

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid- Tlemcen

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de
l'Univers**

Département d'Agronomie



جامعة أبو بكر بلقايد

ⵜⴰⵎⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵏⵜ

UNIVERSITY OF TLEM CEN

Thèse présentée par :

M. Boukhari Rachid

**Pour l'obtention du titre de Docteur en Agronomie
Spécialité : Amélioration de la production végétale et biodiversité**

**Étude de la diversité de l'olivier *Olea europaea*. L
dans le centre et l'est de l'Algérie.**

Composition du jury :

BENDI-DJELLOUL Sidi-Mohammed Bahae-Ddine	Professeur	Université de Tlemcen	Président du jury
GAOUAR Semir Bechir Suheil	Professeur	Université de Tlemcen	Directeur de thèse
BENMAHIOUL Benamar	Professeur	Université de Tlemcen	Examineur
LOTMANI Brahim	Professeur	Université de Mostaganem	Examineur
AIT SAADA Djamel	MCA	Université de Mostaganem	Examineur

2020 / 2021

Remerciements

Mes sincères remerciements vont à mon Directeur de thèse Professeur GAOUAR Semir Bechir Suheil (Université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen) pour son accompagnement et ses précieux conseils durant toutes les étapes de ce travail.

Mes remerciements vont aussi à :

Monsieur BENDI-DJELLOUL Sidi-Mohammed Bahae-Ddine, Professeur à l'université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen pour avoir accepté de présider le jury.

Monsieur BENMAHIOUL Benamar, Professeur à l'université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Monsieur LOTMANI Brahim, Professeur à l'université ABDELHAMID IBN BADIS de Mostaganem d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Monsieur AIT SAADA Djamel, Maitre de conférences «A» à l'université ABDELHAMID IBN BADIS de Mostaganem d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Madame CASAL Susana, Professeur à l'université de Porto (Portugal), Madame BAPTISTA Paula, Professeur à l'institut polytechnique de Braganca IPB (Portugal) et Docteur AIT SAADA Djamel pour leur accueil très chaleureux au sein de leurs équipes et pour leur aide très précieuse dans les différentes analyses de laboratoire.

Monsieur AMEUR AMEUR Abdelkader, Maitre de conférences «A» à l'université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen, pour son aide très précieuse dans les analyses statistiques des données.

Je tiens à remercier également, pour leur aide très précieuse sur le terrain : Mme. KECIRI Sonia (ITAF Sidi Aich), Mr. BOUTEMINE Nouredine (ITAF Constantine), Mr. INNAL Hocine et Mme. BOUGAAMOUSA (ITAF Skikda), Mr. HAMZAOUI (DSA Khenchela), Mr. FENDALI Lhadi et Mr. ABABSA Lakhdar (subdivision agricole, Chechar, Khenchela), Mr. HASSANI Nouredine du village Ain Zaatout (Biskra), Mr. CHEBAH Maurad du village Khirene (Khenchela), Mr. AMZIANE Mohammed Amziane et Mr. ABADLIA Seddik.

Dédicace

A ma grande famille : mes parents, mes frères et mes sœurs, mes neveux et mes nièces.

A ma petite famille : ma femme et mon petit Yacine.

A tous mes amis.

دراسة تنوع الزيتون *Olea europaea. L* في وسط و شرق الجزائر

ملخص

لا يُعرف الكثير عن موارد الزيتون في الجزائر. في الواقع، هناك 36 صنفاً فقط موصوفة ومدرجة في كتالوج لأصناف شجرة الزيتون الجزائرية، وكان إجمالي 63 صنفاً موضوع دراسات التوصيف. في هذا العمل تم إجراء دراسة لموارد الزيتون عن طريق التنقيب الميداني، عن طريق التوصيف المورفولوجي والجزئي متنوعاً بتحليل فيزيائي-كيميائي لزيت الزيتون على مجموعة من الأصناف التي تم جمعها في وسط وشرق الجزائر

سمح لنا التنقيب بملاحظة وجود 34 فئة متنوعة لم يتم ذكرها مطلقاً في المراجع. كما سمح لنا التوصيف المورفولوجي القائم على خصائص الأشجار والفاكهة والنواة بالتمييز والوصف المورفولوجي لـ 23 صنفاً

سمحت CAH و ACM و ACP بتصنيفهم إلى مجموعات قليلة. يوضح التوصيف بواسطة علامات SSR لـ 12 نوعاً فعاليتها في التمييز بين الأصناف. تظهر معلمات التنوع التي تم الحصول عليها أن هناك تنوعاً جينياً كبيراً ، في حين أن التجميع باستخدام طريقة UPGMA جعل من الممكن تصنيف هذه الأصناف إلى ثلاث مجموعات. أظهر التحليل الفيزيائي والكيميائي لزيت الزيتون التي تم جمعها في منطقتي (خيران وعين زعتوت) أنها تلبّي معايير الاتحاد الأوروبي لزيت الزيتون EVOO

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة التنوع الكبير وكذلك الفائدة والأهمية التي يمكن أن تتمتع بها هذه الأصناف ، لا سيما من خلال جودة منتجاتها وتكيفها مع الظروف البيئية لكل منطقة

الكلمات المفتاحية: الزيتون المحلي، التوصيف، المورفولوجي، الجزئي، البيوكيمياء، الجزائر.

Étude de la diversité de l'olivier *Olea europaea*. L dans le centre et l'est de l'Algérie

Résumé

Les ressources oléicoles en Algérie sont très peu caractérisées. En fait seulement 36 variétés sont décrites et répertoriées dans le catalogue des variétés algériennes de l'olivier, et un total de 63 variétés ont fait l'objet d'études de caractérisation sur les 150 présumées. Dans ce travail, une étude des ressources oléicoles était réalisée par le moyen d'une prospection sur terrain, par une caractérisation morphologique et moléculaire suivie d'une analyse physicochimique de l'huile d'olive, sur un ensemble de variétés collectées dans le centre et l'est de l'Algérie.

La prospection nous a permis de noter l'existence de 34 dénominations de variétés jamais citées dans la bibliographie. La caractérisation morphologique basée sur les caractères de l'arbre, du fruit et du noyau nous a permis la distinction et la description morphologique de 23 variétés et l'ACP, l'ACM et la CAH les ont classées en quelques groupes. La caractérisation par les marqueurs microsatellites de 12 variétés montre l'efficacité de ces derniers à différencier entre les variétés. Les paramètres de diversité obtenus montrent qu'il existe une diversité génétique importante alors que le regroupement par la méthode UPGMA classe ces variétés en trois groupes. L'analyse physico-chimique des huiles d'olive collectées dans les régions (Khirene et Ain Zaatout) montre qu'elles répondent aux normes de la CE concernant les EVOO.

Les résultats obtenus dans cette étude révèlent la grande diversité ainsi que l'utilité et l'importance que peuvent avoir ces variétés notamment par la qualité de leurs produits et leur adaptation aux conditions du milieu de chaque région.

Mots clés : Olivier local, caractérisation, morphologie, biochimie, SSR, Algérie.

Study of the diversity of olive *Olea europaea*. L in the center and the east of Algeria

Abstract

Olive resources in Algeria are very little characterized. In fact only 36 varieties are described and listed in the catalog of Algerian varieties of the olive tree, and a total of 63 varieties have been the subject of characterization studies out of 150 presumed. In this work, a study of olive resources by means of field prospecting, by a morphological and molecular characterization followed by a physicochemical analysis of olive oil were carried on a set of varieties collected in the center and the eastern Algeria.

The prospection allowed us to note the existence of 34 denominations of varieties never mentioned in the bibliography. Morphological characterization based on tree, fruit and endocarp characters allowed us to distinguish and to describe morphologically 23 varieties and PCA, MCA and CAH allowed us to classify them into few groups. The characterization by microsatellite markers of 12 varieties shows their effectiveness in differentiating between varieties. The diversity parameters obtained show that there is significant genetic diversity, while grouping by the UPGMA method has made it possible to classify these varieties into three groups. The physico-chemical analysis of olive oils collected in the regions (Khirene and Ain Zaatout) shows that they meet EC standards for EVOOs.

The results obtained in this study show the great diversity as well as the usefulness and importance that these varieties can have, in particular through the quality of their products and their adaptation to the environmental conditions of each region.

Key words : Local olive, caractérisation, morphology, biochemical, SSR, Algria.

Liste des abréviations

ACM	Analyse en correspondances multiples
ACP	Analyse en composantes principales
ADN	Acide désoxyribonucléique
AFIDOL	Association Française Interprofessionnelle de l'Olive
AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism
ANOVA	Analyse de la variance
bp	Paires de bases
CAH	Classification ascendante hiérarchique
COI	Conseil oléicole international
EEC	European Economic Commission
EVOO	Extra Vergin Olive Oil
EU	Union européenne
FAO	Food and agriculture organisation
FNRDA	Fond national de régulation et de développement agricole
GC-FID	Gas Chromatography- Flame Ionization Detector
IOOC	International Olive Oil Council
IRAP	Inter-Retrotransposon Amplified Polymorphism
ISSR	Inter Simple Sequence Repeats
ITAFv	Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne
PCR	Polymerase chain reaction
PPDRI	Projet de proximité de développement rural Intégré
PSD	Programme sectoriel de développement
RAPD	Random Amplified Polymorphic DNA
REMAP	REtrotransposon-Microsatellite Amplified Polymorphism
SAM	Sélection assistée par marqueurs
SCAR	Sequence Characterized Amplified Region
SNP	Simple nucleotide polymorphe
SSR	Simple Sequence Repeats

Liste des tableaux

Titre	Page
Tableau n°01 : Composition chimique générale de l'huile d'olive	09
Tableau n°02: Les principales variétés cultivées dans le monde.	14
Tableau n°03 : Variétés du catalogue algérien de l'olivier	15
Tableau n°04: Variétés étudiées par les marqueurs SSR par auteur	17
Tableau n°05 : Variétés caractérisées par les marqueurs morphologiques, moléculaires ainsi que concernées par l'étude de l'huile d'olive	21
Tableau n°06 : Liste des caractères étudiés	23
Tableau n°07 : Marqueurs SSR utilisés	25
Tableau n°08 : Nombre de variétés autochtones par wilaya	34
Tableau n°09: Liste des ressources oléicoles algériennes	35
Tableau n°10 : Moyennes, Ecart-types et covariances des différentes variétés	37
Tableau n°11 : Caractères qualitatifs des 23 variétés étudiés	41
Tableau n°12 : Indice de variabilité relative de Shanon (J)	46
Tableau n°13 : Paramètres génétiques de chaque locus chez toutes les variétés étudiées	56
Tableau n°14 : Allèles privés par variété	58
Tableau n°15 : fréquences alléliques des marqueurs SSR utilisés	64
Tableau n°16 : Pourcentage des loci polymorphes	65
Tableau n°17 : Analyse physicochimique de l'huile d'olive	67
Tableau n°18 : Teneur en pigments	70
Tableau n°19 : Résultats d'analyse de la composition en acides gras	72
Tableau n°19 : Résultats d'analyse de la composition en acides gras (suite)	73

Liste des figures

Titre	Page
Figure n°01 : Distribution géographique des six sous espèces d' <i>Olea europaea</i>	04
Figure n°02 : Evolution de la production mondiale de l'huile d'olive de 2010 à 2020	10
Figure n°03 : Evolution de la production mondiale d'olives de table de 2010 à 2020	11
Figure n°04 : Evolution de la production algérienne de l'huile d'olive de 2010 à 2020	12
Figure n°05 : Evolution de la production algérienne d'olives de table de 2010 à 2020	12
Figure n°06 : Situation géographique des zones d'étude	20
Figure n°07 : Projection des caractères sur le plan généré par les deux premières composantes principales	39
Figure n°08 : Projection des individus sur le plan généré par les deux premières composantes principales	40
Figure n°09 : Analyse en correspondances multiples des 23 variétés (ACM).	42
Figure n°10 : Classification hiérarchique ascendante (AHC).	44
Figure n°11 : Nombre d'allèles détectés pour chaque marqueur SSR	57
Figure n°12 : Nombre d'allèles privés pour chaque marqueur SSR	58
Figure n°13 : Nombre d'allèles effectifs pour chaque marqueur SSR	59
Figure n°14 : Nombre de variétés distinguées pour chaque marqueur SSR	60
Figure n°15 : L'hétérozygotie observée pour chaque marqueur SSR	61
Figure n°16 : L'hétérozygotie attendue pour chaque marqueur SSR	62
Figure n°17 : Contenu de l'information polymorphe (PIC) pour chaque marqueur SSR	63
Figure n°18 : Indice de différenciation pour chaque marqueur SSR	63
Figure n°19 : Dendrogramme basé sur la distance génétique de Nei (1972)	66

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Revue bibliographique	3
1 Origine et domestication.....	3
2 Caractéristiques morphologiques et physiologiques	5
3 Les produits de l'olivier.....	6
3.1 L'olive	7
3.2 L'huile d'olive.....	7
4 Situation de l'oléiculture dans le monde et en Algérie.....	10
4.1 Situation de l'oléiculture dans le monde.....	10
4.2 Situation de l'oléiculture en Algérie	11
5 Ressources oléicoles.....	13
5.1 Ressources oléicoles dans le monde.....	13
5.2 Ressources oléicoles en Algérie	15
5.3 Etude de la diversité des ressources oléicoles.....	18
5.3.1 RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA).....	18
5.3.2 ISSR (Inter Simple Sequence Repeats).....	18
5.3.3 AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism).....	18
5.3.4 SCAR (Sequence Characterized Amplified Region)	19
5.3.5 SSR (Simple Sequence Repeats)	19
5.3.6 SNP (Single Nucleotide Polymorphism).....	19
Chapitre 2 : Matériels et méthodes	20
1 Objectifs de l'étude	20
2 Situation géographique et climatique de la zone d'étude	20
3 Matériel végétal	21
4 Prospection et méthodes de caractérisation	22
4.1 Prospection sur terrain	22
4.2 Caractérisation morphologique	22
4.3 Caractérisation moléculaire par les marqueurs SSR.....	24
4.3.1 Extraction de l'ADN.....	24
4.3.2 Marqueurs SSR utilisés.....	25

4.3.3	Amplification par PCR.....	26
4.3.4	Electrophorèse capillaire.....	26
4.3.5	Paramètres de diversité étudiés.....	26
4.4	Caractéristiques des huiles d'olive.....	28
4.4.1	Rendement en huile.....	29
4.4.2	Acidité.....	29
4.4.3	Indice de peroxyde.....	29
4.4.4	Absorbance en UV visible.....	30
4.4.5	Stabilité à l'oxydation (Rancimat).....	31
4.4.6	Phénols totaux.....	31
4.4.7	Teneur en pigments.....	32
4.4.8	Acides gras.....	32
Chapitre 3 : Résultats et discussion.....		33
1	Prospection sur terrain.....	33
2	Caractérisation morphologique.....	36
2.1	Analyse en composantes principales (ACP).....	38
2.2	Analyse en correspondances multiples (ACM).....	40
2.3	Classification ascendante hiérarchique (CAH).....	43
2.4	Indice de diversité (Shannon-Weaver).....	44
2.5	Description morphologique.....	47
3	Caractérisation moléculaire.....	56
3.1	Nombre d'allèles détectés (Na).....	56
3.2	Nombre d'allèles privés.....	57
3.3	Nombre d'allèles effectifs (Ne).....	59
3.4	Nombre de variétés distinguées (NDC).....	59
3.5	Hétérozygotie observée (Ho).....	60
3.6	Hétérozygotie attendue (He).....	61
3.7	Contenu de l'information polymorphe (PIC).....	62
3.8	Indice de différenciation (Fst).....	63
3.9	Fréquences alléliques.....	63
3.10	Niveau de polymorphisme.....	65
3.11	Dendrogramme.....	65
4	Caractéristiques des huiles d'olive.....	67
4.1	Rendement en huile.....	67

4.2	Acidité	67
4.3	Indice de peroxyde	68
4.4	Absorbance en UV visible	68
4.5	Stabilité à l'oxydation (Rancimat).....	68
4.6	Teneur en Phénols totaux.....	69
4.7	Teneur en pigments	69
4.8	Composition en acides gras.....	71
Conclusion générale et perspectives		75

Références bibliographiques

Annexe

Introduction Générale

Introduction générale

L'Algérie, à l'instar des pays méditerranéens, a une longue histoire avec la culture de l'olivier qui occupe plus d'un tiers de la superficie dédiée à la culture des arbres fruitiers avec une concentration hétérogène selon les régions du pays (54% dans la région centre, 29% à l'Est et 17% à l'Ouest).

Avec ses étages bioclimatiques très diversifiés, l'Algérie constitue un réservoir non négligeable de ressources oléicoles. Si la région Ouest est dominée par la variété Sigoise et quelques variétés introduites, les régions centre et Est présentent une richesse variétale de loin très élevée.

Hauville (1953) a signalé la présence en Algérie de 150 cultivars d'olivier plus ou moins abondants. Un projet intitulé «conservation, caractérisation, collecte et utilisation des ressources génétiques de l'olivier», lancé durant les années 1990s par le conseil oléicole international a abouti à la caractérisation et la conservation de 36 variétés locales répertoriées dans le catalogue des variétés algériennes de l'olivier par Mendil et Sebai (2006).

