à l'endocarpe. D'autre part, d'identifier éventuellement des erreurs de plantation, dans cette collection *ex situ*.

À travers cette étude, nous cherchons également :

- des corrélations possibles entre les différents caractères étudiés ;
- la ressemblance (ou dissemblance) entre les différentes variétés analysées ;
- de structuration éventuelle des variétés, selon leurs origines géographiques.

Afin de présenter ce projet, ce rapport renferme trois parties principales :

- la première, est consacrée à l'étude bibliographique qui donne une vision globale sur l'olivier, ainsi que les travaux d'amélioration génétique effectués dans le domaine de la création variétale ;
- la seconde, est axée sur la méthodologie adoptée au cours de cette étude ;
- la troisième, vise à présenter et discuter les résultats obtenus.

CONTEXTE GENERALE DE PROJET

I. GENERALITES SUR L'OLIVIER

1. CLASSIFICATION BOTANIQUE

L'olivier est une espèce appartenant à la famille des Oléacées et au genre *Olea*. Ce genre regroupe une trentaine d'espèces et sous-espèces dont *Olea Europaea* (olivier méditerranéen) qui 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 diététiques (Qatibi *et al.*, 2004).

2. BIOLOGIE DE L'OLIVIER

L'olivier est une espèce pérenne, caractérisée par une longévité remarquable (jusqu'à 2000 ans) et une grande rusticité, ainsi que par une forte vigueur pour la majorité des variétés cultivées.

Les fleurs sont petites et regroupées en inflorescences (Figure 1) et sont, généralement, hermaphrodites. C'est une espèce préférentiellement allogame à pollinisation anémophile et à feuilles persistantes d'une durée moyenne de 2 à 3 ans.



Figure 1 : Arbre d'olivier, inflorescence, feuille et fruit.

Comme pour toutes les Oléacées, les feuilles sont opposées ayant une forme lancéolée avec un pétiole de courte taille. Sa taille et sa couleur peut varier selon les variétés ; des variétés avec des feuilles de couleur vertes brillantes et d'autres de tonalités plus foncées, alors que la taille varie entre 3 et 8 cm de longueur et 1 à 2,5 de largeur.

Le fruit est une drupe avec une pulpe (mésocarpe) charnue riche en matière grasse. Cette dernière est composée de 17 à 30 %, 70 à 75 % d'eau, 1,5 de protéines, 3 à 6% de polysaccharides et 1,5 à 2% de tanins (Loussert et Brousse, 1978).

La taille des fruits varie généralement de 2 à 4 cm (Loussert et Brousse, 1978). Cependant, on peut y noter une variation morphologique très remarquable entre les différentes variétés : c'est le cas, par exemple, des variétés "Gordale", "Seville" et "Koroneiki" qui ont des fruits de 12 g à 1g, respectivement. La forme du fruit peut être sphérique, ovoïde ou allongée. La longueur du fruit et celle du noyau est le caractère le plus héréditaire selon Fantanazza et Baldini (1990).

À maturité, l'épicarpe change de couleur, violette ou rouge à la coloration noirâtre, sauf pour la variété (*Leucocarpa*) qui ne change pas de couleur.

II. SITUATION DE L'OLIVIER DANS LE MONDE

1. REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Bien que l'olivier soit présent dans les quatre continents, environ 98 % de la production mondiale de l'huile d'olive provient du bassin méditerranéen (Benhayoun et Lazzeri, 2007). On le rencontre surtout entre le 25^{ème} et le 45^{ème} degré de latitude, dans l'hémisphère Nord aussi bien que Sud.

Il est limité au Nord par les froids hivernaux et les fréquentes gelées printanières alors qu'au Sud par le climat aride et saharien (Figure 2). La culture de l'olivier a été exportée dans plusieurs régions du monde comme l'Australie, la Chine, les Etats-Unis, l'Afrique du Sud, l'Argentine, ... Sa plasticité écologique, et son importance nutritionnelle et économique lui ont valu d'être cultivé sous diverse conditions pédoclimatiques très contractées.

Cette espèce joue un rôle environnemental majeur, en particulier dans des terroirs marqués par de faibles pluviométries et/ou de fortes pentes (Qatibi *et al.*, 2004).

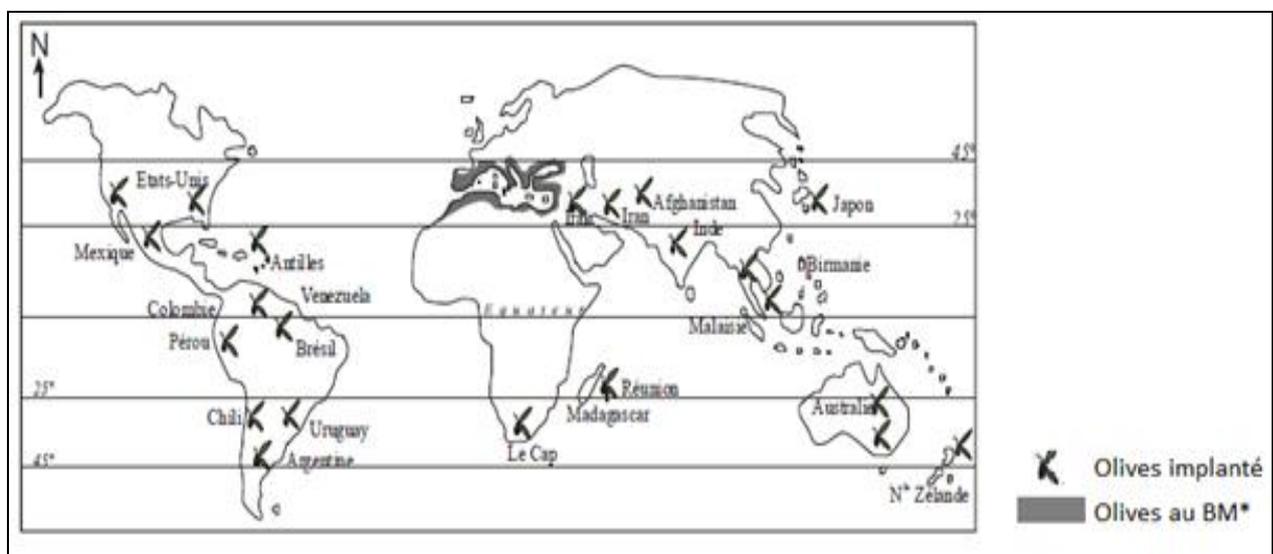


Figure 2 : Aire de répartition de l'olivier dans le monde (Pagnol, 1996).

2. SUPERFICIE

Avec une superficie actuelle d'environ 9,6 millions d'hectares (FAO, 2012), l'olivier occupe le 24^{ème} rang parmi les 35 espèces les plus cultivées au monde. Elle est principalement située dans le bassin méditerranéen (Figure 3).

Sa culture concerne plus de 7 millions de familles, soit 30 millions de personnes, et s'évalue à 7 milliards de Dollars (Nasles, 2006). 75% de terres cultivés sont réparties en petites superficies.

Au Maroc, l'oléiculture joue un rôle socio-économique très important. En effet, l'olivier occupe la première place parmi les espèces arboricoles cultivées, couvrant environ 597513hectares (FAO, 2012). Cependant, les oliveraies occupent presque plus de la moitié (55%) de la superficie arboricole totale (DDFP, 2013).

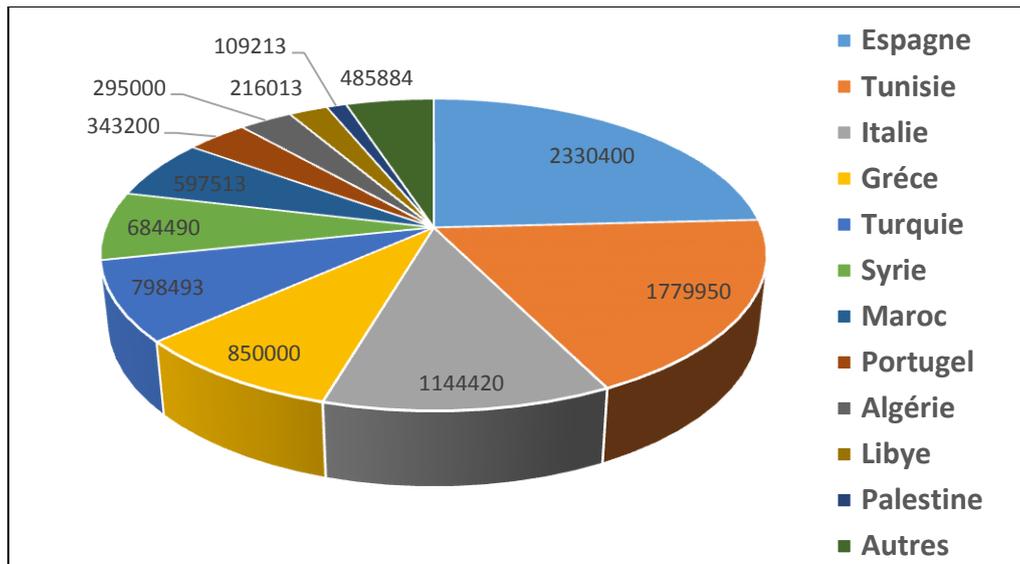


Figure 3 : Répartition de la superficie de la culture de l'olivier pour 2011 (FAO, 2012).

3. PRODUCTION D'HUILE D'OLIVE ET D'OLIVE DE TABLE

Entre 1990/91 et 2011/12, la production d'olives de table est passée de 0,95 à 2,52 millions de tonnes. Pour l'huile d'olive (Figure 4), elle est passée de 1,5 à plus que3, 4 millions de tonnes avec 90% de la production localisée au niveau méditerranéen (COI, 2012).

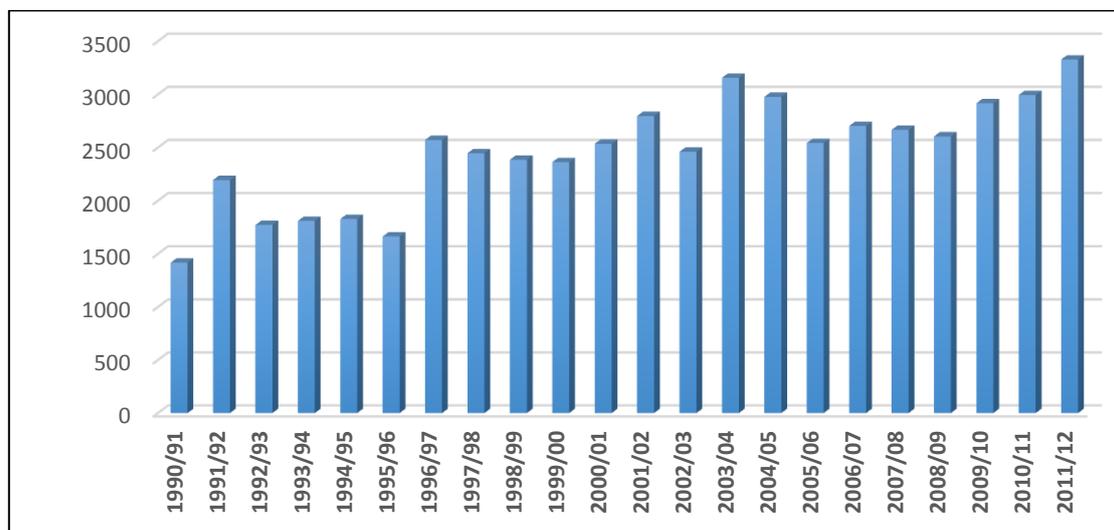


Figure 4 : Evolution de la production d'huile d'olive entre 1990/91 et 2011/12 (COI, 2012).

Selon le Conseil Oléicole International (COI), les principaux pays producteurs sont : l'Espagne, l'Italie, la Grèce, et la Turquie (Figure 5) avec 80% de la production annuelle moyenne.

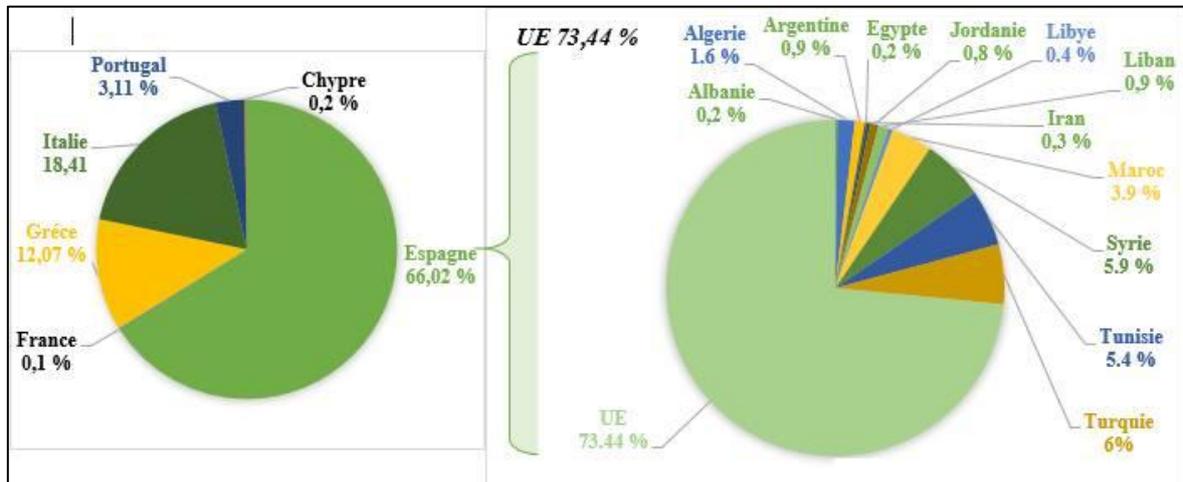


Figure 5 : Répartition de la production d'huile d'olive selon les pays en 2011/12 (COI, 2012).

4. CONSOMMATION D'HUILE D'OLIVE

Quatre-vingt pour cent de la production en huile est consommé dans le bassin méditerranéen, soit 2,5 millions tonnes en 2011/12 (Figure 6). Cependant, la demande ne cesse d'augmenter et de diffuser au-delà de l'aire d'origine de l'olivier (COI, 2012).

A titre d'exemple, la consommation de l'huile d'olive aux Etats-Unis est passée de 88 000 en 1990 à 277 000 tonnes en 2011 ; au Japon de 4 000 à 35 000, et en Australie de 13 500 à 44 000 tonnes (COI, 2012).

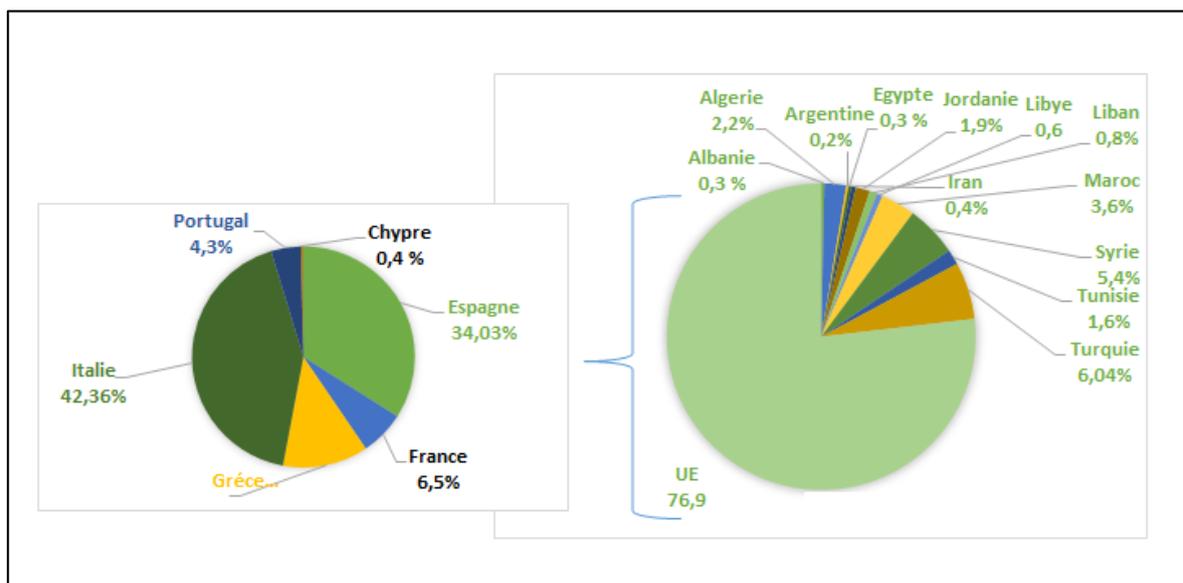


Figure 6 : Répartition de la consommation d'huile d'olive dans le monde (COI, 2012).

Parallèlement et selon COI (2012), la consommation d'huile d'olive a connu généralement une évolution depuis 1990 jusqu'à 2012 (Figure 7), elle est passé de 1 842 500 tonnes en 1990 à 2 524 400 tonnes en 2012.

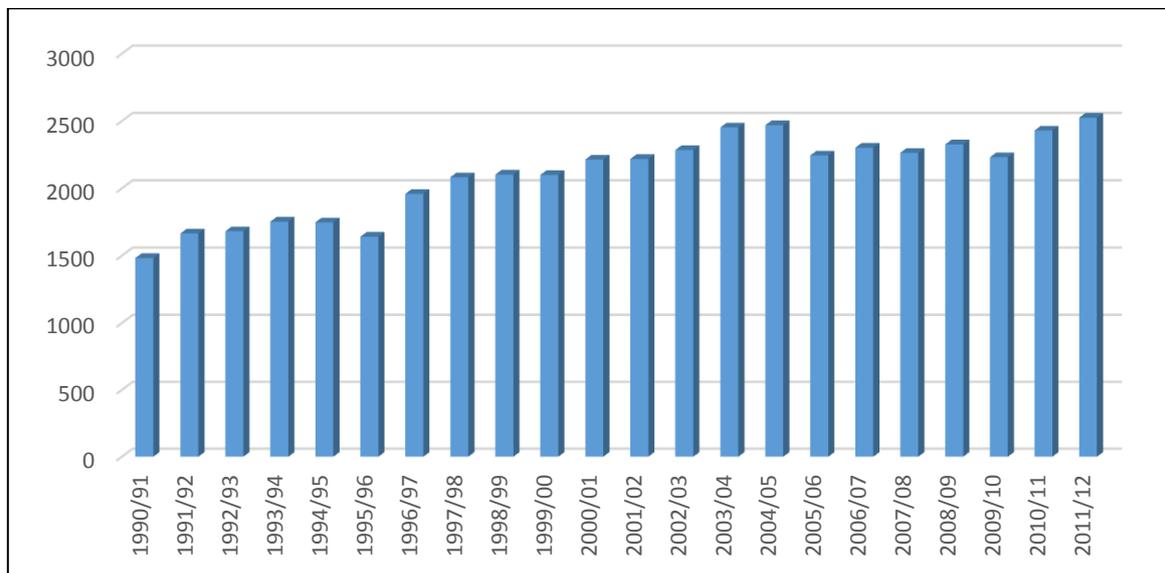


Figure 7 : Evolution de la consommation d'huile d'olive entre 1990/91 et 2011/12 (COI, 2012).

III. AMELIORATION GENETIQUE

1. OBJECTIFS DES TRAVAUX D'AMELIORATION GENETIQUE

L'objectif principal de tous les travaux d'amélioration génétique sur l'olivier est de surmonter les contraintes liées à la production, à savoir : réduire la phase juvénile, régulariser et augmenter le rendement et améliorer la résistance aux maladies et aux ravageurs, en particulier, la mouche de l'olivier, la teigne de l'olivier, la cochenille noire, la verticilliose, l'œil de paon et la tuberculose.

D'autres objectifs peuvent varier en fonction de la destination du produit : huile, olive de table ou double fin. Pour les variétés à huile, l'augmentation de la teneur en huile et l'amélioration de sa qualité restent les préoccupations majeures des travaux d'amélioration génétique.

Pour les variétés destinées à la production de l'olive de table, certains critères sont à prendre en considération tels qu'un rapport élevé pulpe/noyau, la séparation facile de la pulpe du noyau, et une bonne adaptation au processus de désamérisation.