En général, des confusions concernant les noms des cultivars existent dans tous les pays oléicoles (Trujillo et al., 2013). Les synonymies (des noms différents pour le même cultivar) et les homonymies (le même nom pour différents cultivars) sont extrêmement fréquentes entre et dans les pays oléicoles (Barranco et al., 2000). Le grand manque d'informations sur la diversité de cette culture et les changements climatiques accélérés que connaît l'Algérie, auxquels s'ajoutent des problèmes de mauvaise gestion à l'échelle de l'oléiculteur (conduite inappropriée, manque de moyens et de savoir faire moderne) et aussi à l'échelle de l'administration centrale et locale (encourager la culture de certaines variétés algériennes comme Chemlal ou introduites au détriment des variétés autochtones, absence d'un programme national efficace de préservation des ressources phytogénétiques etc...) menacent la richesse génétique par le risque de disparition des anciennes variétés à diffusion restreinte qui peuvent présenter des caractéristiques de production, de qualité, de résistance et d'adaptation très intéressantes. Le problème réside dans la perte définitive d'une partie des ressources oléicoles qui restent encore mal connues, et dont les conséquences ne sont pas suffisamment évaluées actuellement.

Il existe dans plusieurs régions oléicoles du centre et de l'est de l'Algérie (El Taref, Bouira, Setif, Tizi-ouzou, Bejaia, Batna, Constantine, Skikda, Guelma...etc.) des variétés à diffusion

très restreinte et très peu connues, non répertoriées et qui sont maintenues traditionnellement par les populations rurales locales. Nous rencontrons également dans certains coins reculés, au climat aride à saharien, de nombreuses petites régions oléicoles riches en ressources non répertoriées (Alloum, 1974). C'est le cas des régions de Khirene et Zaouia (wilaya de Khenchela) et Ain Zaatout (village de Ath Ferrah, wilaya de Biskra) où cette culture est connue depuis au moins l'époque romaine, ce qui est attesté par la présence d'anciennes huileries et d'arbres plusieurs fois centenaires et millénaires (Camps-Fabrer, 1953). Ces variétés présentent un intérêt très important par leur adaptation au climat de la région et par leurs caractéristiques agronomiques et aussi par leur intérêt socio-économique et écologique.

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a comme objectifs : la prospection, la caractérisation et la description morphologiques, la caractérisation moléculaire par les marqueurs SSR ainsi que l'étude physico-chimique des huiles d'olive d'un ensemble de variétés dans le centre et l'est de l'Algérie afin d'apporter un maximum d'informations sur l'état réel de leur diversité et leurs caractéristiques. Ceci, constitue un élément clé pour la mise en place d'éventuels programmes de préservation contre l'érosion génétique ainsi que l'amélioration génétique de l'espèce.

A close-up photograph of olive branches. The olives are in various stages of ripeness, ranging from bright green to deep purple. The leaves are elongated and green. The background is softly blurred, showing more of the tree.

Chapitre I

Revue bibliographique

Chapitre 1 : Revue bibliographique

1 Origine et domestication

Les origines lointaines de l'olivier (*Olea europaea*) remontent aux confins de l'ère Tertiaire. La fin des glaciations marque le retour à des conditions plus favorables. Les débuts de l'Holocène correspondent alors à une conquête progressive de nouvelles niches écologiques et à l'extension de l'olivier induite, dans un premier temps, par l'amélioration climatique puis, vers 7000 – 6000 BP, favorisée par l'activité humaine (Terral et al., 2009).

L'olivier appartient au complexe *Olea europaea* pour lequel six sous espèces ont été définies en utilisant les caractères morphologiques (Green et Wickens, 1989 ; Vargas et Kadereit, 2001). Chacune de ces sous espèces a une distribution spécifique (figure n°01) :

- *Olea europaea* subsp. *europaea* : l'olivier méditerranéen composé de deux formes (l'olivier sauvage appelé oléastre et l'olivier cultivé)
- *Olea europaea* subsp. *marocana* : endémique du sud du Maroc
- *Olea europaea* subsp. *laperrinei* : montagnes du Sahara (Hoggar)
- *Olea europaea* subsp. *cerasiformis* : endémique de l'île Madeira
- *Olea europaea* subsp. *guanchica* : endémique des îles Canaries
- *Olea europaea* subsp. *cuspidata* : du sud de l'Afrique à la Chine

La distribution géographique et la structure génétique des populations d'olivier sauvage sont le résultat d'un long processus de contractions et d'expansions récursives en réponse aux changements climatiques et du flux génétique limité imposé par la distance géographique tel que les déserts et les mers (Besnard et al., 2018).

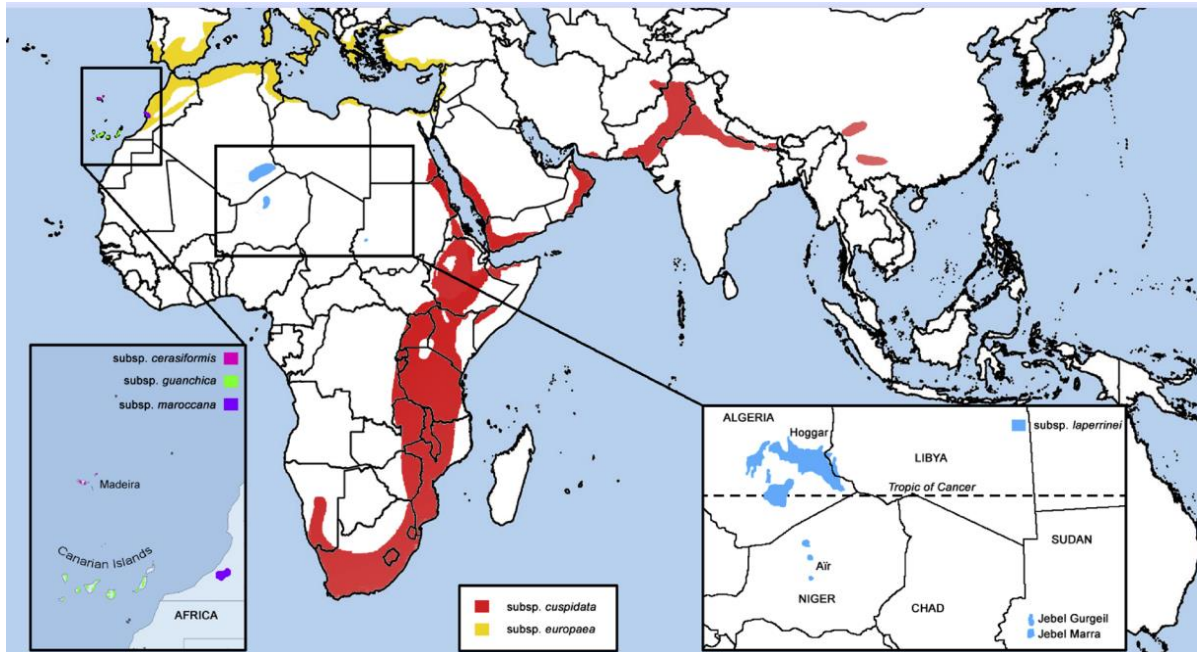


Figure n°01 : Distribution géographique des six sous espèces d'*Olea europaea* (Kassa et al., 2019)

L'olivier méditerranéen est supposé être inter-fertile avec les autres taxons (Besnard et al., 2001a) et les gènes échangés entre les populations distinctes peuvent avoir contribué à l'évolution de l'olivier méditerranéen (Quézel et Médail, 1995).

Des études basées sur les marqueurs microsatellites ont révélé la présence de deux Pools de gènes d'oléastre différents dans le bassin méditerranéen occidental et oriental (WE et WW) (Breton et al., 2006 ; Besnard et al., 2013b ; Diez et al., 2015). Parallèlement, les marqueurs plastidiques ont révélés une forte différenciation entre les populations d'oléastre de l'Est et de l'Ouest. Avant la propagation à la fois des oléastres et de l'olivier cultivé, la lignée plastidique E1 était probablement limitée à l'Est (du Levant à la Grèce), tandis que les deux autres lignées E2 et E3 étaient spécifiques aux régions de l'Ouest et du centre (Besnard et al., 2013b).

Il est difficile d'identifier le berceau de l'olivier cultivé et il existe des suggestions contrastées concernant son origine. Plusieurs investigateurs proposent non pas une seule mais plusieurs zones différentes dans le bassin méditerranéen comme lieu d'origine de la domestication (Voropaeva et Stika, 2018).

Plusieurs auteurs ont documenté l'exploitation humaine de l'oléastre depuis la plus haute antiquité et le néolithique précoce (Besnard et al., 2018). La domestication de l'olivier est caractérisée par la propagation végétative des génotypes les plus intéressants (Weiss et al., 2012), choisis pour leur valeur agronomique, pour leur capacité de croître dans des

environnements anthropogéniques et la facilité avec laquelle ils peuvent être propagés végétativement à travers le bouturage ou le greffage (Besnard et al., 2018). Le greffage de l'olivier était rapporté depuis les temps classiques, particulièrement dans la Grèce ancienne et l'ancienne Rome.

Les données obtenues par Besnard et Baali-Cherif (2009) soutiennent des centres de domestication au Proche-orient (Turquie et Palestine). Ces auteurs ont également révélés certains centres de domestication en méditerranée occidentale (Tunisie, Algérie, Maroc, Corse, France et Espagne). Il est à noter que, malgré la domestication multi-locale (Est et Ouest) très probable de l'olivier, l'apport du Pool génétique occidental dans la constitution du patrimoine variétal oléicole semble être mineur par rapport à celui oriental (Besnard et al., 2013b).

2 Caractéristiques morphologiques et physiologiques

L'olivier se distingue des autres espèces par sa pérennité et sa grande longévité. Aussi, il est réputé pour sa grande rusticité et sa plasticité lui permettant de se développer dans différentes conditions de milieu et de climat.

Le système racinaire peut être pivotant s'il est issu de semis et dans des terres légères ; ou fasciculé s'il est obtenu par bouturage et dans des terres lourdes (Loussert et Brousse, 1978).

Le tronc est d'aspect et de couleur variables selon l'âge. Chez les jeunes arbres, le tronc est droit, circulaire, lisse et de couleur gris-verdâtre. En vieillissant, il devient noueux, crevasse, élargi à la base en prenant une couleur grise foncée presque noire. De ce dernier sortent de grosses ramifications destinées à former la charpente de l'arbre (Loussert et Brousse, 1978). Sur les charpentières se développent des ramifications qui portent à leur extrémité des bourgeons terminaux et au niveau de chaque nœud, deux feuilles opposées avec à l'aisselle de chacune un bourgeon axillaire (Daoudi, 1994).

Les feuilles sont persistantes, avec des dimensions qui varient de 3 à 8cm de long et 1 à 2,5cm de large et une durée de vie d'environ 3ans (Loussert et Brousse, 1978).

Les inflorescences chez l'olivier sont constituées par des grappes de 4 à 6 ramifications secondaires et un nombre de fleurs par inflorescence allant de 10 à 40 par grappe en moyenne (Loussert et Brousse, 1978).

Le fruit de l'olivier est une drupe appelé olive de forme sphérique, ovoïde ou ovoïde-allongé. Celle de l'endocarpe est sphérique, ovoïde, elliptique ou allongée (Loussert et Brousse, 1978).

D'après Loussert et Brousse (1978), la période du repos hivernal s'étend de novembre à février. Le réveil printanier se manifeste par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion des bourgeons axillaires. Ces derniers, bien différenciés, donneront soit du bois (jeunes pousses), soit des fleurs.

La pollinisation chez l'olivier est essentiellement anémophile. Selon Hartmann et Bentelj (1986), elle n'est assurée que si le pollinisateur se trouve à moins de 30 m de la variété à polliniser.

Si le taux de fleurs fécondées varie de 1 à 5%, on obtient une récolte satisfaisante (Nouri, 1994).

Après la fécondation, l'ovaire se développe et grossit, on dit que le fruit est noué, cette nouaison correspond à l'apparition des jeunes fruits après la chute des pétales. De nombreux fruits peuvent chuter : c'est la chute physiologique de juin. Elle peut toucher jusqu'à 50% des fruits noués (Loussert et Brousse, 1978).

La maturation est un processus physiologique et biochimique intervenant vers la fin du cycle végétatif annuel de l'olivier. C'est la phase durant laquelle le fruit s'enrichit en huile (Loussert et Brousse, 1978).

Selon Poli (1979), le cycle biologique de l'olivier se déroule sur deux ans :

-La première année est caractérisée par la croissance des rameaux qui restent entièrement végétatifs ; cette croissance végétative se produit en une ou deux vagues (printemps et automne).

-La deuxième année, on observe les phénomènes de production : l'induction florale (Décembre-Janvier), puis la différenciation florale (Avril-Mai) et enfin la croissance et maturation des fruits (Juillet-Décembre).

D'après Boulouha (1995), ce cycle biologique est caractérisé par le chevauchement de deux fonctions physiologiques différentes : La floraison et la fructification de l'année en cours qui se manifeste sur les rameaux d'un an et la croissance végétative des nouvelles ramifications qui naissent sur les rameaux d'un an ou sur d'autres d'âge différents.

3 Les produits de l'olivier

Les deux principaux produits de l'olivier sont les olives destinées à la consommation directe (olive de table) et l'huile d'olive qui est obtenues après trituration. Bien évidemment, d'autres produits et sous produits peuvent être exploités pour différents usages (les feuilles, les

margines, grignon, bois...). Dans cette partie, nous aborderons seulement les olives et l'huile d'olive.

3.1 L'olive

Le fruit de l'olivier est une drupe composée de trois parties : l'exocarpe (la peau de l'olive), le mésocarpe qui est la partie comestible (environ 70 à 90% du poids total du fruit) (Galanakis, 2011), et d'endocarpe qui est le noyau (environ 10 à 30% du poids du fruit).

Le processus de croissance et de maturation des fruits de la floraison à la récolte peut prendre environ cinq mois dans des conditions climatiques normales (Ghanbari et al., 2012), la taille des fruits est influencée par plusieurs facteurs, comme la disponibilité en eau, la fertilité du sol, la température ou l'information génétique de chaque variété (Hammami et al., 2011).

Les olives ont la particularité de ne pas être directement consommées, en raison du fort goût amer causé par la présence d'oleuropéine et de ses dérivés dans la pulpe (Vinha et al., 2005). Le constituant principal des olives est l'eau (plus de 50 %), alors que les fibres et les protéines sont présents avec des teneurs faibles (environ 5 à 6 % et 1,6 à 3 % respectivement) (Conde et al., 2008). Elles ont aussi et surtout une quantité élevée d'huile (environ 14 à 30 %) (Rallo et al., 2018).

3.2 L'huile d'olive

La composition d'une huile d'olive dépend largement de la variété du fruit, des conditions agronomiques, du degré de maturité, des procédés d'extraction et des conditions de stockage (Dugo et al., 2004).

L'huile d'olive est constituée d'une vingtaine de triglycérides représentant environ 98 % de l'huile (Garcia-Gonzalez et al., 2008). Ces derniers sont en fait des esters de glycérol et d'acides gras qui sont en quantités variables, on trouve principalement les acides gras suivants: acide oléique (C18 :1), acide linoléique (C18 :2), acide palmitique (C16 :0) et l'acide stéarique (C 18 :0) (Ryan et al., 1998). L'acide oléique, présent en grande quantité, distingue l'huile d'olive des autres huiles alimentaires (Visioli et Galli, 1998 ; Ait Yacine et al., 2002).

D'autres composés présents en faibles quantités sont responsables de la qualité gustative de l'huile d'olive et de sa stabilité. Il s'agit de :

- Les stérols qui représentent les constituants majeurs de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive (20%) et sont présents sous forme libre et estérifiée avec les acides gras (Phillips et al., 2002).

- Les composés aromatiques qui sont des molécules de faible poids moléculaire possédant une volatilité à température ambiante et sont principalement : des aldéhydes, alcools, esters, hydrocarbures et cétones (Aparicio et al., 1997 ; Kiritsakis, 1998 ; Angerosa, 2002).
- Les composés phénoliques appartenant à diverses familles : phénols et hydroxyphénols, sécoïridoïdes, lignanes, flavonoïdes... etc. Certains composés phénoliques confèrent aux huiles vierges une saveur amère et une sensation de piquant (Denis et al., 2004).
- Les tocophérols qui sont dotés d'une activité antioxydante notamment l' α tocophérol qui représente plus de 95 % des tocophérols totaux (Ryan et al., 1998 ; Beltran et al., 2005).
- Les pigments qui sont les chlorophylles et les caroténoïdes. Ils sont transférés du fruit d'olive à l'huile durant l'extraction (Cerretani et al., 2008).

Le tableau n°01 résume la composition chimique générale de l'huile d'olive (*Acides gras, Triglycérides, Stérols, Tocopherols, Phenols, Chlorophylles, Carotenoides et Composés Volatiles*).