2. DIVERSITE GENETIQUE

Dans certains cas, l'objectif est à la création de variétés entièrement nouvelles à partir de génotypes de provenance diverses. Le plus souvent, le point de départ est une variété déjà bien acceptée, dont on veut améliorer certains caractères en faisant appel à des génotypes introduits d'ailleurs. Dans les deux cas, la base génétique disponible est souvent déficiente.

L'olivier est connu par sa diversité génétique. Près de 1 250 variétés cultivées dans 54 pays, ont été incluses dans la base de données du germoplasme de l'olivier de la FAO (Bartolini, 2008).

La plus grande partie de ces cultivars vient des pays du Sud de l'Europe comme l'Italie (583 cultivars), l'Espagne (183 cultivars), la France (88 cultivars) et la Grèce (52 cultivars) (Belaj *et al.*, 2010).

Vu la richesse de ce germoplasme, l'olivier est un cas exceptionnel entre les cultures horticoles et sa biodiversité peut représenter une source riche de variabilité pour l'amélioration génétique de cette plante (Belaj *et al.*, 2010).

3. TECHNIQUES MOLECULAIRES DE CARACTERISATION DE L'OLIVIER

Depuis les premiers travaux de caractérisation (Candolle, 1886), plusieurs descripteurs ont été proposés pour caractériser et identifier les variétés. Les premiers descripteurs utilisés étaient les caractères morphologiques liés aux fleurs, feuilles, fruits et à l'endocarpe (Ruby, 1917).

Des marqueurs biochimiques ont également été utilisés, suite au développement technologique de la biologie moléculaire basée sur le polymorphisme de l'ADN (Adam et Dron, 1993). Ces marqueurs ont été utilisés avec beaucoup de succès chez l'olivier pour étudier la variabilité génétique des variétés (De Vienne, 1990).

Plusieurs marqueurs ont été proposés comme : RAPD : Random Amplified polymorphic ADN ; AFLP : Amplified Fragment Length Polymorphism, ISSR : Inter-Simple Sequence Repeat, SSR : Simple Sequence Repeats. SNP : Single Nucleotide Polymorphisme (El Yartaoy, 2014).

4. SELECTION CLONALE DES VARIETES

La sélection de génotype à travers l'exploration du matériel existant, connu par la sélection clonale, représente une stratégie plus ou moins efficace permettant l'identification, la collecte et l'exploitation de ressources génétiques performantes de point de vue agronomique.

De nombreuses études ont été réalisées visant la sélection de clones au sein des variétés les plus cultivés au niveau du bassin méditerranéen. Dans le but d'obtenir des recombinaisons alléliques difficiles à trouver dans les populations naturelles, des croisements ont été conduits par plusieurs équipes dans différents pays. Cependant très peu de populations en ségrégation ont été développées (Thamos *et al.*, 2011).

Ceci est dû principalement à la biologie de l'olivier qui entrave l'application de telles approches : taille des fleurs, phase juvénile longue, auto-incompatibilité, faible taux de nouaison, variabilité dans la germination des graines,...etc.

L'évolution des populations en ségrégation développées a permis de sélectionner certaines variétés jugées performantes au niveau agronomique qui sont actuellement commercialisées comme "Maalot", "Arno", "Tevere", "Basento", "Don Carlos",...etc (Houanne, 2012).

MATERIELS & METHODES

I. ZONE D'ETUDE

Ce travail est réalisé au niveau des 11 pays méditerranéens issus des régions potentiellement oléicoles : Espagne, Italie, Portugal, Maroc, Liban, France, Egypte, Croatie, Algérie, Tunisie et Syrie (Figure 8).

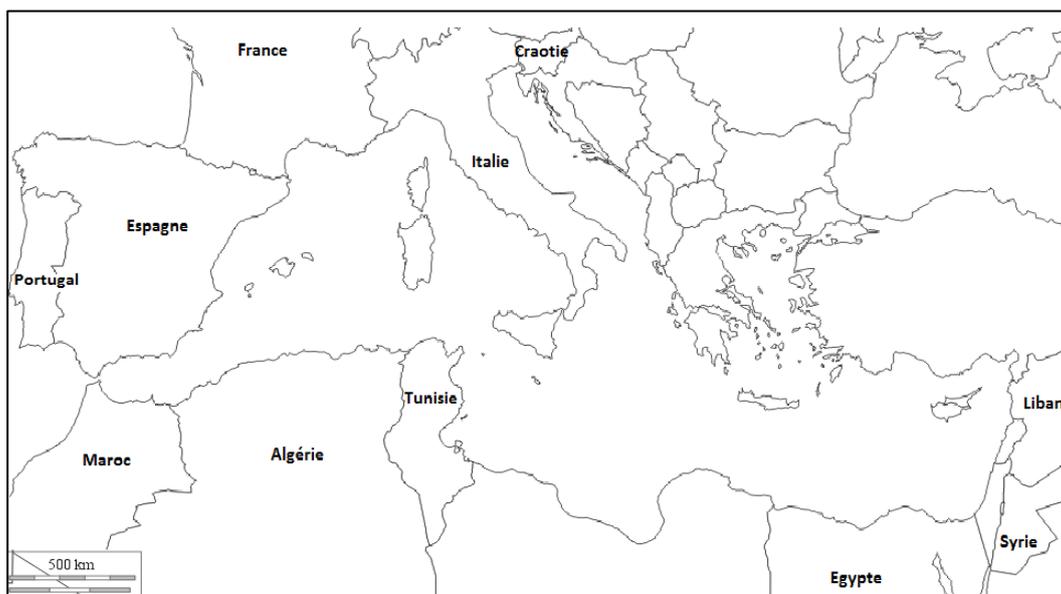


Figure 8 : Pays d'origine des cultivars étudiés.

II. MATERIEL VEGETAL

Le matériel utilisé dans notre étude est constitué de 160 cultivars (variétés) d'olives étrangers provenant des domaines expérimentaux Ain Taoujdate et Tassaoute (Marrakech).

Ces cultivars sont issus à l'origine de onze pays différents (Tableau 1) : 23 cultivars provenant de l'Algérie, 14 de la Croatie, 2 de l'Egypte, 9 de l'Espagne, 5 de la France, 36 de l'Italie, 11 du Liban, 6 locaux du Maroc, 7 du Portugal, 38 de la Syrie et 9 cultivars de la Tunisie.

III. CHOIX DU L'ENDOCARPE

L'étude réalisée est axée sur la caractérisation de l'endocarpe, en effet, la majorité des études traitant la caractérisation morphologique ont mis en évidence, pour des variétés (cultivars) données, des caractères de l'endocarpe. Ces caractères étant plus stables que ceux du fruit ou de la feuille (Bari *et al.*, 2002).

IV. CARACTERES MORPHOLOGIQUES ETUDIES

Pour chacun des 160 cultivars échantillonnés, des mesures de 11 caractères morphologiques de l'endocarpe sont prises sur environ 20 endocarpes (Tableau 2). En totalité, nous avons donc examiné 3200 endocarpes.

Tableau 1 : Différents cultivars et leurs origines.

N	Nom de variétés	Origine		N	Nom des variétés	Origine
1	Aeleh	Algérie (23)		40	Alfafarenca	Espagne (9)
2	Aghchren d'el ousseur			41	Arbequine	
3	Aghenfas			42	Blanquetas	
4	Agrarez			43	Changlot Real	
5	Ahia ousbaa			44	Cornicabra	
6	Akenane			45	Ojil blanco (Hojiblanca)	
7	Akerma			46	Castelliano (Castellana)	
8	Atounsi (Setif)			47	Serena O fraga (Farga)	
9	Azeradji			48	Serranas (Sevillenca)	
10	Boukaïla			49	Oliviere	France (5)
11	Bouricha			50	Pigale	
12	Chemlal			51	Rougette	
13	Du Tell			52	Rougette de Pignan	
14	Ferkani			53	Verdale	
15	Grosse du Hamma			54	Americana	Italie (39)
16	Ifiri			55	Canino	
17	Limli			56	Carboncella	
18	Mekki			57	Carmelitana	
19	Sigoise			58	Cellina	
20	Souidi			59	Chiandara (Ghiannara)	
21	Tabelout			60	Coratina	
22	Takesrit			61	Correggiolo	
23	Tefah			62	Della Madonna	
24	Crnica	Croatie (14)		63	Dritta (Dritta di Moscufo)	
25	Drobnica			64	Dulci Del Morocco	
26	Istarska crnica			65	Frantoio	
27	Karbuncela			66	Grappolo	
28	Lastovka			67	Grossa de Sicilia	
29	Lumbardeska			68	Lavagnia (Taggiasca)	
30	Mezanica			69	Leccino	
31	Oblica			70	Leucocarpa	
32	Oleaster			71	Loretana	
33	Plominka			72	Mignoli	
34	Simjaca			73	Moraiolo	
35	Uljarica			74	Morellona Di Grecia	
36	Velika Lastovka			75	Nebbio	
37	Žabarka			76	Nostrale	
38	Toffahi	Egypte (2)		77	Ogliarola	
39	Wardan			78	Olivella	
				79	Piangenti	
				80	Pisciottana	

Tableau 1 : Différents cultivars et leurs origines(suite)

N	Nom des variétés	Origine	N	Nom des variétés	Origine
81	Racemo	Italie	121	BED AL IGUEL	Syrie
82	Rama Pendula		122	DJABALI KINI	
83	Razzo		123	DJLOT SHAMI	
84	Rosciola		124	DJLOT TADMORI	
85	Rotondello		125	HEMBALASSI	
86	Sallela		126	HERAKTANE	
87	Tagiaschi (TAGGIASCA)		127	HUMAI SI	
88	Vernina		128	IDLEB 1	
89	Maurinni (MAURINO)		129	KAISI	
90	BALADI (Ain Baal)	Liban (11)	130	KARME	
91	BALADI (Ain)		131	KFAR-ZITA	
92	BALADI (Aitaroun)		132	KHALKHALI	
93	BALADI (Kana)		133	KHELLO	
94	BALADI (Koura)		134	KHNFSE	
95	BALADI ROUMANI		135	KHODIERI	
96	BALADI TAWIL		136	KHUOKHE	
97	JLOT		137	KILLIN	
98	KALBELTAIR		138	MAARI	
99	REMMANI		139	MANAKIRI	
100	ROUMANI (Kana)		140	MESYAF 1	
101	Berimeslal	Maroc (6)	141	MOHAZAM ABOU SATL	
102	Bouchouk		142	MOSSABI	
103	Fakhfoukha		143	MUNKAR KAK	
104	Meslalla		144	SAFRAWI	
105	Picholine marocaine		145	SHAME	
106	Ronde de la Menara		146	STANBOULI	
107	Cordovil	Portugal (7)	147	TARABELSI	
108	Galega D'Elvas		148	TEFAHI	
109	Galega Grada		149	Tufahi Tadmori	
110	Galiga		150	Zael Al Muhra	
111	Madural		151	ZAITI	
112	Redondil		152	Barouni	
113	Verdial (VERDEAL ALENTEJANA)	Syrie (38)	153	CHAÏBI ANTHA	
114	ABADI ABOU GHABRA		154	Chemlali de Nord	
115	ABIAD MIN OMOU		155	Chemlali de Sfax	
116	ABO AKFA		156	Chetoui	
117	ADGAM		157	Jemri	
118	ALKKEI		158	Jemri bouchouka	
119	AYROUNI		159	Marsalina	
120	BAKURI		160	Tounsi	
					Tunisie (9)

Les caractères morphologiques traités sont :

- **Poids de l'endocarpe (POE)** : exprimé en gramme est déterminé à l'aide d'une balance. On distingue 4 états, poids faible, moyen, élevé et poids très élevé.
- **Forme de l'endocarpe (FOE)** : évaluée à partir du rapport longueur/largeur. La longueur et la largeur (en mm) de chaque endocarpe sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse électronique.
La longueur est prise du point de base de l'endocarpe jusqu'à son sommet.
La largeur est mesurée au niveau du plus grand diamètre de l'endocarpe.
Pour ce caractère, on distingue 4 états, forme sphérique, ovoïde, elliptique et forme allongée.
- **Symétrie en position A (SYAE)** : la position "A", correspond normalement à la position d'asymétrie maximale, où la suture du carpelle est visible par l'observateur. La symétrie en position A est déterminée entre les deux moitiés longitudinales. On distingue 3 états, position symétrique, légèrement asymétrique et position asymétrique.
- **Symétrie en position B (SYBE)** : la position "B" résultant de la rotation de la position "A" de 90°, de manière à tourner la partie la plus développée du fruit vers l'observateur.
La symétrie en position B est déterminée aussi entre les deux moitiés longitudinales. On distingue 2 états, position symétrique et position légèrement asymétrique.
- **Position de diamètre transversal (PDTME)** : ce caractère est observé selon la position B de l'endocarpe. Il représente le diamètre maximal transversal de l'endocarpe.
Pour ce caractère, on distingue 3 états, diamètre maximal basale, centrale et diamètre maximal vers le sommet.
- **Sommet (SOE)** : ce caractère porte sur l'observation de la forme de sommet (sommet est la partie opposée de la base). Il est mesuré surtout en position A de l'endocarpe. On distingue 2 états, un sommet pointu et un sommet arrondi.
- **Base (BAE)** : ce caractère est mesuré en position A. Il porte sur l'observation de la forme de la base (la base est la partie de l'endocarpe où le pédoncule s'attache).
Pour ce caractère, on distingue 3 états, une base tronquée, pointue 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 de l'abondance des sillons fibrovasculaires. On distingue 3 états, une surface lisse, rigoureuse et une base 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 3 états, un b-nombre réduit, moyen et un nombre élevé.

- **Distributions (DSFE) et la profondeur (PSFE) des sillons** : la distribution des sillons fibrovasculaires de l'endocarpe porte sur l'observation visuelle de ces derniers à partir de la base jusqu'au sommet, pour déterminer exactement leur répartition. On distingue 2 états, des sillons uniformes et des sillons 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 3 états, une profondeur faible, moyenne et une profondeur élevé.
- **Extrémités 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 2 états, extrémité sans mucron et extrémité avec mucron.

V. CARACTERISATION DE L'ENDOCARPE

La majorité des 11 paramètres étudiés (Tableau 2) sont définis par le Conseil Oléicole International (1997) dans le cadre du projet RECGEN-CT/ union Européenne « méthodologie de la caractérisation primaire des variétés d'olivier ».

VI. ANALYSE STATISTIQUE

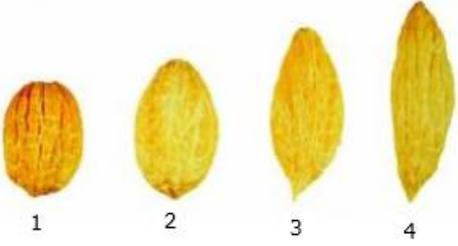
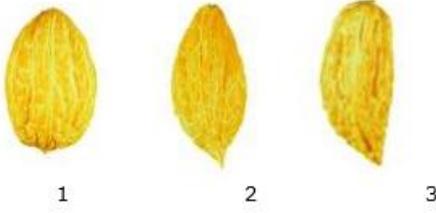
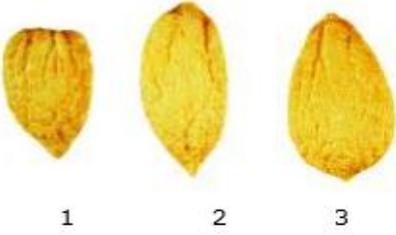
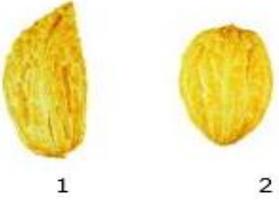
Les phénotypes engendrés par la combinaison des différentes catégories ou états des 11 descripteurs morphologiques ont fait l'objet d'un traitement statistique.

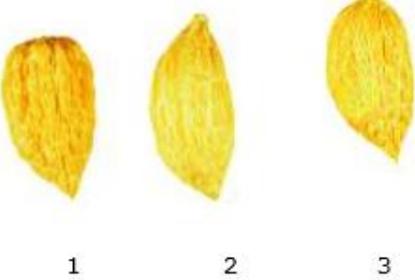
Les analyses statistiques des données recueillis sont faites par le logiciel PAST (PAlaeontological STatistics) (Hammer, 1999).

Dans notre étude les analyses statistiques sont de deux types :

- Analyse en Composantes Principales (ACP) a pour but de déterminer les caractères les plus impliquées dans la variabilité entre les variétés étudiées ;
- La classification hiérarchique « Cluster Analysis » en utilisant la distance euclidienne et l'algorithme de Ward, afin de déterminer les groupes des cultivars qui se ressemblent.

Tableau 2 : Caractères analysés de l'endocarpe (COI, 1997).

Caractère		États ou Classes	
1	POE	<p>1- Faible (<0,3 g) 2- Moyen (0,3 – 0,45 g) 3- Elevé (0,45 – 0,7 g) 4- Très Elevé (>0,7 g)</p>	
2	FOE	<p>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)</p>	
3	SYAE	<p>1- Symétrique 2- Légèrement asymétrique 3- Asymétrique</p>	
4	SYBE	<p>1- Symétrie 2- Légèrement asymétrique</p>	
5	PDTME	<p>1- Vers la base 2- Centrale 3- Vers le sommet</p>	
6	SOE	<p>1- Pointu 2- Arrondi</p>	

7	BAE	1- Tronquée 2- Pointue 3- Arrondie	
8	SURE	1- Lisse 2- Rugueuse 3- Raboteuse	
9	NSFE	1- Réduit (< 7) 2- Moyen (7 – 10) 3- Elevé (>10)	
10	DSFE	1- Uniforme 2- Groupés à proximité de la suture	
	PSFE	1- Faible 2- Moyenne 3- Elevée	
11	ESE	1- Sans mucron 2- Avec mucron	

RESULTATS & DISCUSSION

I. CORRELATION LINEAIRE ENTRE LES CARACTERES DE L'ENDOCARPE

D'après le tableau 3, des corrélations significatives ($|0 < R_2 < 1|$) sont observées entre les différents caractères étudiés.

Certains caractères présentent une corrélation avec au moins un caractère comme exemple, le caractère DSFE est corrélé avec seulement ESE.

Par contre, nous constatons que le POE est corrélé avec plusieurs caractères : la FOE ($R_2 = -0,2$), le PDTME ($R_2 = -0,223$), la BAE ($R_2 = 0,185$), la SURE ($R_2 = 0,117$), le NSFE ($R_2 = 0,244$) et la PSFE ($R_2 = 0,43$). Cependant, ces corrélations sont très faibles à l'exception de celle observée entre le POE et le dernier caractère PSFE.

L'absence de corrélation totale entre les caractères ne permet pas d'optimiser le protocole d'identification en ciblant un minimum de caractères au lieu des 11 étudiés dans le présent travail.

Tableau 3 : Corrélation linéaire entre les caractères et la valeur de signification.

	FOE	SYAE	SYAB	PDTME	SOE	BAE	SURE	NSFE	DSFE	PSFE	ESE	POE
FOE		7,37E-06	0,853	0,137	5,11E-05	0,662	0,008	0,251	0,131	0,001	3,66E-05	0,011
SYAE	0,346		0,116	0,628	0,026	0,096	0,362	0,980	0,183	0,043	0,837	0,793
SYAB	-0,014	0,124		0,197	0,859	0,373	0,902	0,071	0,056	0,446	0,183	0,94271
PDTME	0,118	-0,038	-0,102		1,17E-09	0,221	0,105	0,002	0,566	0,015	0,014	0,003
SOE	-0,314	-0,175	0,014	0,457		0,985	0,117	9,29E-05	0,138	0,164	0,201	0,095
BAE	-0,034	0,132	-0,070	0,097	0,001		0,685	0,285	0,243	0,058	2,25E-05	0,019
SURE	-0,207	-0,072	-0,009	-0,128	0,124	0,032		0,074	0,107	0,075	0,769	0,024
NSFE	-0,091	-0,001	0,142	-0,238	-0,304	0,085	0,141		0,068	0,001	0,981	0,002
DSFE	-0,119	-0,105	0,151	-0,045	0,117	-0,092	0,127	-0,144		0,406	0,001	0,628
PSFE	-0,301	-0,159	0,060	-0,191	-0,110	0,150	0,140	0,296	0,066		0,116	1,36E-08
ESE	0,320	0,016	-0,105	0,192	-0,101	0,328	0,023	-0,001	-0,273	-0,124		0,082
POE	-0,200	0,020	-0,005	-0,233	-0,132	0,185	0,177	0,244	0,038	0,430	-0,137	

Triangle inférieur : Corrélation linéaire entre les différents caractères

Triangle supérieur : Valeur de signification (jaune : valeurs de corrélation significatives)

II. DIVERSITE MORPHOLOGIQUE DE LA COLLECTION ETUDIEE

Après examen des 3200 endocarpes, chacune des variétés se particularise par un état unique à chaque caractère étudié. Cet état est présent en majorité (chez plus de la moitié) dans les 20 endocarpes analysés dans chaque variété. Comme exemple, la variété Picholine Marocaine se caractérise par un POE "élevé", une FOE "elliptique", une SYAE "asymétrique", une SYBE "symétrique", une "position centrale" en DTME,..., etc. (Annexe 1).