Tableau n°01 : Composition chimique générale de l'huile d'olive

Paramètres Chimiques	Quantité	Références
Composition en acides gras		
Acide Myristique (C14:0)	≤ 0,03 %	Commission Régulation (EEC) 2568/91
Acide Palmitique (C16:0)	7,50-20 %	
Acide Palmitoléique (C16:1)	0,30-3,50 %	
Acide Héptadécanoïque (C17:0)	≤ 0,30 %	
Acide Héptadécénoïque (C17:1)	≤ 0,30 %	
Acide Stéarique (C18:0)	0,50-5 %	
Acide Oléique (C18:1)	55,00-83 %	
Acide Linoléique (C18:2)	2,50-21 %	
Acide Linoléique (C18:3)	≤ 1,00 %	
Acide Arachidique (C20:0)	≤ 0,60 %	
Acide Eicosénoïque (C20:1)	≤ 0,40 %	
Acide Béhénique (C22:0)	≤ 0,20 %	
Acide Lignocérique (C24:0)	≤ 0,20 %	
Composition en Triglycérides		
Trioléin	40,0 – 59 %	Boskou (1996)
Palmitodioleïn	12,0 – 20 %	
Dioleolinoleïn	12,5 – 20 %	
Palmitooleolinoleïn	5,5 – 7 %	
Dipalmitooleïn	3,0 – 6,5 %	
Stéarodioleïn	3,0 – 7 %	
Composition en Stérols		
Cholestérol	≤ 0,5 %	Commission Régulation (EEC) 2568/91
Brassicastérol	≤ 0,1 %	
Campestérol	≤ 4 %	
Stigmastérol	< Campesterol	
β-Sitostérol apparent	≥ 93 %	
Δ-7-Stigmasténol	≤ 0,5 %	
Stérols totaux	≥ 1000 mg/kg	
Erythrodiol et uvaol	≤ 4,5 %	
Tocophérols	84 à 463 mg/kg	Beltrán et al., 2010
Phénols	250 à 800 mg/kg	Veneziani et al., 2018
Chlorophylles	1 à 40 mg/kg	Gandul-Rojas et al., 2000
Caroténoïdes	2 à 20 mg/kg	Gandul-Rojas et al., 2000
Composés Volatiles	8,06 à 34,24 mg/L	Cherfaoui et al., 2018

Source (Rodrigues et al., 2018)

4 Situation de l'oléiculture dans le monde et en Algérie

4.1 Situation de l'oléiculture dans le monde

Selon le rapport d'activité de l'AFIDOL (2018), la superficie oléicole mondiale est estimée à 11 380 081 hectares en 2018, avec une croissance annuelle de 1 à 2 % depuis 10 ans. La figure n°02 montre les productions mondiales annuelles de l'huile d'olive durant les dix dernières années (2010 à 2020). La production semble être fluctuante d'une année à une autre avec des pics atteignant 3321000 tonnes en 2011/2012 et 3379000 tonnes en 2017/2018.

Les pays de l'Union Européenne principalement l'Espagne, l'Italie et la Grèce totalisent à eux seuls 64% de la production mondiale (moyenne entre 2015 et 2020). L'Espagne reste le principal pays producteur avec 39% de la production mondiale, suivie par l'Italie, la Grèce, la Tunisie et la Turquie. (COI, 2020).

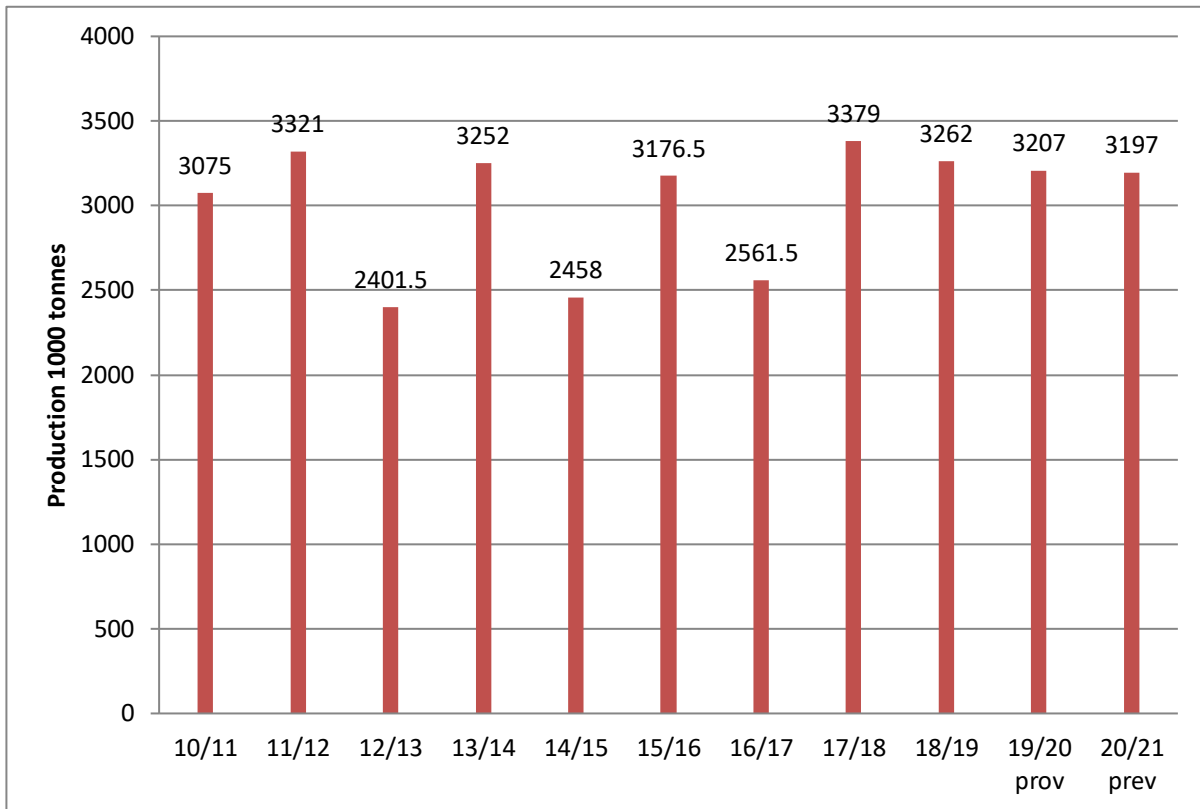


Figure n°02 : Evolution de la production mondiale de l'huile d'olive de 2010 à 2020 (COI, 2020)

La figure n°03 présente les productions mondiales annuelles d'olives de table durant les dix dernières années (2010 à 2020). Les niveaux de production sont relativement stables avec un pic de production enregistré en 2017/2018 (3 284 000 tonnes).

L’Egypte est le premier producteur mondial avec 600 000 tonnes en 2020 suivi par l’Espagne, la Turquie, l’Algérie et l’Italie (COI, 2020).

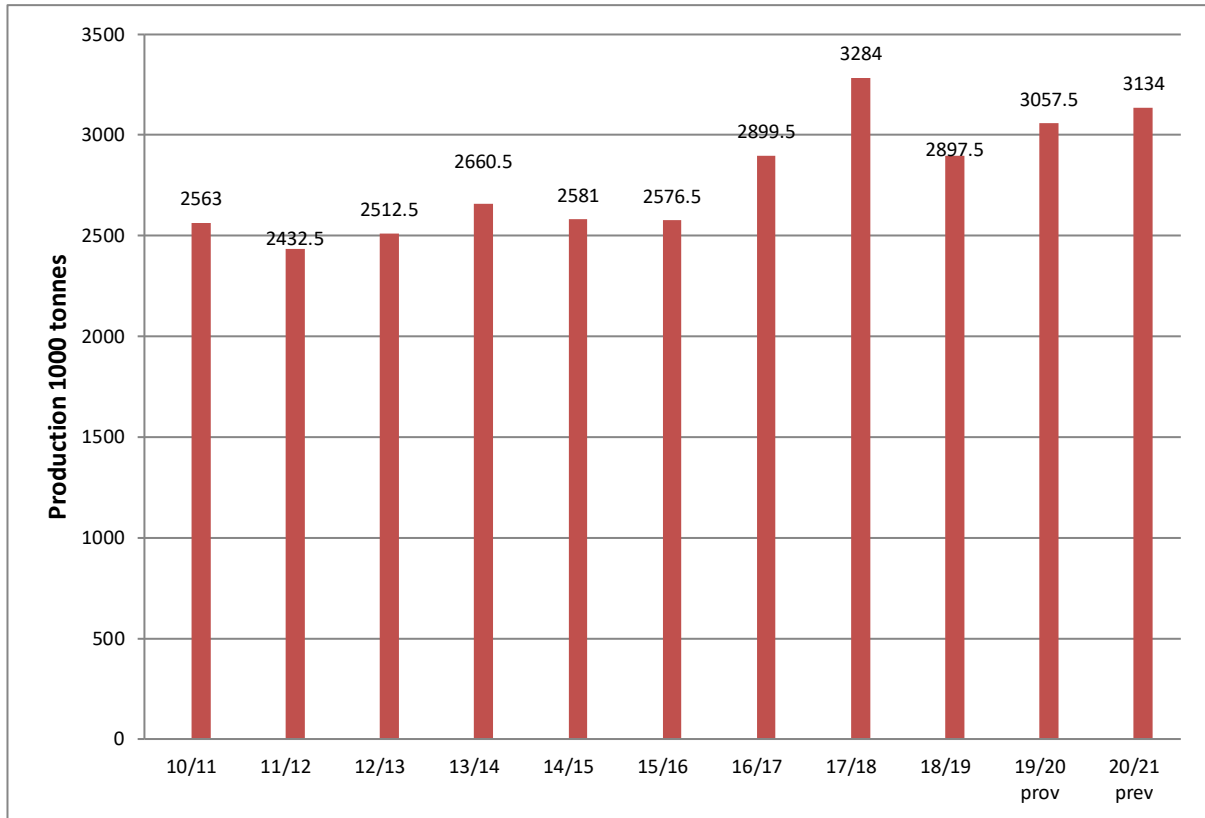


Figure n°03 : Evolution de la production mondiale d’olives de table de 2010 à 2020 (COI, 2020)

4.2 Situation de l’oléiculture en Algérie

L’olivier en Algérie est l’une des principales essences fruitières, il s’étend sur plus d’un tiers de la superficie des cultures fruitières arboricoles. Selon la FAO (2021), la superficie consacrée à cette culture est estimée à 431 654 Ha.

La figure n°04 montre la production nationale de l’huile d’olive durant les dix dernières années (2010 à 2020). La production nationale est caractérisée par de grandes fluctuations d’une année à l’autre avec un pique de production durant l’année 2019/2020 (125500 tonnes). Cette instabilité de production, constatée aussi pour la production mondiale est connue sous le nom de « phénomène de l’alternance ». Cependant, la production est généralement en progression entre l’année 2010 et l’année 2020.

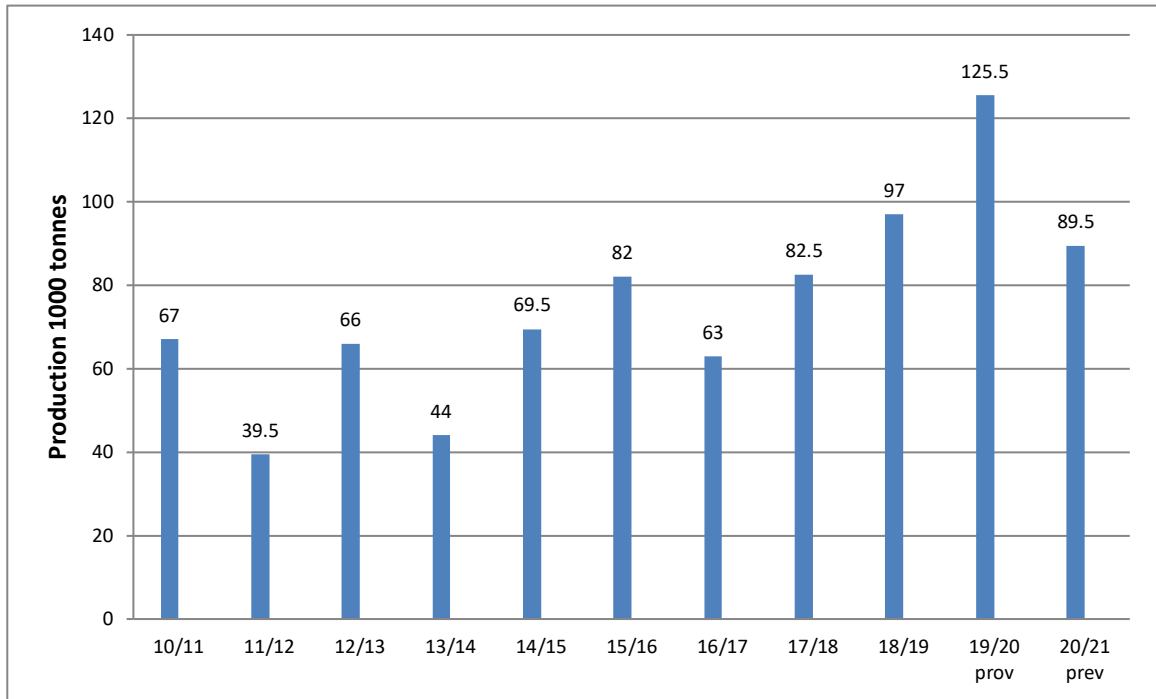


Figure n°04 : Evolution de la production algérienne de l’huile d’olive de 2010 à 2020 (COI, 2020)

La figure n°05 présente la production nationale d’olives de table durant les dix dernières années (2010 à 2020). La production est en nette progression notamment après l’année 2016/2017 pour atteindre un pique de production de 323000 tonnes en 2020.

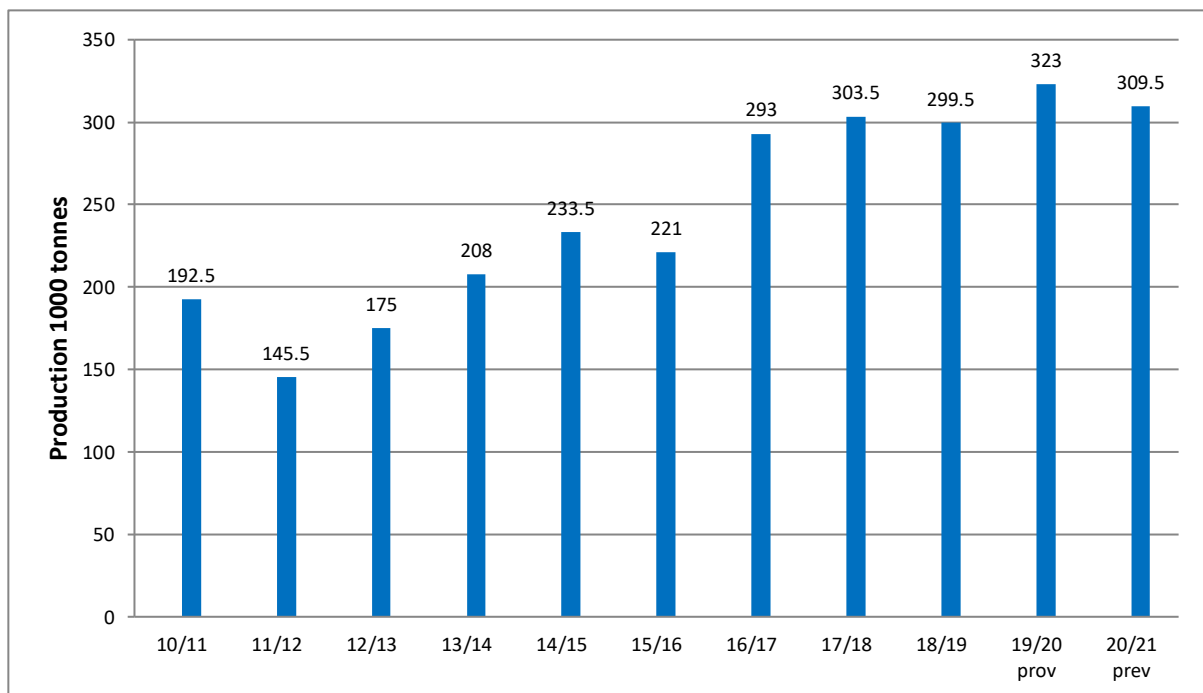


Figure n°05 : Evolution de la production algérienne d’olives de table de 2010 à 2020 (COI, 2020)

5 Ressources oléicoles

5.1 Ressources oléicoles dans le monde

Le patrimoine oléicole mondial est constitué par plus de 2600 variétés (Muzzalupo et al., 2014). L'Italie vient en première place avec plus de 800 variétés (Muzzalupo et al., 2012), suivie par l'Espagne avec 272 variétés (Barranco et Rallo, 2000). Ce nombre peut croître significativement avec la découverte de nouvelles (anciennes) variétés et les travaux d'identification en vue d'éliminer les confusions taxonomiques.

Le nombre de variétés utilisées et commercialisées ne représente qu'une très petite partie de ce patrimoine. Le tableau n°02 résume les principales variétés cultivées dans le monde.

Afin de conserver ces ressources, notamment les variétés les moins utilisées, plusieurs collections de germoplasme sont créées dans le monde :

Cordoue, Espagne (Dominguez-Garcia et al., 2012) ;

Marrakech, Maroc (Haouane et al., 2011) ;

Cosenza, Italie (Muzzalupo et al., 2009) ;

Porquerolles, France (Khadari et al., 2003).

Tableau n°02: Les principales variétés cultivées dans le monde.