Le calcul des fréquences des 34 états (Figure 9), relatives aux 11 caractères liés à l'endocarpe, et observées pour l'ensemble des 160 variétés d'olives étrangères provenant des domaines expérimentaux Ain Taoujdate et Marrakech, a donné des résultats distincts.

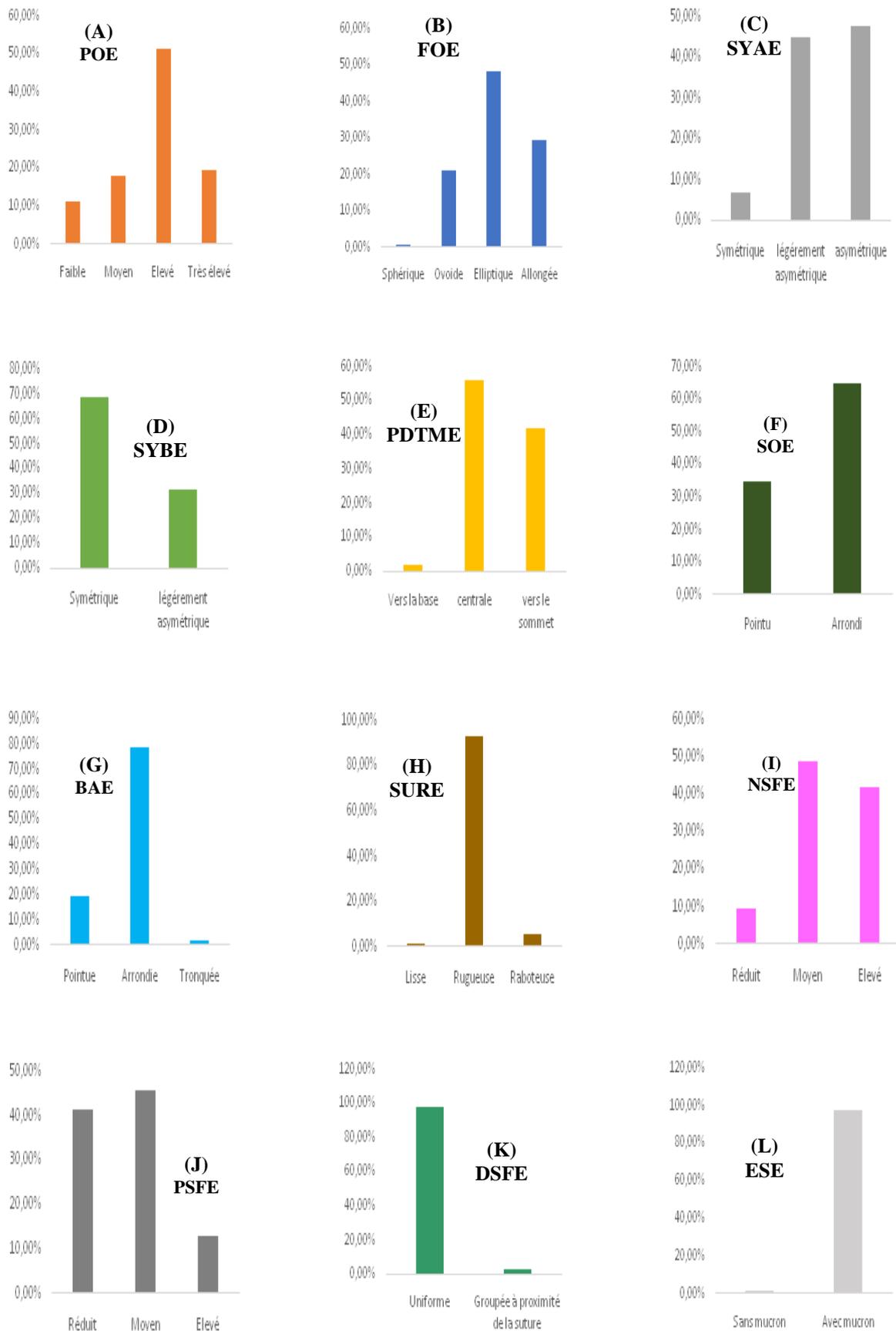


Figure 9 : Fréquences des états observés aux différents caractères.

Tous les états morphologiques (34 états au total) de l'ensemble des caractères sont représentés dans les 160 variétés étudiées. Cependant, huit états (parmi les 34) sont observés à une fréquence qui dépasse la moitié (50 %), parmi lesquelles on cite, l'état "uniforme" du DSFE (97,50 %, observé 61 fois), l'état "arrondi" de la BAE (78,76% observé, 49 fois),..., etc. Alors que six autres états sont observés à faibles fréquences. C'est le cas par exemple de l'état "sphérique" de la FOE (1,25 %, observé 2 fois), l'état "position basale" du DTME (1,18 %, observé 3 fois), l'état "lisse" de la SURE (1,25 %, observé 2 fois), ..., etc.

Il ressort de cette analyse, qu'il y a besoin d'enrichir les deux collections des domaines expérimentaux d'Ain Taoujdate et de Marrakech par la plantation de nouvelles variétés ayant les états observés à faible fréquence. Ceci permettra d'avoir une collection représentative de la diversité génétique existante au niveau du bassin Méditerranéen et par conséquent, d'exploiter cette diversité dans des programmes d'amélioration génétique à long terme.

III. DISTRIBUTION DES VARIETES

1. RESSEMBLANCE (OU DISSEMBLANCE) MORPHOLOGIQUE ENTRE LES VARIETES

Le regroupement, par Cluster Analysis (Figure 10), basé sur les distances euclidiennes entre les 11 descripteurs morphologiques analysés, a révélé les résultats suivants :

❶ Certaines variétés examinées montrent un profil parfaitement similaire. Ce qui permet de distinguer la présence de 147 profils morphologiques différents. Parmi ces variétés, on a :

- Variétés Ferkani de l'Algérie et Americana de l'Italie ;
- Variétés Aghchren d'elousseur et Limli de l'Algérie ;
- Variétés Idleb1 et Khello de la Syrie ;
- Variétés Lavagnia et Leccino de l'Italie ;
- Variété Rougette de Pignan de la France et les variétés MorellonaDiGrecia, Nostrale et Grossa de Sicilia de l'Italie ;
- Variétés Du Tell de l'Algérie et Khodieri de la Syrie ;
- Variétés Karne de la Syrie) et Chemlali de Sfax de la Tunisie ;
- Variétés Tefahi et Zael Al Muhra de la Syrie ;
- Variétés Oliviere et Pigale de la France ;
- Variétés Baladi (Aitaroun) du Liban et Heraktane de la Syrie ;
- Variétés Djlot Shami et Shame de la Syrie).

Ce résultat est dû principalement aux caractères morphologiques identiques entre ces variétés. Ces dernières portent des noms différents, attribués par plusieurs auteurs, alors qu'il s'agit d'une même variété : c'est le phénomène de synonymie. Ceci peut être aussi expliqué par des erreurs de plantation et d'étiquetage. Dans les deux cas, il faut avoir recours à des variétés de référence dans des bases de données publiées pour vérifier les caractères de celles-ci.

❷ Par ailleurs, d'autres variétés sont proches, ne se distinguant que par un seul état de caractère. C'est le cas par exemple de :

- Variétés Correggiolo et Dulci Del Morocco de l'Italie ;
- Variétés Takesrit de l'Algérie et Loretana de l'Italie ;

- Variétés Lumbardeska de la Croatie et Maari de la Syrie, ..., etc.

La classification hiérarchique (Figure 10) nous permet d'identifier, en gros, quatre groupes, constitué chacun de variétés morphologiquement proches :

- **Groupe I** : Comprend 38 variétés, dont 14 issues de l'Italie, neuf de l'Algérie, quatre du Portugal, quatre de l'Espagne, trois de la Tunisie, trois de la Croatie et une seule variété marocaine (Bouchouk) qui se distingue par rapport aux autres variétés marocaines par un état "symétrique" de la SYAE et un état "pointue" de la BAE.
- **Groupe II** : Renferme 41 variétés, dont 17 provenant de la Syrie, huit de l'Algérie, quatre de la Tunisie, quatre de la Croatie, deux de l'Egypte et trois autres variétés issues respectivement du Maroc, du Liban et de l'Italie. Cette variété Marocaine (Ronde de la Manara) diffère des autres variétés marocaines par une forme "ovoïde" et un poids "très élevé".
- **Groupe III** : Contient 39 variétés, dont 19 sont issues de l'Italie, six de la Syrie, 3 de la Croatie, quatre du Liban, deux du Maroc, deux du Portugal, et trois autres variétés issues respectivement de l'Espagne, de l'Algérie et de la France ;
- **Groupe IV** : Comprend 42 variétés avec cinq issues de l'Algérie, trois de l'Espagne, 15 de la Syrie, six du Liban, deux de l'Espagne, deux de la Tunisie, deux de l'Italie, une du Portugal, deux du Maroc, trois de la France et deux de la Croatie.

Cette distinction, permet de constater que les groupes I et III sont caractérisés d'une part, par la présence d'un grand nombre de variétés Italiennes (39 % dans le groupe I et 53 % dans le groupe III). D'autre part, par peu ou pas des variétés Syriennes (0 % dans le groupe I et 16 % dans le groupe III).

Par contre, les groupes II et IV sont marqués par la présence d'un plus grand nombre des variétés Syriennes (45 % dans le groupe II et 37 % dans le groupe IV) et par un petit nombre des variétés Italiennes (3 % dans le groupe II et 6 % dans le groupe IV).

En effet, l'ACP (Figure 11), montre que la plupart des variétés de la Syrie se caractérisent essentiellement par des endocarpes de forme "ovoïde" (48 %) ; un poids "très élevé" (42%), une "position centrale" de la DTME (71 %), ..., etc. Alors que, la majorité des variétés de l'Italie se ressemblent par des endocarpes de forme "elliptique" (61 %) ; un poids "élevé" (58 %) ; une position "vers le sommet" de la DTME (67 %), ..., etc.

Quant aux variétés Marocaines (couleur bleu clair) ; elles sont réparties dans les quatre groupes. Il en est de même pour les variétés de l'Algérie, de la Tunisie, et de la Croatie. Cette répartition montre une diversité morphologique importante au niveau de ces variétés.

2. DIVERSITE VARIETAL AU SEIN DES PAYS

Afin de déterminer la relation entre les variétés au sein de chaque origine géographique (pays), une analyse en composante principale est réalisée (Figure 11). Cette analyse montre que les deux premiers axes expliquent 48,964 % de l'information totale observée.

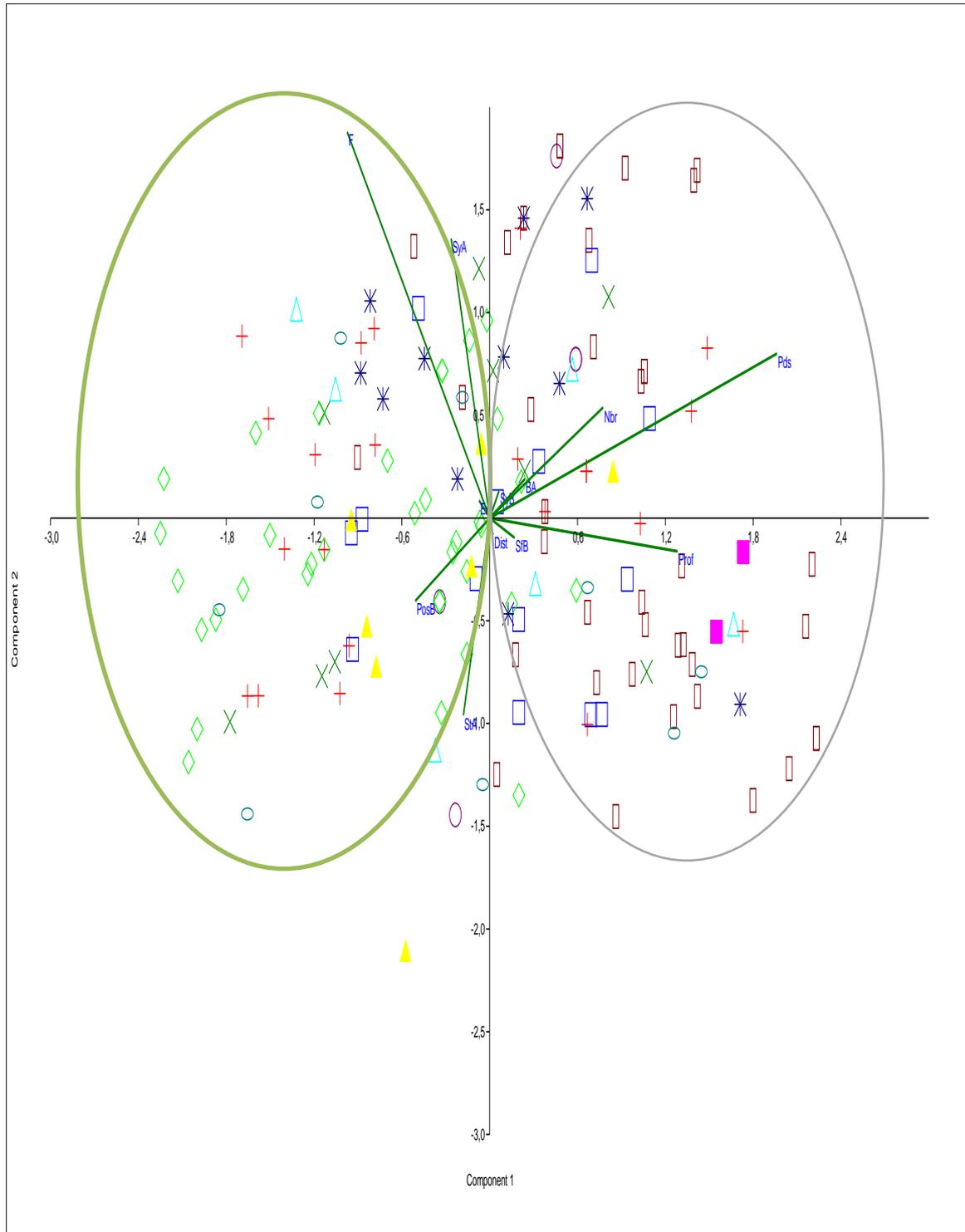


Figure 11 : Analyse en composante principale des variétés par rapport aux deux premières composantes

D'après le tableau 4, nous constatons que le nombre de profils et des états observés diffèrent d'un pays à l'autre. La Syrie représente le plus grand nombre de profils morphologiques avec six variétés identiques deux à deux (variétés Idleb1 et Khella, Tefahi et Zael Al Muha et les variétés Djlot Shami et Shame). En effet, les 38 variétés de la Syrie présentent 35 profils morphologiques différents. Les 23 variétés de l'Algérie montrent 22 profils. Pour celles de l'Italie, on est passé de 36 variétés à 33 profils.

La Syrie représente aussi le plus grand nombre des états observés (30 états parmi les 34), suivi du Liban (28 états), le Maroc (26 états), ..., etc.

On peut donc conclure qu'aucun des pays étudié, ne représente tous les états des caractères morphologiques. Par exemple : les variétés de l'Algérie ne possède pas l'état "sphérique" de la FOE et celles de la Syrie sont marquées par l'absence de l'état "pointu" de la SOE, ..., etc.

Tableau 4 : Répartition des profils morphologiques et des états selon les pays.

Origine	Variétés	Profil morphologique	Variété identique	Variété proche	Etat observé
Algérie	23	22	2	6	25
Croatie	14	14	0	6	25
Egypte	2	2	0	0	15
Espagne	9	9	0	2	26
France	5	5	0	0	23
Italie	36	33	5	10	20
Liban	11	11	0	0	28
Maroc	6	6	0	0	26
Portugal	7	7	0	1	26
Syrie	38	35	6	12	30
Tunisie	9	9	0	0	26

3. STRUCTURATION DES ETATS SELON L'ORIGINE

La représentation des cultivars étudiés, en fonction de leur origine géographique (Figure 11) permet de mettre en évidence deux pools qui sont les plus diversifiés. Un pool est représenté par les variétés Syriennes, alors que l'autre contient les variétés de l'Italie. Le reste des variétés est répartie aléatoirement dans les deux pools. Sur la base de ces résultats, les variétés étudiées sont re-analysées par l'ACP en structurant nos données en trois pools génétiques (Figure 12) :

- Est : comprenant les variétés du Liban, de Syrie et de l’Egypte (bleu foncé) ;
- Centre : regroupant celles de la Croatie, Italie, Tunisie, Algérie et de la France (Rouge)
- Ouest : Maroc, Espagne, et Portugal (jaune).

L’analyse en composante principale (Figure 12) montre clairement une structuration morphologique Est et Ouest-Centre. Par ailleurs, l’analyse des données a montré qu’il n’y a pas des états de caractères particuliers distinguant les trois pools. Tous les états sont répartis aléatoirement dans ces pools (Annexe 2). Ces deux constats (structure et répartition des états) pourraient s’expliquer par l’histoire évolutive de l’olivier qui s’est domestiqué à l’Est de la Méditerranée (l’ancêtre) et qui s’est diffusé par la suite tout au long du bassin.

La structuration morphologique lié à l’histoire évolutive de l’olivier montre la présence de deux pools Est et Ouest-centre, contrairement à une structuration génétique en trois pools : Est, Ouest et Centre sur la base des marqueurs moléculaires de types SSR, signalé par plusieurs auteurs (Haouane et *al.*, 2012 ; Elbakkali et *al.*, 2013).

Mais d’autre part, les marqueurs moléculaires présentent un pouvoir de discrimination plus élevé que les marqueurs morphologiques, traduisent directement l’activité des gènes, sont neutre et peuvent être révélés dans plusieurs organes à différents stades de développements. Les SSR présentent un taux de polymorphisme extrêmement élevé. (Buth 1999 ; Bank, 2001). Il est important de marquer que les deux analyses, morphologique et moléculaire, s’entraident pour donner une caractérisation complète des variétés d’olivier.