Pays	Principales variétés
Albanie	Kaliniot.
Algérie	Chemlal ; Sigoise ; Azeradj ; Limli ; Blanquette de Guelma.
Argentine	Arauco.
Chili	Azapa.
Croatie	Lastovka ; Levantinka ; Oblica.
Chypre	Ladoelia.
Egypte	Aggezi Shami ; Hamed ; Toffahi.
Espagne	Alfafara ; Aloreña ; Arbequina ; Bical ; Blanqueta ; Callosina ; Carasqueno de la Sierra ; Castellana ; Changlot Real ; Cornicabra ; Empiltre ; Farga ; Gordal de Granada ; Gordal Sevillana ; Hojiblanca ; Lechin de Granada ; Lechin de Sevilla ; Loaime ; Lucio ; Manzanilla cacerena ; Manzanilla Prieta ; Manzanilla de Sevilla ; Mollar de Ceiza ; Morisca ; Morona ; Morrut ; Palomar ; Picual ; Picudo ; Rapasayo ; Royal de Gazorra ; Sevillena ; Verdial de Badajoz ; Verdial de Huelva ; Verdial de Velez-Málaga ; Verdiell ; Villalonga.
France	Aglandau ; Bouteillan ; Grossane ; Lucques ; Picholine Languedoc ; Salonenque ; Tanche.
U.S.A	Mission.
Grèce	Adramitini ; Amigdalolia ; Chalkidiki ; Kalamone ; Conservolia ; Koroneiki ; Mastoidis ; Megaritiki ; Valanlia.
Italie	Ascolana Tenera ; Biancolilla ; Bosana ; Canino ; Carolea ; Casaliva ; Cassanese ; Cellina di Nardo ; Coratina ; Cucco ; Dolce Agogia ; Dritta ; Frantoio ; Giarruffa ; Grignan ; Itrana ; Leccino ; Majatica di Ferrandina ; Maraiolo ; Nocellara del Belice ; Nocellara Etnea ; Oliarola Barese ; Oliva di Cerignola ; Ottobratica ; Pendolino ; Oisciottana ; Pizz'e Carroga ; Rosciola ; Sant Agostino ; Santa Caterina ; Taggiasca.
Jordanie	Rasi'i.
Liban	Soury.
Maroc	Haouzia ; Menara ; Meslala ; Picholine Marocaine.
Palestine	Nabali Baladi.
Portugal	Carrasquenha ; Cobrançosa ; Cordovil de Castelo ; Branco ; Cordovil de Serpa ; Galega ; Vulgar ; Maçanilha ; Algariva ; Redondal.
Slovénie	Bianchera.
Syrie	Abou-Satl ; Doebli ; Kaissy ; Sorani ; Zaity.
Tunisie	Chemlali de Sfax ; Chétoui ; Gerbouï ; Meski ; Oueslati.
Turquie	Ayvalik ; çekiste ; çebebi ; Domat ; Erkence ; Gemlik ; Izmir Sofralik ; Memecik ; Uslu.
Yugoslavie	Zutica.

Sources : (Benrachou et Henchiri, 2013)

5.2 Ressources oléicoles en Algérie

L'Algérie compte officiellement 36 variétés (Tableau n°03) identifiées et préservées dans une station expérimentale (station ITAFv de Sidi Aich, Béjaia). Ces dernières sont le résultat d'identification suite aux travaux réalisés par Mendil et Sebai (2006) en collaboration avec le Conseil Oléicole International.

En fait, Hauvill dans ses travaux de prospection et d'identification réalisés sur les ressources oléicoles algérienne en 1953, signale l'existence d'un nombre de 150 variétés plus ou moins abondantes. Des événements historiques que l'Algérie a connu à travers les âges (conquêtes et migrations des populations) ont permis à l'olivier de s'installer dans des régions diverses et même loin du bassin méditerranéen sous des conditions climatiques extrêmes. Ainsi, nous savons aujourd'hui que dans plusieurs régions oléicoles traditionnelles dans le centre et l'est de l'Algérie, existe un nombre considérable de dénominations avec des caractéristiques uniques (ex : Khenchela, Biskra, Tizi-ouzou, Bejaia, Setif, Skikda, Guelma, Batna et El Taref).

Tableau n°03 : Variétés du catalogue algérien de l'olivier (Mendil et Sebai, 2006)

N°	Variété	N°	Variété	N°	Variété
1	Abani	13	Blanquette de Guelma	25	Limli
2	Aberkane	14	Bouchouk Guergour	26	Longue de Miliana
3	Aeleh	15	Bouchouk Lafayette	27	Mekki
4	Aghchren d'el Ousseur	16	Boughenfous	28	Neb Djemel
5	Aghchren de Titest	17	Bouchouk Soummam	29	Ronde de Miliana
6	Aghenfas	18	Bouichret	30	Rougette de Mitidja
7	Agrarez	19	Boukaila	31	Sigoise
8	Aguaou	20	Bouricha	32	Souidi
9	Aharoun	21	Chemlal	33	Tabelout
10	Aimel	22	Ferkani	34	Takesrit
11	Akerma	23	Grosse du Hamma	35	Tefah
12	Azeradj	24	Hamra	36	Zeletni

Durant les dix dernières années, plusieurs études de caractérisation génétique par les marqueurs moléculaires ont été réalisées sur un ensemble de 63 variétés algériennes (Tableau n°04). Cependant, ce nombre (63) semble être très loin du nombre réel des variétés existantes en Algérie car plusieurs autres anciennes variétés autochtones existent dans différentes régions et restent non caractérisées, non exploitées et menacées de disparition à cause de plusieurs contraintes techniques, climatiques et socio-économiques. Ceci dit, la majorité des études se sont focalisées sur les 36 variétés précédemment mentionnées ce qui engendre une

sous estimation du degré de la diversité que pourrait avoir le germoplasme de l'olivier en Algérie.

Des travaux de prospection qui doivent précéder les études de diversité génétique restent très rares et peu profondes. Les auteurs mentionnés dans le tableau n°04, ont inclus des nombres réduits de variétés inconnues :

Dominguez-Garcia et al. (2012) : 12 variétés ;

Haouane et al. (2011) : 10 variétés ;

Haddad et al. (2020) : 6 variétés ;

Mansouri et Benbouza (2014) : 05 variétés ;

Abdessemed et al. (2015) : 03 variétés ;

Enfin El Bakkali et al. (2020) : 02 variétés ;

Boucheffa et al. (2016) : 01 variété ;

Koehmstedt et al. (2011) : 01 variété.

Tableau n°04: Variétés étudiées par les marqueurs SSR par auteur

Auteurs	Nombre	Noms des variétés étudiées
Haddad et al., 2020	34	Abani, Aberkane, Aeleh, Aghchren d'el Ousseur, Aghchren de Titest, Aghenfas, Agrarez, Aguenauou, Aimel, Akerma, Azeradj, Blanquette de Guelma, Bouchouk Guergour, Bouchouk Lafayette, Bouchouk Soummam, Boughenfous, Bouichret, Boukaïla, Bouricha, Chemlal, Ferkani, Grosse du Hamma, Hamra, Limli, Longue de Miliana, Mekki, Neb Djemel, Ronde de Miliana, Rougette de Mitidja, Sigoise, Souidi, Tabelout, Takesrit, Tefah.
El bakkali et al., 2020	9	Blanquette de Castu, Blanquette de Guelma, Chemlal, Bouchouk Soummam, Azeradj, Limli, Rougette, Tabelout.
Boucheffa et al., 2019	8	Aaleh, Abani, Aberkane, Azeradj, Chemlal, Limli, Tabelout, Takesrit.
di Rienzo et al., 2018	18	Takesrit, Chemlal, Azeradj, Agrarez, Aelah, Akerma, Aberkane, Aghenfas, Abani, Boughenfous, Bouichret, Bouchouk Lafayette, Bouchouk Soummam, Tabelout, Tefah, Aharoun, Limli, Sigoise.
Abdessemed et al., 2018	7	Aghchren de titest, Aguenauou, Blanquette de Guelma, Chemlal, Limli, Rougette de Mitidja, Sigoise.
Boucheffa et al., 2016	18	Aaleh, Abani, Aberkane, Aghenfas, Aghenfous, Agrarez, Aharoun, Akerma, Azeradj, Bouchouk, Boughenfous, Bouichret, Chemlal, Limli, Sigoise, Tabelout, Takesrit, Tefah.
Abdessemed et al., 2015	21	Abani, Aeleh, Aghchren de titest, Aghchren del ouisseur, Aghenfas, Aguenauou, Azerdaj, Beskri, Blanquette de Guelma, Bouchouke Soummame, Takesrit, Tefah, Telthi, Bouichret Chemlal, Ferkani, Gelb al faroudje, Limli, Rougette de Mitidja, Sigoise, Souidi.
Mansouri et Benbouza, 2014	6	Beskri, Ferdel, Chemlal, Gelb al faroudje, Sigoise, Telthi, Sofiana.
Trujillo et al., 2013	2	Chemlal de Kabilye, Sigoise.
Dominguez-Garcia et al., 2012	15	Azeradj, Balbal, Biliti, Bouricha, Braouki, Chemlal, Chetoui, Derdouri, El-Kharfi, Kerdoussi, Laaninbi, Lahmar, Lokchiri, Rouihni, Sigoise.
Belaj et al., 2012	1	Chemlal.
Haouane et al., 2011	43	Abani, Aberkane, Aghchren de Titest, Aghchren d'Elousseur Aghenfas, Agrarez, Aguenauou, Aharoune, Ahia-Ousbaa, Aïmel, Akenane, Akerma, Attounsi, Azeboudj de Khirene, Azeradj, Azeradj Tamorka, Blanquette de Castu, Blanquette de Guelma, Bouchouk Lafayette, Bouchouk Soummam, Boughenfous, Boukaïla, Bouricha, Chemlal, Ferkani, Grosse du Hamma, Hamra, Ifiri, Khadraïa, Limli, Longue de Meliana, Mekki, Neb jmel, Ronde de Meliana, Rougette de Metidja, Sigoise, Souidi, Takesrit, Tefah, Zeboudj Boudoudan, Zeletni.
Koehmstedt et al., 2010	1	Grosse Aberkane.

5.3 Etude de la diversité des ressources oléicoles

La diversité des ressources oléicole a été l'objet de plusieurs études par différents types de marqueurs : morphologiques, biochimiques et moléculaires.

Les marqueurs moléculaires ont été largement utilisés pour la caractérisation des ressources génétiques de l'olivier dans plusieurs pays oléicoles. Parmi les principaux marqueurs utilisés : RAPD, AFLP, ISSR, SCAR, SSR et plus récemment les SNP.

5.3.1 RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)

Développée par Williams et al. (1990), cette méthode utilise des amorces de séquence arbitraire qui s'hybrident au hasard sur le génome. Les polymorphismes détectés résultent des modifications au niveau des sites de fixation de l'amorce.

Ces marqueurs ont été utilisés pour étudier la présence potentielle de variabilité intra-variétale, les relations génétiques entre les variétés et la caractérisation génétique des variétés mineures dans les régions locales (Sebastiani et Busconi, 2017).

5.3.2 ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)

Cette technique est rapportée par Zietkiewicz et al. (1994). Elle est basée sur l'amplification par PCR des séquences présentes entre les répétitions microsatellites.

Les ISSR ont été utilisés pour étudier et caractériser la variabilité génétique du matériel génétique de l'olivier local, et utilisés en combinaison avec deux autres systèmes de marqueurs basés sur les rétrotransposons (IRAP et REMAP) pour la caractérisation moléculaire de variétés d'olivier (Sebastiani et Busconi, 2017).

5.3.3 AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism)

Cette technique développée par Vos et al. (1995) est basée sur l'utilisation d'enzymes de restriction et la détection de la variation entre les fragments résultants par l'amplification PCR. Cette technique qui ne requière aucune connaissance préalable de la séquence est très utile dans la détection des polymorphismes entre les génotypes étroitement liés (Belaj et al., 2004).

Les marqueurs AFLP ont été utilisés pour un large éventail d'applications, telles que la cartographie d'association pour découvrir des traits intéressants, l'analyse de la véritable nature hybride des croisements entre différentes variétés et caractérisation, en association avec d'autres types de marqueurs, du germoplasme d'olivier (Sebastiani et Busconi, 2017).

5.3.4 SCAR (Sequence Characterized Amplified Region)

Introduite par Paran et Michelmore (1993), cette technique utilise les avantages de la génération de bandes par une expérimentation de type RAPD ou AFLP. Elle convertit une bande, sujette à des difficultés d'interprétation et/ou de reproductibilité, en un marqueur très fiable.

Chez l'olivier, les SCAR ont été utilisés pour l'identification des variétés et la traçabilité de l'huile d'olive et dans les programmes de sélection assistée par marqueurs (SAM) Bracci et al., 2011).

5.3.5 SSR (Simple Sequence Repeats)

Ce sont des répétitions en tandem de motif mono-, di-, tri- ou tétra-nucléotidiques [(A)_n, (TC)_n, (TAT)_n, (GATA)_n] à différents loci. De tels motifs sont très abondants et très polymorphes dans le génome des eucaryotes (Tautz, 1989, in Santoni et al., 2000). Cette méthode consiste à amplifier uniquement ce fragment et à observer un polymorphisme de taille entre différents génotypes.

Les SSR ont été utilisés pour étudier la diversité des germoplasmes d'oliviers nationaux des pays méditerranéens et non méditerranéens, analyser des relations génétiques entre les différents accessions maintenus dans les germoplasmes de conservation in-situ et ex-situ. Diverses analyses ont été récemment menées pour caractériser la variabilité génétique de l'olivier sauvage méditerranéenne parallèlement à l'analyse de l'olivier cultivé afin de reconstruire l'origine de domestication de cette espèce. Dans l'ensemble, ces études ont permis d'identifier des pools de gènes à la fois chez l'olivier cultivé et l'oléastre (Sebastiani et Busconi, 2017).

5.3.6 SNP (Single Nucleotide Polymorphism)

Les SNP sont de petites variations dans la séquence d'ADN. Ils sont les marqueurs les plus abondants chez tous les organismes vivants. Ils ont été utilisés plus fréquemment pour étudier la variabilité génétique de l'olivier (Sebastiani et Busconi, 2017). Tout en étant moins polymorphes que les microsatellites, ils ont montré un niveau de polymorphisme intéressant d'où la nécessité de développer plus de SNP pour les rendre aussi discriminants que les SSR (Colao et al., 2011). Les SNP ont été utilisés pour l'analyse de l'identité génétique, la traçabilité de l'huile et pour la cartographie génétique (Sebastiani et Busconi, 2017).



Chapitre II

Matériels et méthodes

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

1 Objectifs de l'étude

L'objectif de cette présente étude est l'identification et la caractérisation d'un ensemble de variétés locales d'olivier dans le centre et l'est de l'Algérie.

Pour atteindre cet objectif, une prospection sur terrain est d'abord réalisée, ensuite une caractérisation morphologique suivie d'une caractérisation moléculaire et l'étude de certaines caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive sont réalisées.

2 Situation géographique et climatique de la zone d'étude

L'étude a concerné plusieurs wilayas du centre et de l'est algériens : El Taref, Bouira, Setif, Tizi-ouzou, Bejaia, Khenchela, Biskra, Skikda et Guelma (Figure n°06).

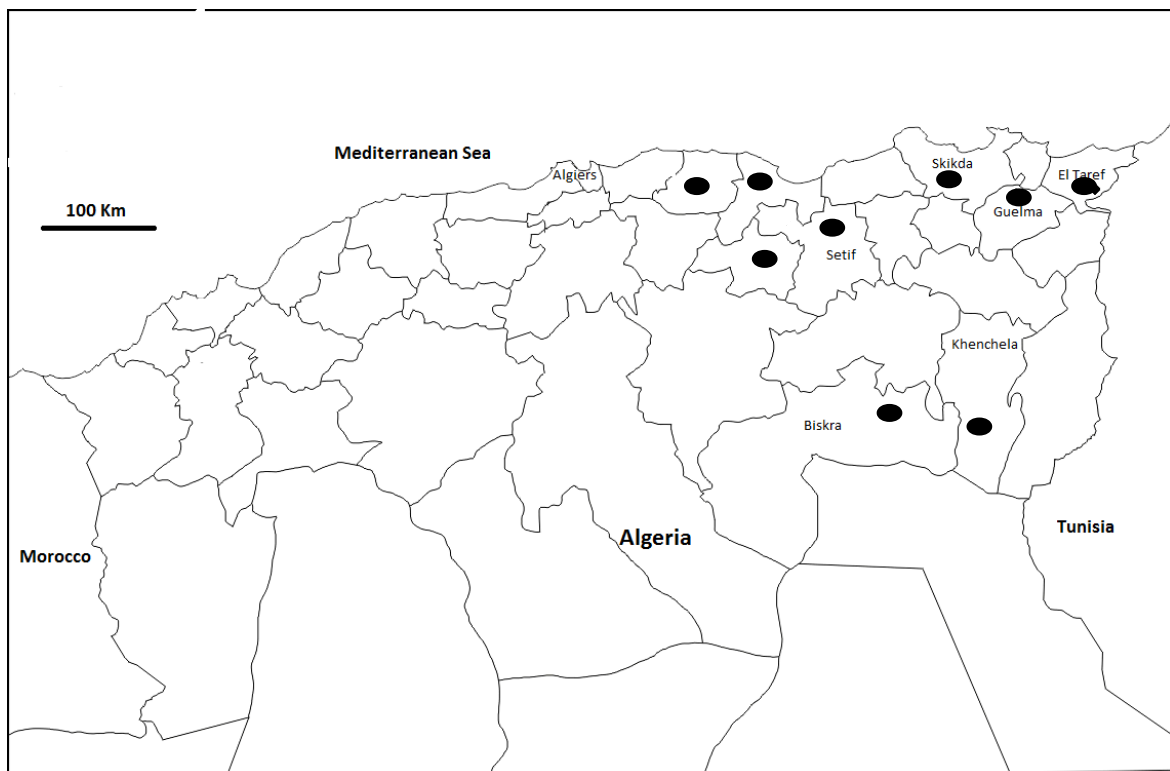


Figure n°06 : Situation géographique des zones d'étude

Les wilayas d'El Taref, Skikda et Guelma présentent un climat humide avec les précipitations les plus élevées dépassant les 900 mm (Beldjazia et Toubal, 2009 ; Farah et Benderradji, 2014 ; Kherifi et Kherici-Bousnoubra, 2017).

Les wilayas de Bouira, Setif, Bejaia et Tizi-ouzou sont classées dans l'étage bioclimatique subhumide, caractérisées par des précipitations entre 600 mm et 900 mm (Barkat et Djirar, 2014 ; Khabtane et Rahmoune, 2014 ; Lahouazi et al., 2016).

Les zones d'étude des wilayas de Biskra et Khenchela, quant à elles, sont classées dans l'étage saharien à hiver doux avec des précipitations inférieures à 350 mm (Khabtane et Rahmoune, 2014).

3 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est composé des organes fruits et noyaux pour la caractérisation morphologique de 23 variétés, de 9 échantillons d'huile d'olive (7 monovariétaux et 2 sont des mélanges), ainsi que de l'ADN génomique pour la caractérisation moléculaire de 12 variétés (Tableau n°05).

Les arbres échantillonnés sont tous en bon état sanitaire.

Tableau n°05 : Variétés caractérisées par les marqueurs morphologiques, moléculaires et concernées par l'étude de l'huile d'olive

N°	Variété	Zone	Caractérisation morphologique	Caractérisation moléculaire	Caractéristiques de l'huile d'olive
1	Ahia ousbaa	Khenchela	X	X	X
2	Akenane	Biskra	X	X	X
3	Alslith	Khenchela	X	X	X
4	Azeboudj de Ain Zaatout	Biskra	X		
5	Azeboudj Boudhoudhane	Khenchela	X		X
6	Azeboudj de Khirene	Khenchela	X		
7	Azeboudj de Elouandoura	Khenchela	X		
8	Azizawth	Khenchela	X	X	X
9	Balbal	Skikda	X		
10	Barouni	El teref	X		
11	Abeskri de Ain Zaatout	Biskra	X	X	X
12	Blanquette de Gastu	Guelma	X		
13	Bouchouka	Skikda	X		
14	Bouguenfou	Khenchela	X	X	
15	Chetoui	Skikda	X		
16	Derdi	Skikda	X		
17	Guerboua	El teref	X		
18	Melissi	Setif	X		
19	Rougette de Fejouj	Guelma	X		
20	Serti	Skikda	X		
21	Taliani	El teref	X		
22	Serradj	Skikda	X		
23	Azeradj de Ain Zaatout	Biskra	X	X	X
24	Nebjmel	Bejaia		X	
25	Ferkani	Bejaia		X	
26	Aeleh	Bejaia		X	
27	Mekki	Bejaia		X	
28	Souidi	Bejaia		X	
29	Abeskri de Khirene	Khenchela		X	

4 Prospection et méthodes de caractérisation

4.1 Prospection sur terrain

Des sorties sur terrain sont réalisées avec l'aide des agents de l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV) et de la subdivision agricole de Chechar dans différentes régions du centre et est du pays (wilayas : El Taref, Bouira, Setif, Tizi-ouzou, Bejaia, Khenchela, Biskra, Skikda et Guelma) en période de récolte et durant deux saisons oléicoles successives (2014-2016).

Cette étape nous a permis de noter la présence de dénominations de variétés inconnues, de prélever des échantillons des variétés concernées et d'avoir des données sur leur effectif et leur potentiels agronomiques, ainsi que le savoir faire local qui va être utile pour une meilleure préservation et utilisation de la ressource.

4.2 Caractérisation morphologique

23 variétés ont été échantillonnées durant les deux saisons d'étude. La caractérisation morphologique a concerné les descripteurs quantitatifs et qualitatifs de l'arbre, du fruit et du noyau décrits dans la méthodologie établie par le Conseil Oléicole International dans sa méthodologie pour la caractérisation primaire des variétés d'olivier. Les observations et les mesures ont été réalisées sur 40 fruits et 40 noyaux de chaque arbre à raison de 5 arbres par variété. Un total de 25 caractères de l'arbre, du fruit et du noyau ont été utilisés dans cette étude dont 10 sont quantitatifs et 15 sont qualitatifs (Tableau n°06).

Tableau n°06 : Liste des caractères étudiés

Organes	Caractères	
Caractères du noyau	PN	Poids du noyau
	LN	Longueur du noyau
	DN	Largeur du noyau
	LN/DN	Rapport longueur sur diamètre du noyau
	SyAN	Symétrie en position A du noyau
	SyBN	Symétrie en position B du noyau
	PDmaxN	Position du diamètre maximal du noyau
	FsomN	Forme du sommet du noyau
	FbaseN	Forme de la base du noyau
	SurfN	Surface du noyau
	NS	Nombre de sillons
	ESN	Extrémité du sommet du noyau
Caractères du fruit	PO	Poids du fruit
	LO	Longueur du fruit
	DO	Largeur du fruit
	LO/DO	Rapport longueur sur diamètre du fruit
	SyAO	Symétrie en position A du fruit
	PDmaxO	Symétrie en position B du fruit
	FsomO	Forme du sommet du fruit
	FbaseO	Forme de la base du fruit
	Mam	Présence du mamelon
	RPN	Rapport pulpe/noyau
Caractères de l'arbre	Vig	Vigueur de l'arbre
	DensF	Densité du feuillage
	Port	Le port de l'arbre

Matériel utilisé :

Les caractères quantitatifs étaient mesurés par une balance de précision et un pied à coulisse, alors que les caractères qualitatifs étaient estimés à l'œil nu.

Les analyses statistiques suivantes : Analyse de la variance, les groupes homogènes (alpha = 0,05), et l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) étaient réalisées par le logiciel Statistica V10. Quant à l'analyse en correspondances multiples (ACM), elle était réalisée par le logiciel Excel stat.

Afin d'estimer la diversité phénotypique des caractères quantitatifs, l'indice de Shannon-Weaver est calculé sur la base des fréquences des classes correspondantes à chaque caractère.

L'indice de Shannon-Weaver (H) est donné par la formule suivante (Shannon et Weaver, 1964) :

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Où :

P_i : fréquence de la classe i

n : nombre d'individus d'une classe dans l'échantillon

Une valeur de l'indice de diversité relative (J) est obtenue en divisant la valeur de (H) sur sa valeur maximale H_{max} ($H_{max} = \ln(n)$) :

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

4.3 Caractérisation moléculaire par les marqueurs SSR

Un ensemble de 12 variétés a fait l'objet d'une analyse moléculaire par les marqueurs microsatellites. Ces variétés sont échantillonnées dans les zones suivantes : Bejaia (ITAFv de Sidi Aiche), Khenchela (Khirene et Zaouia) et Biskra (Aine Zaatout).

4.3.1 Extraction de l'ADN

A partir des jeunes feuilles de chacune des 12 variétés préalablement échantillonnées et conservées à $-80^{\circ}C$, une masse de 100 mg est broyée dans de l'azote liquide. L'extraction de l'ADN génomique était réalisée suivant la méthode décrite par Sá et al. (2011).

Le tissu de feuilles broyées est transféré dans un tube eppendorf de 2 ml contenant 1,3 ml de tampon d'extraction préchauffé ($70^{\circ}C$). Le tube est mélangé par inversion et laissé au repos pendant 2 minutes à température ambiante. Ensuite, 10 μ L de protéinase K (20 mg / ml) ont été ajoutés et le mélange est mélangé à nouveau par inversion pendant 1 min et ensuite incubé à $70^{\circ}C$ dans un bain-marie pendant 30 minutes avec une agitation occasionnelle. Le tube est centrifugé à 10000 tr / min, pendant 5 minutes à $4^{\circ}C$ et le surnageant est transféré dans un autre tube eppendorf de 2 ml. Un volume égal de phénol: chloroforme: alcool isoamylique (25: 24: 1) est ajouté, et le tube est agité en inversion douce pendant 5 min, puis incubé dans de la glace pendant 10 min et centrifugé à 10000 tr / min pendant 5 min à $4^{\circ}C$. Le surnageant

est transféré dans un autre tube eppendorf de 2 ml et un volume égal de chloroforme: alcool isoamylique (24: 1) est ajouté. Le tube est ensuite agité doucement pendant 5 min, incubé sur de la glace pendant 10 min et centrifugé à 10000 tr / min pendant 5 min à 4 °C. La phase aqueuse supérieure est transférée dans un autre tube eppendorf de 1,5 ml et l'ADN est précipité en ajoutant un volume d'isopropanol glacé (-20 °C) et agité par inversion douce et incubé à -20 °C pendant 1 heure, puis centrifugé à 13 000 tr / min pendant 20 min à 4 °C.

Le culot obtenu est lavé avec 500 µL d'éthanol 70% glacé et centrifugé à nouveau à 13000 tr / min pendant 5 min à 4 °C. Eliminer le surnageant et laisser sécher le culot pendant 20 min à température ambiante. Finalement, le culot est remis en suspension dans 50 µL d'eau désionisée et stocké à -20 °C.

La qualité de l'ADN était vérifiée par électrophorèse dans un gel d'agarose (0,8 %), et la concentration était estimée en utilisant un appareil Nanodrop microvolume spectrophotometer, mySPEC Twin (VWR, Germany).

4.3.2 Marqueurs SSR utilisés

Huit (08) marqueurs SSR (Tableau n°07), préalablement publiés et déjà testés utiles pour la caractérisation des variétés d'olivier, ont été utilisés pour étudier la diversité génétique de 12 variétés (Tableau n°05) échantillonnées dans les wilayas suivantes : Bejaia (ITAFv de Sidi Aiche), Khenchela (Khirene et Zaouia) et Biskra (Aine Zaatout).

Tableau n°07 : Marqueurs SSR utilisés

Marqueur SSR		Séquences des amorces (5' – 3')	Auteurs	
DCA03	F	CCC AAG CGG AGG TGT ATA TTG TTA C	Sefc et al., 2000	
	R	TGC TTT TGT CGT GTT TGA GAT GTT G		
DCA05	F	AACAAATCCCATACGAACTGCC		
	R	CGTGTTGCTGTGAAGAAAATCG		
DCA09	F	AAT CAA AGT CTT CCT TCT CAT TTC G		
	R	GAT CCT TCC AAA AGT ATA ACC TCT C		
DCA14	F	AATTTTTTAATGCACTATAATTTAC		
	R	TTGAGGCTCTATATCTCCCAGGGG		
DCA18	F	AAG AAA GAA AAA GGC AGA ATT AAG C		
	R	GTT TTC GTC TCT CTA CAT AAG TGA C		
GAPU-59	F	CCCTGCTTTGGTCTTGCTAA		Carriero et al., 2002
	R	CAAAGGTGCACTTTCTCTCG		
UDO99-039	F	AAT TAC CAT GGG CAG AGG AG	Cipriani et al., 2002	
	R	CCC CAA AAG CTC CAT TAT TGT		
EM090	F	CATCCGGATTTCTTGCTTTT	de la Rosa et al., 2002	
	R	AGCGAATGTAGCTTTGCATGT		

4.3.3 Amplification par PCR

La PCR a été réalisée pour un volume final de 20 µL contenant 20 ng d'ADN, 2 µl de tampon de réaction GoTaq® incolore 5X (Promega), 2,5 mM de MgCl₂, 200 µM de chacun des dNTP, 0,25 µM de chaque amorce (l'amorce directe a été marquée avec un Colorant fluorescent soit 6-FAM ou HEX) et 0,03 unités d'ADN Polymerase GoTaq® (Promega). Les PCR ont été réalisées dans un appareil thermocycleur MyCycler (Bio-Rad) avec une dénaturation initiale à 94 °C pendant 4 minutes; suivie de 35 cycles de 92 °C pendant 30 secondes, 50-55 °C pendant 30 secondes et 72 °C pendant 1 minute puis une extension finale à 72 °C pendant 7 minutes.

Avant de passer à l'étape suivante (Electrophorèse capillaire), une vérification de la présence de bandes des segments amplifiés est réalisée dans un gel d'agarose 2%.

4.3.4 Electrophorèse capillaire

Les produits de PCR ont été séparés par électrophorèse capillaire par la société Stab Vida (<http://www.stabvida.com/>) et les profils des génotypes ont été visualisés et évalués par le logiciel Peak Scanner V 1.0.

Les tailles des produits amplifiés ont été déterminées sur la base d'un standard interne inclus avec chaque échantillon.

4.3.5 Paramètres de diversité étudiés

Les paramètres suivants sont déterminés en utilisant plusieurs logiciels de bioinformatique :

- Le nombre d'allèles détectés (Na), le nombre d'allèles effectifs (Ne), l'hétérozygotie observée (Ho), l'hétérozygotie attendue (He), le nombre d'allèles privés et le pourcentage d'allèles polymorphes sont calculés par le logiciel Popgene 1.32.
- Le contenu de l'information polymorphe (PIC) est calculé par le logiciel GenePop 4.2.2.
- La fréquence allélique, l'indice de différenciation (Fst) et le nombre de variétés distinguées (NDC) sont calculés par le logiciel GenAlEx 6.51b2.
- Le dendrogramme est réalisé par le logiciel Popgene 1.32.

4.3.5.1 Fréquences alléliques

La fréquence allélique est la proportion de tous les allèles donnés d'un même type à un certain locus dans cette population (Hartl, 1988).

La formule suivante permet de calculer la fréquence P_i, de l'allèle i au locus k dans la population x :

$$P_{ikx} = 2(n_{ii}) + n_i / 2N$$

- n_{ii} est le nombre d'individus homozygotes pour l'allèle i au locus k
- n_i est le nombre d'individus hétérozygotes pour l'allèle i au locus k
- N est le nombre total d'individus typés au locus k avec
- l_k : est le nombre d'allèles au locus k

4.3.5.2 Taux d'hétérozygotie observée (H_o)

Le taux d'hétérozygotie observée (H_o) est calculé par le rapport entre le nombre d'individus hétérozygotes et le nombre total d'individus pour un locus donné.

$$H_o = \frac{N_h}{T}$$

N_h : nombre d'individus hétérozygotes

T : nombre total d'individus

4.3.5.3 Taux d'hétérozygotie attendue H_e

Le taux d'hétérozygotie attendue (théorique) H_e est calculé dans les conditions d'équilibre de Hardy-Weinberg par la formule suivante :

$$H_e = 1 - \sum_{i=1}^{l_k} p_{ikx}^2$$

p_{ikx} est la fréquence d' i ème allèle à ce locus k .

l_k est le nombre d'allèles au locus k .

4.3.5.4 Taux de polymorphisme (PIC)

Le taux de polymorphisme (PIC) renseigne sur le polymorphisme de chaque marqueur. Un marqueur est considéré comme informatif s'il permet de distinguer deux groupes de descendants (Boichard et al., 1998).

Soit un locus à n allèles et l'allèle i ayant une fréquence p_i dans la population, le PIC de ce locus se calcule par la formule suivante :

$$PIC = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2 - 2 \left[\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \right] p_i^2 p_j^2$$

4.3.5.5 L'Indice de différenciation (F_{st})

L'Indice de différenciation (F_{st}) est calculé selon la formule suivante :

$$F_{st} = \frac{H_T - H_S^*}{H_T}$$

$$H_T = 1 - \sum_i^k p_i^{*2}$$

$$H_S^* = 1 - \sum_i^k H_S / X$$

$$H_S = 1 - \sum_i^k p_{is}^2$$

Où :

H_T : diversité totale de l'espèce

H_S : diversité intra-population

H_S^* : la moyenne des H_S sur les X sous-populations

P_i : la fréquence de l' $i^{\text{ème}}$ allèle

P_i : la fréquence de l' $i^{\text{ème}}$ allèle pour la $S^{\text{ème}}$ sous-population

X : nombre de populations

p_i^* : la fréquence moyenne de l'allèle A_i sur l'ensemble des X populations

4.3.5.6 Construction des dendrogrammes par la méthode "UPGMA"

C'est une méthode qui est basée sur le principe suivant : la moyenne arithmétique des distances des membres de deux clusters pris deux à deux est égale à la distance entre ces deux clusters. Les deux populations les plus proches vont être agglomérées ensemble à chaque fois et ainsi de suite jusqu'à obtenir l'arbre final.

4.4 Caractéristiques des huiles d'olive

Des échantillons d'huile d'olive de 7 différentes variétés (Tableau n°05) des régions arides à sahariennes (région de Khirene et Ain Zaatout) sont obtenus par trituration d'une quantité d'olives par un oléodoseur. L'échantillonnage était réalisé durant deux années successives (décembre 2017 et décembre 2018) et s'est basé sur la dénomination locale. Deux échantillons d'huile triturés localement de la région de Ain Zaatout sont aussi inclus dans cette étude, il s'agit de Barda qui est une huile extraite à froid et Skhouna qui est extraite à l'aide d'eau chaude.