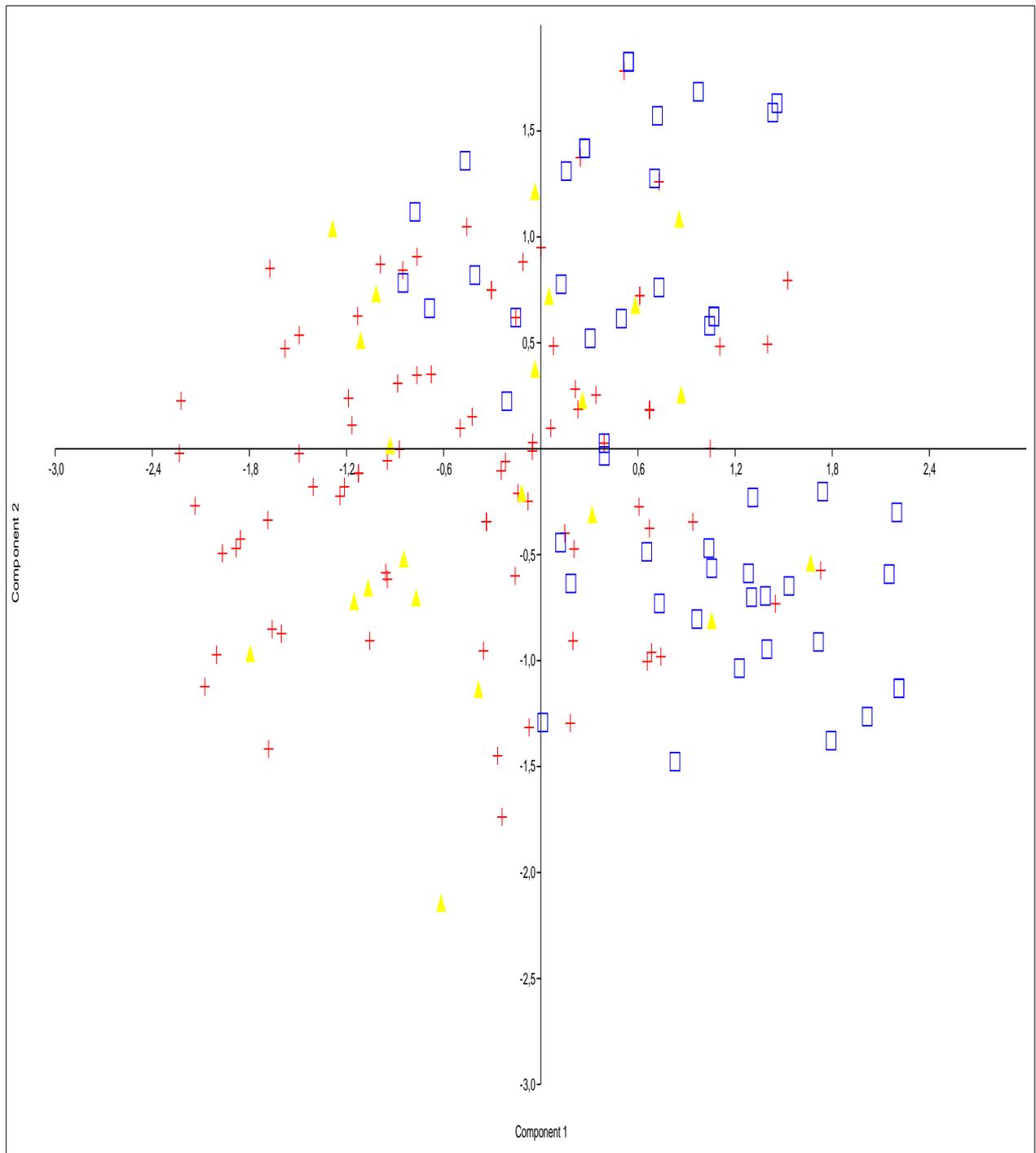


Figure 12 : ACP selon les trois pôles Est, Ouest et centre.

Bleu : pôle Est (Liban, de la Syrie et de l’Egypte) ;

Rouge : pôle du centre (Croatie, d’Italie, de Tunisie, de l’Algérie et de la France) ;

Jaune : pôle Ouest (Maroc, d’Espagne et du Portugal).

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. L'identification et la caractérisation de ces variétés sont confrontées aux problèmes de confusions régnant au niveau des appellations. Des cas d'homonymie et de synonymie de variétés sont fréquents dans plusieurs pays oléicoles méditerranéens. En outre, la dénomination 'variétés population' constitue l'exemple le plus frappant de cette situation de confusion au niveau des appellations. La dite dénomination a été proposée pour désigner un ensemble d'individus ayant des ressemblances morphologiques plus ou moins marquées.

Au cours de ce travail, nous avons contribué à l'étude de la caractérisation morphologique de variétés étrangères provenant de 11 origines géographiques différentes. Dans un but de déterminer la diversité génétique contenue dans les collections de l'INRA et révéler les erreurs éventuelles de plantations et d'étiquetage au cours de l'installation de ces collections.

La caractérisation morphologique des 160 variétés est réalisée à l'aide des 11 descripteurs liés à l'endocarpe. Ces derniers sont, le poids (POE), la forme (FOE), les symétries en position A (SYAE) et en position B (SYBE), la position de diamètre transversal (PDTME), le sommet (SOE), la base (BAE), la surface (SURE), le nombre des sillons (NSFE), leur distribution (DSFE) et leur profondeur (PSFE) et finalement l'extrémité du sommet (ESE). 34 états de caractères sont distingués.

L'application de ces descripteurs liés à l'endocarpe sur l'ensemble des variétés a mis en évidence, d'une part, 148 profils morphologiques (92,5%). Ce résultat montre l'importance de cet organe dans l'identification variétale de l'olivier et son pouvoir discriminant, ainsi que l'importance de la diversité des ressources génétiques de l'olivier dans les collections. Il est important dans la prochaine étape de comparer les profils obtenus dans notre étude avec les variétés références telles qu'elles sont publiées par d'autres auteurs afin de confirmer l'authenticité des variétés dans les deux collections.

Dans cette étude, nous avons pu démontrer, pour la première fois, la présence d'une structuration morphologique liée à l'histoire évolutive de l'olivier par la présence de deux pools Est et Ouest-centre.

Les résultats de ce travail constituent une base solide pour mener à bien tout programme d'amélioration génétique à travers une bonne gestion des collections de germoplasme. Il est important par la suite d'évaluer au niveau agronomique (rendement, teneur en huile, résistance aux contraintes biotiques et abiotiques, ..., etc.) un sous-ensemble des variétés étrangères présélectionnées sur la base des caractères morphologiques et marqueurs moléculaire. Cette évaluation au niveau agronomique va ouvrir la voie à des travaux de génétique d'association gène-caractère vu le progrès technologique que le séquençage à haut-débit a connu ces dernières années.

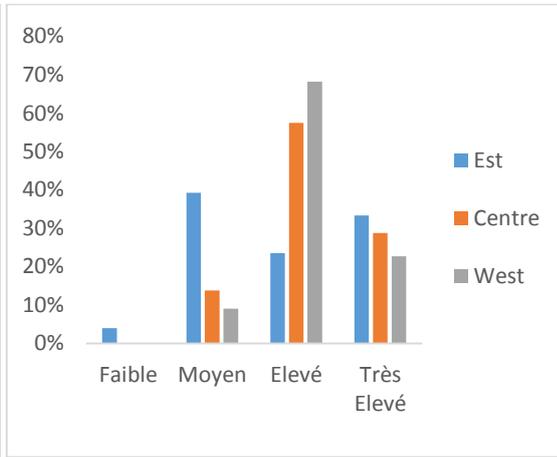
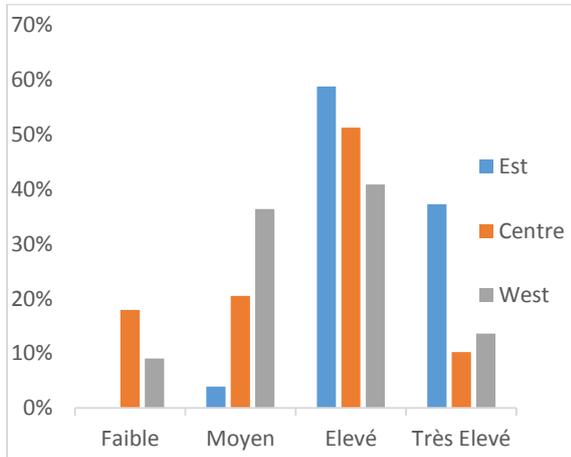
Références bibliographiques

- ◆ **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 des gènes. *AURELP-UREF. John Libbey Eurotex, Paris*, p: 23-46.
- ◆ **AL YARTAOY A. (2014)** - Evaluation agronomique et caractérisation génétique de 20 géotypes d'olivier présélectionnés dans la région de Moulay Driss Zerhoun pour leurs performances de production, 47 p.
- ◆ **AUMEERUDDY T. Y., HMIMSA Y., ATER M. and KHADARI, B. (2011)** - Beyond the divide between wild and domesticated: spatiality, domesticity and practices pertaining to fig (*Ficus carica L.*) and olive (*Olea europaea L.*) agroecosystems in Morocco. In Chevalier, A., Marinova, E., Peña-Chocarro, L., (eds) *Crops and people: choices and diversity through time*. Earth EU, Brussels, OXFAM, London.
- ◆ **Bank H.V.D., Bank M.V.D and Wyk B.E.V. (2001)** – A review of use philosophical electrophoresis in plant systematics. *Biochem. Syst. Ecol*, 29: 469-483.
- ◆ **BARI A., MARTIN A., BARRANCO D., GONZALEZ-ANDUJAR JL., AYAD G. et PADULOSI S. (2012)** - Use of Fractals to measure biodiversity in plant morphology. World Scientific Publishing, Singapore, p: 437–438.
- ◆ **BARTOLINI G. (2008)**-Olea databases. Availableat:<http://www.oleadb.it>.
- ◆ **BENHAYOUM G. et LARRERI Y (2007)** - L'olivier en Méditerranée : du symbole à l'économie. Editions Le Harmattan, 137 p.
- ◆ **Buth D.G. and Murphy R.W. (1999)** – The use of isozyme characters in systematic studies. *Biochem. Syst. Ecol*, 27: 117 – 129.
- ◆ **COI (1997)** - Méthodologie pour la caractérisation primaire des variétés d'Olivier. Projet RESGEN-CT (96/97), union européenne.
- ◆ **DDFP (2013)** - Evolution de la superficie, de la production et de la commercialisation oléicole de 1998 à 2012. Rabat. Maroc.
- ◆ **DE VIENNE D. (1990)** - L'analyse du déterminisme génétique des caractères quantitatifs chez les végétaux médecines/sciences.
- ◆ **ElBakkali A., Haouane H., Moukhli A., Costes E., Van Damme P. et Khadari B. (2013)** – Construction of Core Collections Suitable for Association Mapping to Optimize Use of Mediterranean Olive (*Olea europaea L.*) Genetic Resources.
- ◆ **ERRE P., CHESSA I., MUNOZ DIEZ C., BEHAJ A., RALLO L. et TRUJILLO I. (2010)**- Genetic diversity and relationships between wild and cultivated olives (*Olea europaea L.*) in Sardinia as assessed by SSR markers. *Genet Resour Crop Evol*, 57:41-54.
- ◆ **FANTANAZZA G., et BALDINI L. (1990)** - Proposition pour un programme d'amélioration génétique de l'olivier, *Ravue Olivae* n 34, décembre 1990, pp 32-39.
- ◆ **HAOUANE H. (2012)** - Origines, domestication et diversification variétale chez l'olivier (*Olea europaea L.*) à l'ouest de la Méditerranée, 255 p.

- ◆ **LOUSSERT R. et BROUSSE G. (1978)** - L'olivier technique agricole et production méditerranéenne. Ed. G. P. *Maisoneuve et Larose*, 437 p.
- ◆ **NASLE O. (2006)** - L'olivier, outil d'entretien du territoire dans les pays méditerranéens. *Nouvel olivier*, 52 : 3-5.
- ◆ **PAGNOL J. (1996)** - L'Olivier. *Aubanel Ed*, France.
- ◆ Paleontological Statistics Version 1.93. **ØYVIND Hammer (1999)** - Natural History Museum. University of Oslo.
- ◆ **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.

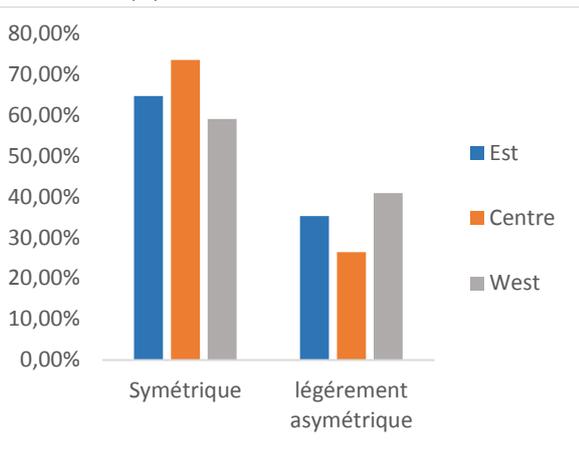
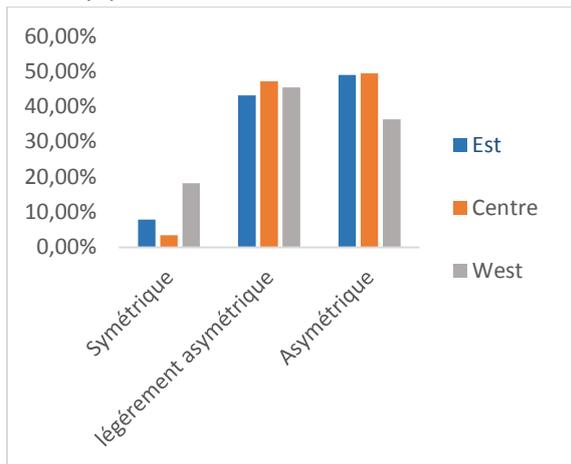
Annexe 1

Variabilités morphologiques selon les trois pools, Est, Centre et West



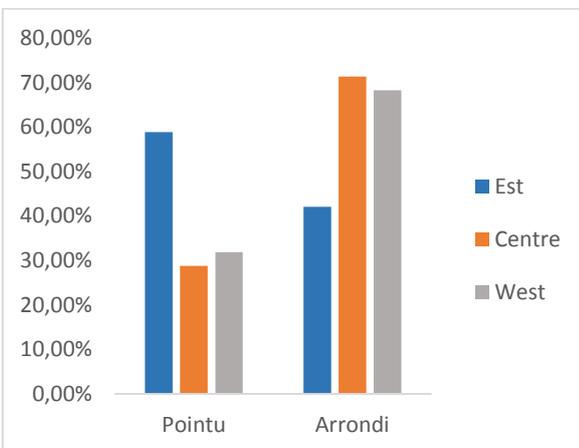
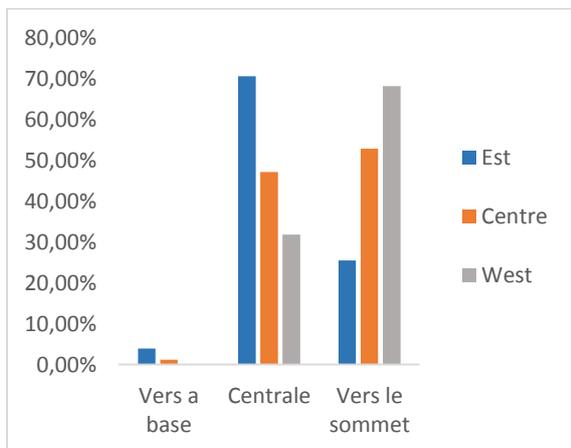
(A): POE.

(B): FOE



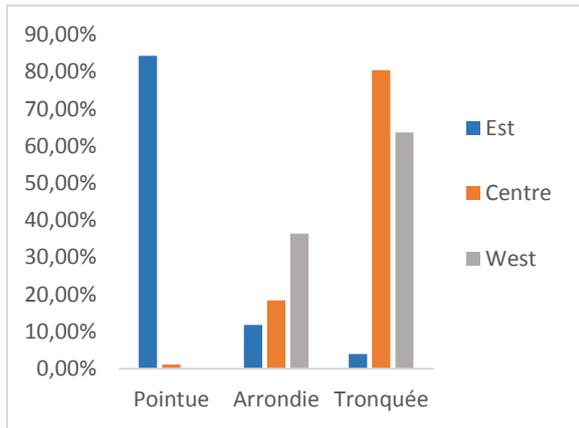
(C): SYAE

(D): SYBE.

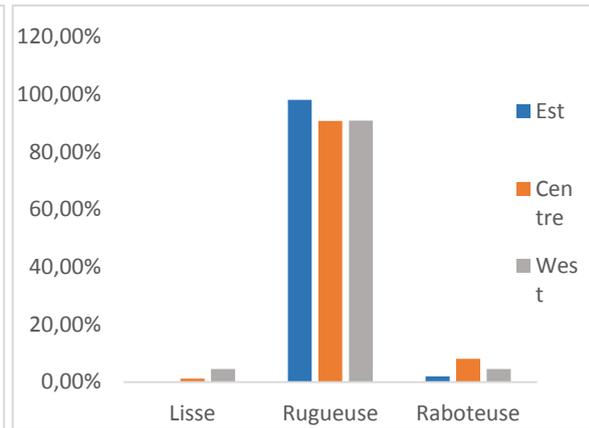


(E): PDTME.

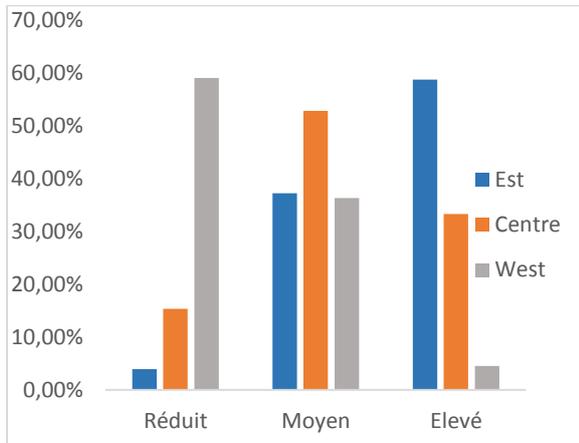
(F): SOE.



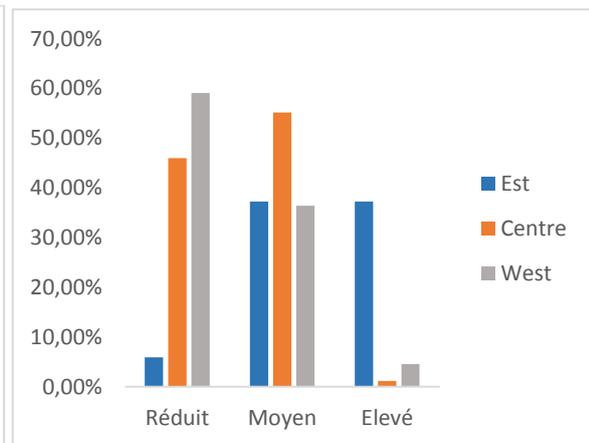
(G): BAE.



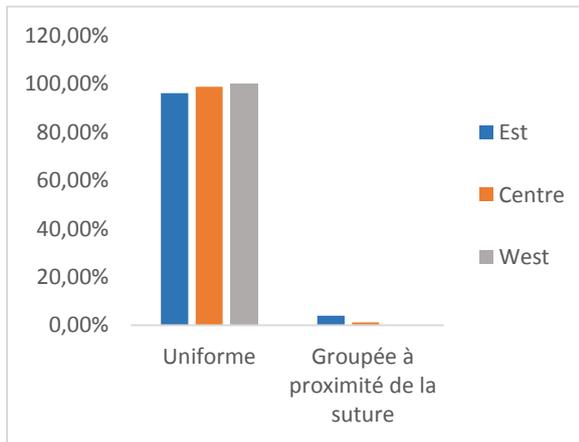
(H): SURE.



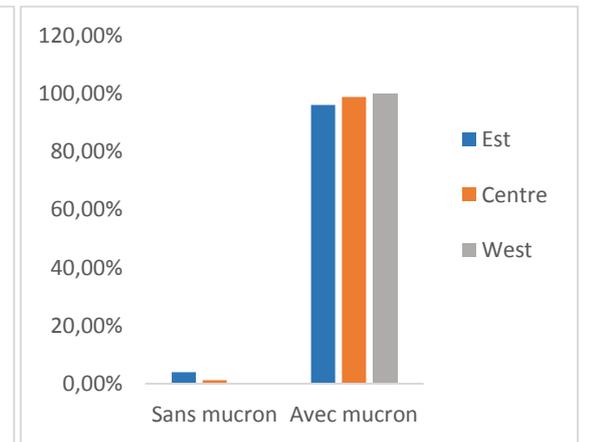
(I): NSFE.



(J): PSFE.



(K): DSFE.



(H): ESE.

Figure iii : Fréquences des états de caractères selon les 3 pools, Est, Centre et West.