L'Indice de maturité des olives utilisées pour l'extraction de l'huile varie entre 3,07 et 4,04.

4.4.1 Rendement en huile

L'extraction à froid était réalisée à partir des échantillons de 2kg de chaque variété. Ces derniers ont été broyés avec un broyeur à marteau, malaxés durant 40 minutes, et enfin centrifugés avec une centrifugeuse à deux phases. Les rendements sont calculés par la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{M_h}{M_{pe}} \times 100$$

Où:

M_h : masse de l'huile extraite

M_{pe} : masse des olives avant extraction (2kg)

4.4.2 Acidité

L'acidité a été mesurée suivant la méthode du standard de l'Union Européenne No 2568/91 (EU Commission Regulation EEC. 1991) : Dissoudre une prise d'essai de 5 à 10 g d'huile dans 50 à 150 millilitres du mélange oxyde diéthylique/éthanol (V/V) préalablement neutralisé. Ajouter deux gouttes de phénolphthaléine puis titrer, en agitant, avec la solution d'hydroxyde de potassium à 0,1 mole par litre jusqu'au virage de l'indicateur colorimétrique (coloration rose claire persistante de la phénolphthaléine durant au moins 10 secondes).

Deux déterminations sur le même échantillon ont été effectuées et le résultat est exprimé en moyenne arithmétique.

L'acidité, exprimée en pourcentage en poids de l'acide oléique, est calculée comme suite:

$$A\% = \frac{V \times C \times M}{10 \times m}$$

Où:

V: volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée;

C: concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée;

M: poids molaire, en grammes par mole, de l'acide adopté pour l'expression du résultat (= 282);

m: poids en grammes, de la prise d'essai.

4.4.3 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde a été mesuré suivant la méthode du règlement de la commission de l'Union Européenne No 2568/91(EU Commission Régulation EEC. 1991) : Dans une fiole, peser à 0,001g près, 2 à 5g d'huile. Ajouter 10ml de chloroforme. Dissoudre rapidement en agitant puis Ajouter 15 ml d'acide acétique, ensuite ajouter 1ml de solution d'iodure de

potassium. Remettre le bouchon rapidement, agiter pendant une minute et laisser reposer pendant exactement 5 minutes à l'abri de la lumière et à une température de 15 à 25 °C.

Ajouter environ 75 ml d'eau distillée. Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium 0,001 N en agitant vigoureusement et en employant la solution d'amidon comme indicateur.

Deux déterminations sur le même échantillon ainsi qu'un essai à blanc ont été effectuées simultanément, et le résultat est exprimé en moyenne arithmétique.

L'indice de peroxyde (IP), exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme, est fourni par la formule:

$$\mathbf{IP = \frac{V \times T \times 1000}{m}}$$

Où:

V: = volume en millilitres de solution de thiosulfate de sodium normalisée utilisé pour l'essai, corrigé en fonction des résultats de l'essai à blanc;

T: = facteur de normalité exact de la solution de thiosulfate de sodium utilisée;

m: = poids (en grammes) de la prise d'essai.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des deux déterminations.

4.4.4 Absorbance en UV visible

L'absorbance en UV visible a été mesurée suivant la méthode du règlement de la commission de l'Union Européenne No 2568/91(EU Commission Régulation EEC. 1991) : Peser 0,25 gramme environ de l'échantillon dans une fiole jaugée de 25 millilitres et compléter avec le solvant Isoctane. La solution obtenue doit être parfaitement limpide. Remplir une cuve de quartz avec la solution obtenue et mesurer les extinctions, en employant comme référence le solvant employé, aux longueurs d'onde comprises entre 232 et 276 nm. Les valeurs d'extinction lues doivent être comprises dans l'intervalle de 0,1 à 0,8. Dans le cas contraire, il est nécessaire de répéter les mesures en utilisant les solutions plus concentrées ou plus diluées appropriées.

Rapporter les extinctions spécifiques (coefficients d'extinction) aux différentes longueurs d'onde, calculées comme suit:

$$\mathbf{K\lambda = \frac{E\lambda}{C \times S}}$$

Où:

Kλ: extinction spécifique à la longueur d'onde λ;

Eλ: extinction mesurée à la longueur d'onde λ;

C: concentration de la solution en grammes par 100 millilitres;

S: épaisseur de la cuvette en centimètres (=1cm)

On détermine l'extinction spécifique, en solution dans l'isooctane, aux longueurs d'onde de 232 et 270 nm.

Un paramètre appelé ΔK est aussi calculé selon la formule suivante:

$$\Delta K = K_m - \frac{K_{m-4} + K_{m+4}}{2}$$

Où

K_m est l'extinction spécifique à la longueur d'onde m , longueur d'onde d'absorbance maximale aux environs de 270 nm.

4.4.5 Stabilité à l'oxydation (Rancimat)

Ce test est réalisé selon le standard (ISO 6886. 2016) c'est un test de vieillissement accéléré. Un échantillon de 3g est déposé dans la cuve de réaction à une température de 120 °C. Un débit d'air de 15 L/h est envoyé à travers l'échantillon.

La conductivité électrique, mesurée dans le bécher de réception contenant de l'eau distillée, est enregistrée en continu et augmente avec l'absorption des produits secondaires volatils de la réaction qui sont conduits par flux d'air. Le temps jusqu'à apparition des produits secondaires de la réaction caractérise la stabilité à l'oxydation des huiles.

4.4.6 Phénols totaux

La méthode de Folin-Ciocalteu a été utilisée : Peser \pm 650 mg d'huile dans un tube Eppendorf de 2ml. Diluer jusqu'à 1,5 ml avec de l'éthyle acétate ensuite vortexer durant 30 secondes. Dans un tube de 10 ml, 500 μ L de l'agent Folin-Ciocalteu sont ajoutés à 150 μ L de l'échantillon. Le mélange est homogénéisé et mis dans le noir à température ambiante durant 5min. Un volume de 3ml de Na_2CO_3 (10 %) est ajouté, ensuite vortexer durant 30 secondes. Compléter jusqu'à 10ml avec de l'eau désionisée, vortexer, ensuite la solution est mise dans le noir à température ambiante durant 90min. centrifuger durant 5min à une vitesse de 5000 tr/min, ensuite mesurer l'absorbance à 765nm.

La courbe de calibration est obtenue avec l'acide gallique. Les phénols totaux sont exprimés en mg équivalent de l'acide gallique par kilogramme de l'huile (mg EAG/kg) (Favati et al., 1994).

4.4.7 Teneur en pigments

La méthode proposée par (Nagata et Yamashit, 1992) a été utilisée. L'extraction de tous les pigments est effectuée avec un mélange d'acétone et d'hexane (4 : 6), et les mesures des densités optiques aux longueurs d'onde suivantes sont effectuées : 663 nm, 645 nm, 505 nm et 453 nm. Les chlorophylles a et b ainsi que les Lycopènes et les β -Carotènes sont ainsi estimés en utilisant les équations suivantes :

$$\text{Chlorophylle a (mg/100ml)} = 0.999A663 - 0.0989A645$$

$$\text{Chlorophylle b (mg/100ml)} = -0.328A663 + 1.77A645$$

$$\text{Lycopène (mg/100ml)} = -0.0458A663 + 0.204A645 + 0.372A505 - 0.0806A453$$

$$\beta\text{-Carotènes (mg/100ml)} = 0.216A663 - 1.22A645 - 0.304A505 + 0.452A453$$

4.4.8 Acides gras

La composition en acides gras a été évaluée selon la méthode du règlement de la Commission de l'Union Européenne No 2568/91(EU Commission Régulation EEC. 1991). En bref, après transestérification alcaline à froid, les esters méthyliques d'acides gras ont été séparés par GC-FID sur un chromatographe Chrompack CP9001 équipé d'une colonne Select FAME (Agilent, 50 mx 0,25 mm id), les résultats sont rapportés en pourcentage relatif de la surface chromatographique des esters méthyliques après étalonnage aux normes commerciales.

A large, gnarled tree trunk, possibly a fig tree, dominates the foreground. The trunk is thick and textured, with a dark, almost black color. It curves from the left towards the right. The background shows a green lawn and other trees under a clear sky.

Chapitre III

Résultats et discussion

Chapitre 3 : Résultats et discussion

1 Prospection sur terrain

Les prospections réalisées sur terrain dans les régions du centre et de l'est du pays nous ont permis de noter l'existence de 34 dénominations de variétés, à notre connaissance, jamais citées dans la bibliographie.

Grace à ces prospections nous avons pu relever deux remarques importantes concernant les ressources oléicoles en Algérie :

(1) il existe plusieurs petites régions isolées historiquement liées à la culture de l'olivier dans la région du sud de la Chaouia (régions à climat aride à saharien) comme Khirene (Khenchela) et Ain Zaatout (Biskra). Ces régions sont riches en ressources oléicoles non répertoriées jusqu'à présent. L'olivier a pratiquement disparu aujourd'hui du paysage aurasien (les Aurés) bien qu'il y a 150 ans il était encore bien vivace en deçà de 1000 m, la présence de nombreuses ruines de pressoir dans tout le massif jusqu'à l'altitude de 1500 m semble indiquer que la culture de cet arbre y était très développée dans l'Antiquité (Morizot, 1993). Des plantations nouvelles sont mises en place durant les dernières années (2002 à 2014) dans le cadre de plusieurs programmes pour l'implantation de 1.000.000 d'hectares d'olivier : PPDRI (Projet de proximité de développement rural Intégré) FNRDA (Fond national de régulation et de développement agricole) PSD (Programme sectoriel de développement) (Frah et al., 2015). Cependant, la quasi-totalité de ces nouvelles oliveraies sont constituées soit de variétés introduites, soit de variétés algériennes dominantes (Chemlal, Sigoise...etc).

(2) la présence dans les autres régions oléicoles (El Taref, Bouira, Setif, Tizi-ouzou, Bejaia, Skikda et Guelma) de plusieurs variétés aux dénominations non connues jusqu'à présent.

D'après nos travaux de prospection et d'autres travaux réalisés sur les ressources oléicoles en Algérie, nous avons pu noter l'existence de 62 dénominations de variétés autres que les 36 variétés déjà décrites dans le catalogue des variétés algériennes de l'olivier, portant le nombre total (probable) des variétés d'olivier algériennes à 98 variétés (Tableau n°09).

Il est à noter que cette liste n'est pas exhaustive, puisque des cas de confusions taxonomiques peuvent exister et plusieurs autres régions n'ont pas fait l'objet de prospections ou sont

insuffisamment prospectées. Des régions du centre et de l'est comme les wilayas de Jijel, Mila, Constantine, Blida, Boumerdes, Tizi-ouzou, Setif, Batna et autres pourraient contenir d'autres ressources oléicoles non encore identifiées. Généralement il s'agit de variétés marginales avec une distribution très restreinte.

Le tableau n°08 résume le nombre de variétés autochtones de quelques wilayas. Selon l'état actuel des recherches menées sur les ressources oléicoles en Algérie, les wilayas qui comportent le plus de variétés sont toutes situées dans l'est du pays (Khenchela, Skikda, Bejaia et Setif) avec un nombre allant de 15 à 19 variétés, suivies par les wilayas de Tizi-ouzou, Biskra, Batna, Bouira, El Taref et Guelma avec 3 à 7 variétés. D'autres wilayas, à savoir : Ain defla, Constantine, Blida, Jijel, Mascara et Tebessa présentent un nombre faible de variétés locales (1 à 2 variétés). Au niveau du tableau n°9 on liste toutes les ressources oléicoles algériennes.

Tableau n°08 : Nombre de variétés autochtones par wilaya

Wilaya	Nombre de variétés	Wilaya	Nombre de variétés
Khenchela	19	El Taref	3
Skikda	18	Guelma	3
Bejaia	15	Ain defla	2
Setif	15	Constantine	2
Tizi-ouzou	7	Blida	1
Batna	5	Jijel	1
Biskra	4	Mascara	1
Bouira	4	Tebessa	1

* La variété Chemlal est comptabilisée pour chacune des trois wilayas qui composent la Kabylie (Tizi-ouzou, Béjaia et Bouira).

Tableau n°09: Liste des ressources oléicoles algériennes

N°	Variétés	Wilaya	N°	Variétés	Wilaya
01	Abani ^{a,c}	Khenchela	50	Boukaïla ^{a,c}	Constantine
02	Aberkane ^{a,c}	Bejaia	51	Bouricha ^{a,c}	Skikda
03	Abeskri de Ain Zaatout ^{b,d}	Biskra	52	Braouki ^c	Skikda
04	Abeskri de Khirene ^b	Khenchela	53	Chemlal ^{a,c}	Kabylie
05	Aedli ^b	Tizi-ouzou	54	Chetoui ^{c,d}	Skikda
06	Aelah ^{a,c}	Khenchela	55	Derdi ^{b,d}	Skikda
07	Aghchren de Elousseur ^{a,c}	Setif	56	Derdouri ^c	Skikda
08	Aghchren de Titest ^{a,c}	Setif	57	El-Kharfi ^c	Skikda
09	Aghenfas ^{a,c}	Setif	58	Ferdel ^c	Batna
10	Aghenfous ^c	Setif	59	Ferkani ^{a,c}	Tebessa
11	Agrarez ^{a,c}	Bejaia	60	Gelb al faroudje ^c	Batna
12	Aguenau ^{a,c}	Setif	61	Grosse Aberkane ^c	Bejaia
13	Aharoun ^{a,c}	Bouira	62	Grosse de Hamma ^{a,c}	Constantine
14	Ahia-Ousbaa ^{c,d}	Khenchela	63	Gueboua ^{b,d}	El Taref
15	Ahorri ^b	Tizi-ouzou	64	Hamra ^{a,c}	Jijel
16	Aïmel ^{a,c}	Bejaia	65	Hamraya ^b	Khenchela
17	Akenane ^{c,d}	Biskra	66	Hebraya ^b	Khenchela
18	Akerma ^{a,c}	Bejaia	67	Ifiri ^c	Béjaia
19	Akounyane ^b	Tizi-ouzou	68	Issoual ^b	Béjaia
20	Alslith (Lasli) ^{b,d}	Khenchela	69	Kahlaya ^b	Khenchela
21	Altifane ^b	Setif	70	Kerdoussi ^c	Skikda
22	Amezzi ^b	Tizi-ouzou	71	Laaninbi ^c	Skikda
23	Arihani ^b	Tizi-ouzou	72	Lahmar ^c	Skikda
24	Arjouni ^b	Bouira	73	Limli ^{a,c}	Bejaia
25	Attoussi ^c	Setif	74	Lokchiri ^c	Skikda
26	Azeboudj de Ain Zaatout ^{b,d}	Biskra	75	Longue de Meliana ^{a,c}	Ain defla
27	Azeboudj Boudoudane ^{c,d}	Khenchela	76	Mekki ^{a,c}	Khenchela
28	Azeboudj de Khirene ^{c,d}	Khenchala	77	Melissi ^{b,d}	Setif
29	Azeboudj de Louandoura ^{b,d}	Khenchala	78	Neb jmel ^{a,c}	Khenchela
30	Azeradj ^{a,c}	Bejaia	79	Oukhelfa ^b	Khenchela
31	Azeradj de Ain Zaatout ^{b,d}	Biskra	80	Reyab ^b	Khenchela
32	Azeradj Tamorka ^c	Setif	81	Ronde de Meliana ^{a,c}	Ain defla
33	Azevli ^b	Tizi-ouzou	82	Rougette de Fejouj ^{b,d}	Guelma
34	Azizawth (Khadraïa) ^{c,d}	Khenchela	83	Rougette de Metidja ^{a,c}	Blida
35	Balbal ^d	Skikda	84	Rouihni ^c	Skikda
36	Balbal2 ^c	Skikda	85	Serradj ^{b,d}	Skikda
37	Barouni ^{b,d}	El Taref	86	Serti ^{b,d}	Skikda
38	Beskri ^c	Batna	87	Sigoise ^{a,c}	Mascar
39	Blanquette de Castu ^{c,d}	Guelma	88	Sofiana ^c	Batna
40	Blanquette de Guelma ^{a,c}	Guelma	89	Souidi ^{a,c}	Khenchela
41	Blilti ^c	Skikda	90	Tabelout ^{a,c}	Bejaia
42	Bouchouk ^c	Setif	91	Takesrit ^{a,c}	Bejaia
43	Bouchouk Guergour ^a	Setif	92	Taliani ^{b,d}	El Taref
44	Bouchouk Lafayette ^{a,c}	Setif	93	Tefah ^{a,c}	Bejaia
45	Bouchouk Soummam ^{a,c}	Bejaia	94	Telthi ^c	Batna
46	Bouchouka ^{b,d}	Skikda	95	Thawraghth ^b	Setif
47	Boughefous ^{a,c}	Setif	96	Thazougaghth ^b	Setif
48	Bouguenfou ^{b,d}	Khenchela	97	Zeletni ^{a,c}	Khenchela
49	Bouichret ^{a,c}	Bejaia	98	Zitoune ^b	Skikda

^a : Variétés décrites dans le catalogue des variétés d'olivier algériennes (36 variétés) (Mendil et Sebai, 2006).

^b : Variétés jamais mentionnées dans la littérature (34 variétés).

^c : Variétés déjà caractérisées par les marqueurs moléculaires (63 variétés) (Koehmstedt et al., 2010 ; Dominguez-Garcia et al., 2011 ; Haouane et al., 2011 ; Belaj et al., 2012 ; Trujillo et al., 2013 ; Mansouri et Benbouza, 2014 ; Abdessemed et al., 2015 ; Boucheffa et al., 2016 ; Di Rienzo et al., 2018 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boucheffa et al., 2019 ; ; Haddad et al., 2020 ; El Bakali et al., 2020).

^d : Variétés échantillonnées pour la caractérisation morphologique dans ce travail (23 variétés).

2 Caractérisation morphologique

Plusieurs travaux de caractérisation morphologique sur les ressources oléicoles algériennes sont réalisés mais très peu d'entre eux sont publiés (Mendil et Sebai, 2006 ; Sidhoum et Gaouar, 2013 ; Sidhoum et Gaouar, 2017 ; Sidhoum et al., 2018 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boukhari et Gaouar, 2018 ; Boucheffa et al., 2019).

Le tableau n°10 résume les résultats des mesures des caractères quantitatifs réalisées sur l'ensemble des variétés étudiées (23 variétés). L'analyse de la variance révèle des différences très hautement significatives entre les différentes variétés pour tous les caractères étudiés. Le coefficient de variation varie d'un minimum de 9,84 % pour le rapport longueur sur diamètre du fruit (PO/DO) à un maximum de 55,36 % pour le poids du fruit (PO). Les caractères PN, NS, RPN et PO présentent des variations élevées avec des valeurs de 25,80 %, 37,68 %, 42,08 % et 55,36 % respectivement. Ces derniers, sont donc les plus variables parmi les caractères étudiés et peuvent de ce fait être pris comme paramètres de distinction variétale.

Tableau n°10 : Moyennes, Ecart-types et coefficients de variation des différentes variétés (* : résultat de l'ANOVA très hautement significatif)

Variété		PN*	LN*	DN*	LN/DN*	NS*	PO*	LO*	DO*	LO/DO*	RPN*
1	Moy±SD	0,30±0,05 bc	14,10±2,21 d	6,62±0,32 f	2,13±0,34 g	6,10±1,21 b	2,63±0,57 k	20,40±2,19 f	15,17±1,02 m	1,35±0,13 fg	7,88±1,91 p
2	Moy±SD	0,37±0,09 f	14,57±1,98 e	7,15±0,54 h	2,04±0,22 e	7,37±1,14 c	2,99±0,56 m	21,17±2,09 hk	16,34±1,14 s	1,30±0,10 b	7,40±1,81 km
3	Moy±SD	0,34±0,05 e	14,06±0,92 cd	6,92±0,38 g	2,04±0,19 e	8,61±1,36 g	2,68±0,39 k	20,45±1,42 f	15,44±0,80 p	1,33±0,08 de	6,97±1,40 h
4	Moy±SD	0,29 ±0,05 ab	13,81±0,81 c	6,23±0,38 bcd	2,22±0,15 h	7,43±1,00 c	1,72±0,23 b	18,23±1,01 b	13,05±0,75 c	1,40±0,07 mp	5,14±1,40 e
5	Moy±SD	0,55±0,13 k	17,74±1,52 k	7,60±0,48 m	2,34±0,17 mp	8,04±1,56 f	3,51±0,52 q	24,75±1,53 s	15,82±0,76 q	1,57±0,08 t	5,68±1,44 fg
6	Moy±SD	0,38±0,05 f	15,91±2,12 g	6,96±0,30 g	2,29±0,33 km	7,59±1,11 cde	2,10±0,36 de	20,87±2,19 gh	13,37±0,85 d	1,56±0,16 t	4,62±1,14 d
7	Moy±SD	0,28±0,05 a	13,13±1,06 b	6,2±0,43 abc	2,12±0,13 f	8,73±1,23 gh	1,64±0,24 b	17,87±1,06 b	12,56±0,70 b	1,42±0,06 q	5,00±1,23 e
8	Moy±SD	0,34±0,06 e	12,72±1,16 a	6,94±0,41 g	1,83±0,13 c	5,25±1,17 a	2,18±0,43 e	18,62±1,46 d	14,37±0,97 g	1,30±0,09 bc	5,61±1,38 f
9	Moy±SD	0,91±0,14 s	21,93±1,63 p	8,98±0,85 s	2,46±0,27 q	12,66±1,85 s	8,66±1,27 t	32,33±1,81 u	22,75±1,27 u	1,42±0,08 q	8,71±2,04 q
10	Moy±SD	0,47±0,07 h	15,90±1,33 g	7,35±0,38 k	2,16±0,17 fg	9,91±1,21 p	2,45±0,32 gh	20,50±1,81 fg	14,82±0,69 h	1,38±0,10 km	4,29±1,06 c
11	Moy±SD	0,48±0,10 h	15,87±2,23 g	7,94±0,59 p	2,00±0,26 de	7,53±1,55 cd	3,27±0,62 p	22,58±2,07 q	16,55±1,06 t	1,37±0,12 ghk	5,99±1,34 g
12	Moy±SD	0,32±0,06 de	14,98±1,30 f	6,35±0,39 e	2,36±0,21 p	8,65±1,44 g	3,09±0,50 m	21,74±1,65 p	16,19±0,86 s	1,34±0,09 ef	8,67±1,75 q
13	Moy±SD	0,71±0,09 q	19,06±1,37 m	8,31±0,45 q	2,30±0,17 km	7,49±1,78 c	3,34±0,66 p	24,64±1,76 s	16,19±1,23 s	1,52±0,08 s	3,81±1,12 b
14	Moy±SD	0,31±0,31 ab	12,59±1,53 a	6,16±0,50 ab	2,04±0,16 e	9,14±1,98 k	1,50±0,40 a	16,99±1,88 a	12,01±1,08 a	1,41±0,08 pq	4,51±1,35 cd
15	Moy±SD	0,31±0,06 c	14,92±1,54 f	6,26±0,53 cde	2,47±1,34 p	9,01±1,57 hk	2,46±0,66 gh	20,30±2,44 f	14,87±1,34 hk	1,36±0,08 gh	7,01±1,83 h
16	Moy±SD	0,43±0,08 g	14,22±1,13 d	7,13±0,45 h	2,00±0,14 d	7,87±1,17 df	1,93±0,40 c	18,81±1,67 d	13,71±1,08 e	1,37±0,09 hk	3,66±1,22 ab
17	Moy±SD	0,69±0,13 p	12,44±1,43 a	9,73±0,95 t	1,29±0,21 a	8,68±1,70 g	7,21±1,03 s	25,53±1,47 t	22,96±1,12 u	1,11±0,06 a	9,84±2,31 s
18	Moy±SD	0,57±0,09 m	16,67±1,05 h	7,64±0,45 m	2,19±0,15 gh	7,82±1,72 def	2,49±0,34 h	21,62±1,29 mp	14,13±0,85 f	1,53±0,09 s	3,44±0,78 a
19	Moy±SD	0,29±0,05 abc	14,24±1,36 d	6,24±0,34 bcd	2,29±0,22 k	9,59±1,58 m	2,35±0,43 fg	19,66±1,80 e	14,97±0,93 hk	1,31±0,11 cd	7,13±1,65 hk
20	Moy±SD	0,56±0,07 km	18,92±1,46 m	7,30±0,34 k	2,60±0,20 s	10,41±1,51 q	3,38±0,52 p	25,43±1,56 t	15,67±0,86 q	1,62±0,08 u	5,15±1,15 e
21	Moy±SD	0,31±0,03 cd	15,63±0,94 g	6,32±0,25 de	2,48±0,17 q	10,51±1,35 q	2,62±0,37 k	21,32±1,20 km	15,07±0,82 km	1,42±0,07 pq	7,49±1,41 m
22	Moy±SD	0,28±0,05 a	14,90±1,21 f	6,12±0,37 a	2,44±0,18 q	10,43±1,54 q	2,30±0,58 f	20,23±2,05 f	14,30±1,36 fg	1,42±0,08 pq	7,30±2,08 hkm
23	Moy±SD	0,33±0,05 e	12,77±0,94 a	7,34±0,31 k	1,74±0,14 b	7,48±0,99 c	1,98±0,18 cd	18,58±0,91 cd	14,31±0,51 fg	1,30±0,07 bc	5,11±1,00 e
CV %		42,08	17,42	13,74	15,02	25,80	55,36	16,80	16,65	9,84	37,68
P-value		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

(1) : Ahia ousbaa ; (2) : Akenane ; (3) : Alslith ; (4) : Azeboudj de Ain Zaatout; (5) : Azeboudj Boudhoudhane; (6) : Azeboudj de Khirene; (7) : Azeboudj de Elouandoura; (8) : Azizawth; (9) : Balbal ; (10) : Barouni ; (11) : Abeskri de Ain Zaatout ; (12) : Blanquette de Gastu; (13) : Bouchouka ; (14) : Bouguenfou ; (15) : Chetoui ; (16) : Derdi ; (17) : Guerboua ; (18) : Melissi ; (19) : Rougette de Fejouj ; (20) : Serti ; (21) : Taliani ; (22) : Serradj ; (23) : Azeradj de Ain Zaatout.

La variété BALBAL présente la moyenne la plus élevée des caractères poids, longueur et diamètre du fruit (8,66 g, 32,33 mm et 22,75 mm respectivement), et longueur et diamètre du noyau (21,93 mm et 8,98 mm respectivement), tandis que la variété GUERBOUA présente la moyenne la plus élevée pour le rapport pulpe noyau et le diamètre du noyau (9,84 et 9,73 mm respectivement), et la moyenne la plus faible pour la longueur et le rapport longueur sur diamètre du noyau (12,44 mm et 1,29 respectivement). Ces deux variétés sont utilisées comme olive de table.

La variété BOUGUENFOU est caractérisée par les moyennes les plus faibles des caractères poids, longueur et diamètre du fruit (1,50 g, 16,99 mm et 12,01 mm respectivement) et longueur et diamètre du noyau (12,59 mm et 6,16 mm respectivement). Par contre, la variété SERRADJ présente le poids et le diamètre du noyau les plus faibles (0,28 g et 6,12 mm respectivement). La variété SERTI présente les moyennes des rapports longueur sur diamètre du noyau et du fruit les plus élevées (2,60 et 1,62 respectivement). La variété TALIANI présente la moyenne du nombre de sillons la plus élevée (10,51) tandis que la variété AZIZAWTH présente la moyenne la plus faible pour ce même caractère (5,25). Enfin, les variétés SERRADJ et AZEBOUDJ D'ELOUANDOURA sont caractérisées par une moyenne du poids du noyau la plus faible (0,28 g).

2.1 Analyse en composantes principales (ACP)

La figure n°07 représente la projection des caractères sur le plan généré par les deux premières composantes principales.

Les deux premiers axes cumulent à eux seuls 74,37 % de l'inertie totale. Les variables poids, longueur, largeur du fruit et du noyau ainsi que le rapport longueur sur diamètre du fruit expliquent la plus grande partie de la variance sur le premier axe (corrélées négativement). Tandis que l'axe 2 est expliqué par les variables rapport longueur sur diamètre du noyau et le rapport pulpe-noyau (corrélés négativement).

Les variétés BALBAL et GUERBOUA ne sont pas incluses dans cette analyse car elles présentent des valeurs extrêmes de longueur, diamètre et poids du fruit et du noyau.

L'ACP montre aussi le regroupement des 10 caractères quantitatifs étudiés en trois groupes. Le premier comprend les caractères DN, PN et LO/DO. Le second regroupe les caractères LN, LO, PO et DO. Le troisième quant à lui est constitué des caractères LN/DN, NS et RPN.

Ce regroupement des caractères peut être très probablement le reflet d'un effet pléiotropique et donc exploitable pour d'éventuels essais d'amélioration génétique.

La projection des individus (Figure n°08) montre que les variétés AZEBOUDJ BOUDOUDANE, ABESKRI, BOUCHOUKA et SERTI sont caractérisées par les valeurs les plus élevées pour les caractères du poids, longueur, largeur du fruit et du noyau, et le rapport longueur sur diamètre du fruit. Par contre, les variétés AZEBOUDJ DE AIN ZAATOUT, AZEBOUDJ D'ELOUANDOURA et BOUGUENFOU sont caractérisées par les valeurs les plus faibles pour ces mêmes caractères. Les variétés AHIA OUSBAA, AKENANE, ALSLITH, AZEBOUDJ DE KHIRENE et BAROUNI, quant à elles, sont caractérisées par des valeurs intermédiaires pour ces caractères.

Les variétés BLANQUETTE DE GASTU, CHETOU, ROUGETTE DE FEJOUJ, TALIANI et SERRADJ présentent des nombres de sillons, rapports longueur sur diamètre du noyau et des rapports pulpe-noyau élevés, tandis que les variétés AZIZAWTH, DERDI, MELISSI et AZRERRADJ présentent des valeurs réduites pour les mêmes caractères.

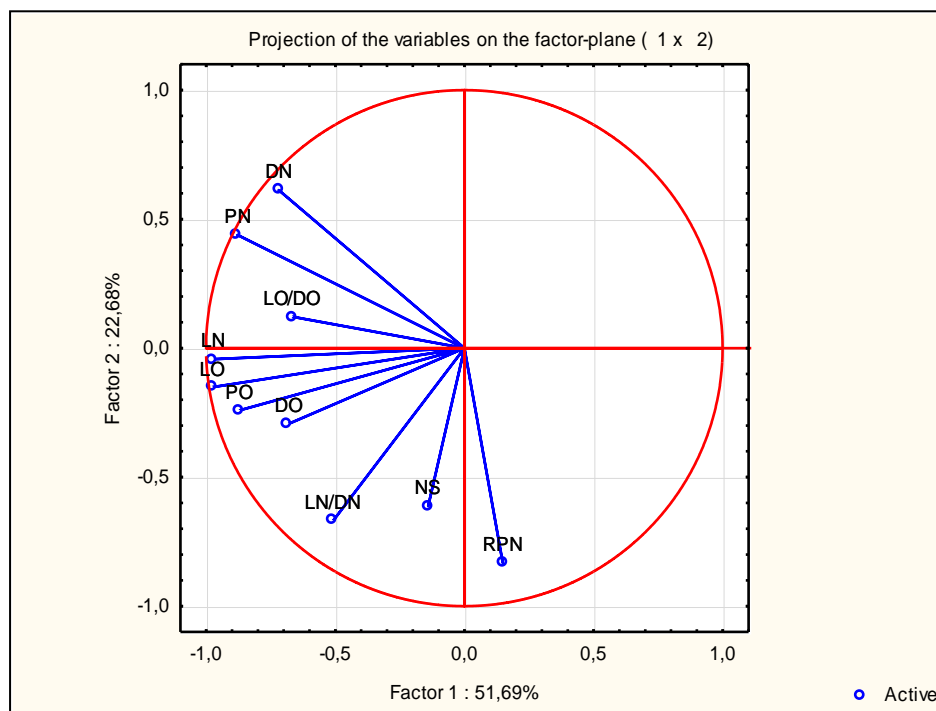


Figure n°07 : Projection des caractères sur le plan généré par les deux premières composantes principales (PCA).

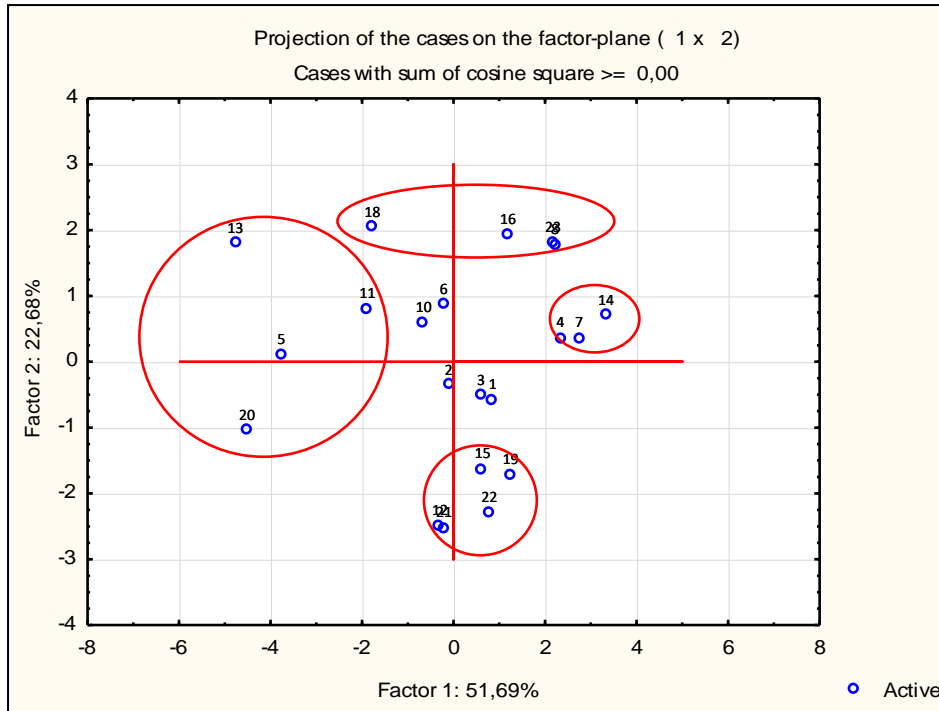


Figure n°08 : Projection des individus sur le plan généré par les deux premières composantes principales (PCA).

(1) : Ahia ousbaa ; (2) : Akenane ; (3) : Alslith ; (4) : Azeboudj de Ain Zaatout ; (5) : Azeboudj Boudhoudhane ; (6) : Azeboudj de Khirene ; (7) : Azeboudj de Elouandoura ; (8) : Azizawth ; (9) : Balbal ; (10) : Barouni ; (11) : Abeskri de Ain Zaatout ; (12) : Blanquette de Gastu ; (13) : Bouchouka ; (14) : Bouguenfou ; (15) : Chetoui ; (16) : Derdi ; (17) : Guerboua ; (18) : Melissi ; (19) : Rougette de Fejouj ; (20) : Serti ; (21) : Taliani ; (22) : Serradj ; (23) : Azeradj de Ain Zaatout.

2.2 Analyse en correspondances multiples (ACM)

Un nombre de 12 caractères qualitatifs du fruit et du noyau étaient utilisés pour regrouper les 23 variétés par l'analyse en correspondances multiples. Le tableau n°11 résume les résultats obtenus pour chaque caractère.

Tableau n°11 : Caractères qualitatifs des 23 variétés étudiées

	SyAN	SyBN	PDmaxN	FSoN	FbaseN	SurfN	ESN	SyAO	PDmaxO	FSoO	FbaseO	Mam
1	L,Asymétrique	Symétrique	vers sommet	Pointu	Pointu	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	arrondi	Abs
2	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	Pointu	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	arrondi	Abs
3	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	arrondi	arrondi	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	arrondi	Abs
4	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	Pointu	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	arrondi	Abs
5	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	Pointu	raboteuse	avec mucron	Asymétrique	centrale	arrondi	tronqué	Abs
6	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	Pointu	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	pointu	pointu	Prés
7	Symétrique	Symétrique	centrale	arrondi	arrondi	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	arrondi	Abs
8	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	arrondi	Pointu	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	tronqué	Abs
9	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	Pointu	raboteuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	pointu	arrondi	Abs
10	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	arrondi	Pointu	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	tronqué	Abs
11	L,Asymétrique	Symétrique	vers sommet	arrondi	Pointu	raboteuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	tronqué	Abs
12	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	Pointu	rugueuse	avec mucron	Asymétrique	centrale	pointu	tronqué	Eb
13	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	Pointu	raboteuse	avec mucron	Asymétrique	centrale	pointu	pointu	Abs
14	Symétrique	Symétrique	centrale	arrondi	arrondi	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	arrondi	Abs
15	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	Pointu	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	pointu	arrondi	Abs
16	L,Asymétrique	Symétrique	vers sommet	arrondi	Pointu	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	vers sommet	arrondi	arrondi	Abs
17	L,Asymétrique	L,Asymétrique	centrale	arrondi	arrondi	raboteuse	avec mucron	Symétrique	centrale	arrondi	arrondi	Abs
18	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	arrondi	Pointu	rugueuse	avec mucron	Asymétrique	vers sommet	arrondi	arrondi	Eb
19	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	arrondi	rugueuse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	tronqué	Abs
20	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	arrondi	rugueuse	avec mucron	Asymétrique	vers sommet	pointu	tronqué	Abs
21	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	arrondi	raboteuse	avec mucron	L,Asymétrique à Asymétrique	centrale	pointu	tronqué	Eb
22	L,Asymétrique	Symétrique	centrale	Pointu	arrondi	rugueuse	avec mucron	Asymétrique	centrale	pointu	arrondi	Abs
23	L,Asymétrique	Symétrique	vers sommet	arrondi	arrondi	lisse	avec mucron	L,Asymétrique	centrale	arrondi	tronqué	Abs

L : légèrement, Abs : absent, Prés : présent, Eb : ébauche

(1) : Ahia ousbaa ; (2) : Akenane ; (3) : Alslith ; (4) : Azeboudj de Ain Zaatout ; (5) : Azeboudj Boudhoudhane ; (6) : Azeboudj de Khirene ; (7) : Azeboudj de Elouandoura ; (8) : Azizawth ; (9) : Balbal ; (10) : Barouni ; (11) : Abeskri de Ain Zaatout ; (12) : Blanquette de Gastu ; (13) : Bouchouka ; (14) : Bouguenfou ; (15) : Chetoui ; (16) : Derdi ; (17) : Guerboua ; (18) : Melissi ; (19) : Rougette de Fejouj ; (20) : Serti ; (21) : Taliani ; (22) : Serradj ; (23) : Azeradj de Ain Zaatout.

L'ACM obtenue classe les 23 variétés en cinq (05) groupes :

Groupe 1 : composé de la variété GUERBOUA caractérisée par des noyaux légèrement asymétriques en position B et des fruits symétriques en position A.

Groupe 2 : composé des variétés AHIA OUSBAA et AZEBOUDJ DE KHIRENE qui sont caractérisées par des noyaux avec un nombre de sillons réduit à moyen et des fruits présentant un mamelon.

Groupe 3 : composé des variétés AKENANE, AZIZAWTH, AZEBOUDJ D'ELOUANDOURA, ABESKRI, BOUGUENFOU et AZRERRADJ qui sont caractérisées par des noyaux symétriques en position B, et des fruits légèrement asymétriques en position A avec une position centrale du diamètre transversal maximal et une forme du sommet arrondie sans mamelon.

Groupe 4 : composé des variétés ALSLITH, AZEBOUDJ DE AIN ZAATOUT, BAROUNI, CHETOUI, DERDI, MELISSI, ROUGETTE DE FEJOUJ et SERTI qui sont caractérisées par des noyaux légèrement asymétriques en position A et symétriques en position B avec une surface rugueuse.

Groupe 5 : composé des variétés AZEBOUDJ BOUDOUDANE, BALBAL, BOUCHOUKA, BLANQUETTE DE GASTU, TALIANI et SERRADJ qui sont caractérisées par des noyaux légèrement asymétriques en position A, symétriques en position B avec une position centrale du diamètre transversal maximal et une forme du sommet pointue, et des fruits avec une position centrale du diamètre transversal maximal et des arbres de vigueur forte.

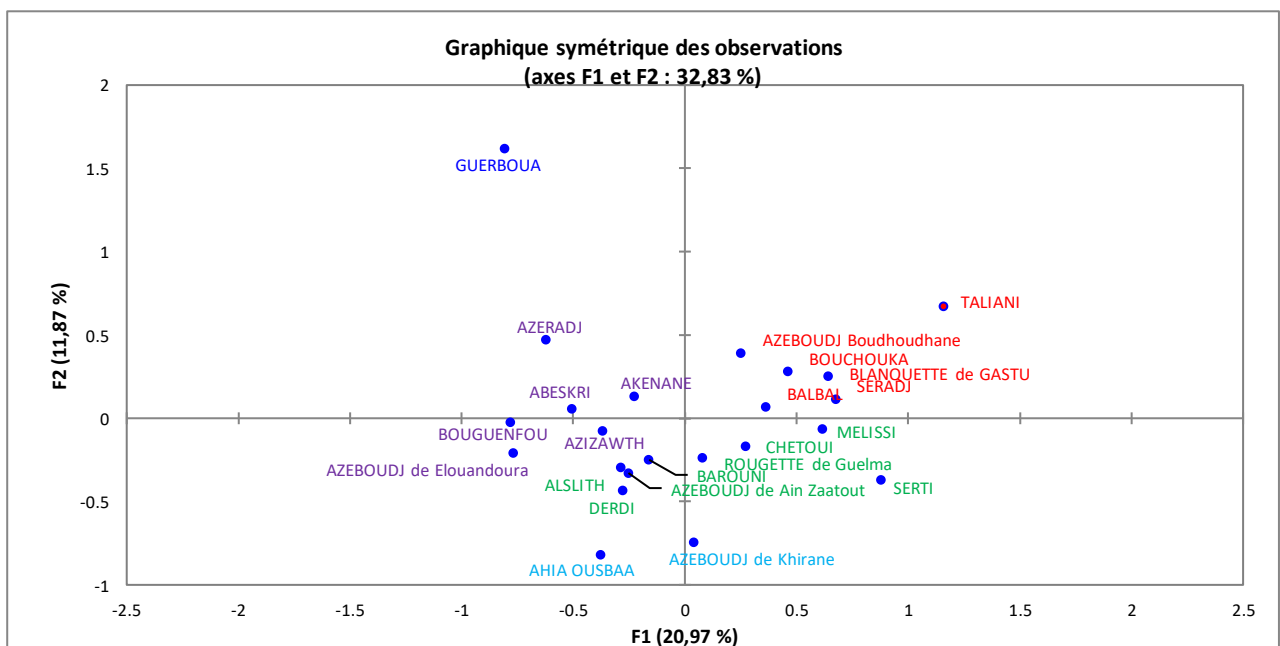


Figure n°09 : Analyse en correspondances multiples des 23 variétés (ACM).

2.3 Classification ascendante hiérarchique (CAH)

La classification ascendante hiérarchique basée sur les 10 caractères morphologiques quantitatifs produit un dendrogramme représentant les 23 variétés classées en six (06) groupes différents (Figure n°10) :

Groupe 1 : composé seulement de la variété BALBAL qui est caractérisée par les valeurs les plus élevées pour la majorité des caractères à l'exception du rapport longueur sur diamètre du fruit.

Groupe 2 : composé seulement de la variété GUERBOUA qui est caractérisée par des fruits de poids, longueur et diamètre élevés et des noyaux de poids élevé et de longueur réduite. Cette variété est caractérisée aussi par des rapports longueur sur diamètre des fruits et des noyaux réduits.

Groupe 3 : composé des trois variétés : BAROUNI, MELISSI et AZEBOUDJ DE KHIRENE qui sont caractérisées par des rapports longueur sur diamètre des fruits et des noyaux élevés et des rapports pulpe noyau réduits.

Groupe 4 : composé de six variétés : AZIZAWTH, AZRERRADJ, DERDI, BOUGUENFOU, AZEBOUDJ D'ELOUANDOURA et AZEBOUDJ DE AIN ZAATOUT qui sont caractérisées par des poids, longueur et diamètre des fruits et des noyaux réduits.

Groupe 5 : composé des trois variétés : AZEBOUDJ BOUDOUDANE, BOUCHOUKA et SERTI qui sont caractérisées par des poids, longueur et diamètre du fruit ainsi que des rapports longueur sur diamètre du fruit élevés. Par contre, elles présentent des rapports pulpe noyau réduits.

Groupe 6 : composé des variétés restantes (au nombre de 09) à savoir : AHIA OUSBAA, AKENANE, ALSLITH, ABESKRI, BLANQUETTE DE GASTU, CHETOUI, ROUGETTE DE FEJOUJ, TALIANI et SERRADJ. Ces variétés sont caractérisées par des valeurs intermédiaires pour le poids, longueur et diamètre du fruit, du rapport longueur sur diamètre du fruit ainsi que de la longueur du noyau.

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par l'analyse en composantes principales.

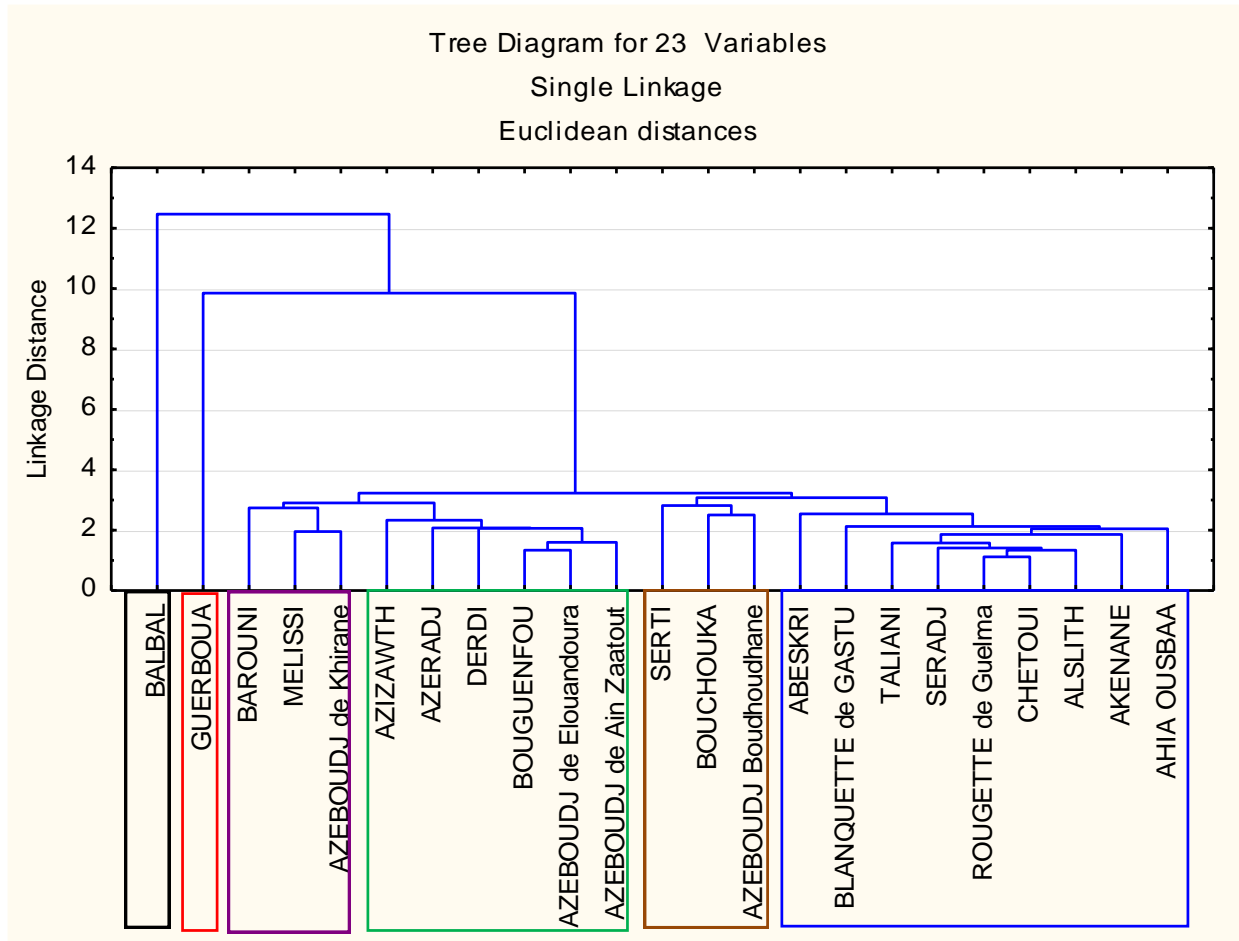


Figure n°10 : Classification ascendante hiérarchique (AHC).

2.4 Indice de diversité (Shannon-Weaver)

Les indices de diversité relative de Shannon-Weaver (J) de tous les caractères et les variétés ainsi que les indices moyens et maximaux sont présentés dans le tableau n°12.

La diversité relative moyenne de toutes les variétés est de 0,42. Cette valeur est inférieure à celle enregistrée par Sidhoum et al. (2018) qui a conduit des études sur des échantillons composés de variétés locales et introduites au niveau de l'Ouest algérien et par Laaribi et al. (2014) qui ont travaillé sur des hybrides de Chemlali en Tunisie (autopollinisations et pollinisations croisées avec des variétés locales et introduites).

Les caractères NS, SyAO et SyAN présentent les valeurs moyennes de diversité relative les plus élevées (0,63, 0,66 et 0,73 respectivement), suivis par les caractères PN, LN/DN, LO/DO, FbaseO, PDmaxN et FbaseN qui présentent des valeurs moyennes de diversité relative moins élevées (entre 0,42 pour PDmaxN et 0,54 pour LO/DO). Les autres caractères

présentent des valeurs moyennes de diversité relative faibles (entre 0,24 pour SyBN et 0,35 pour FsomO et FsomN). L'indice de diversité peut nous renseigner sur le degré de sélection auxquels sont soumis les différents caractères étudiés. En fait un indice de diversité élevé sera dû probablement à une faible sélection et/ou à des gènes qui codent pour des caractères qui ne sont pas très importants sur le plan physiologique et vice versa.

Les variétés AHIA OUSBAA, AKENANE, AZEBOUDJ DE KHIRENE et BOUGUENFOU présentent les valeurs moyennes de diversité relative les plus élevées (entre 0,55 et 0,58). Ceci peut être expliqué par le fait que les variétés AHIA OUSBAA et AKENANE sont moins soumises à la sélection et/ou réparties sur des environnements plus diversifiés que les autres variétés. Alors que pour AZEBOUDJ DE KHIRENE et BOUGUENFOU cela s'explique par le fait qu'elles sont des formes férales et donc non soumises à la sélection. Les autres variétés sont caractérisées par des valeurs moyennes inférieures (allant de 0,31 pour GUERBOUA jusqu'à 0,47 pour ALSLITH).

Tableau n°12 : Indice de variabilité relative de Shanon (J)

J	PN	LN/DN	PO	LO/DO	NS	ESN	SyAO	PDmaxO	FsomO	FbaseO	Mam	SyAN	SyBN	PDmaxN	FsomN	FbaseN	SurfN	Moy
1	0,65	0,60	0,36	0,74	0,62	0,23	0,71	0,32	0,58	0,83	0,88	0,84	0,31	0,58	0,63	0,04	0,41	0,55
2	0,93	0,65	0,23	0,71	0,62	0,96	0,61	0,27	0,60	0,63	0,16	0,87	0,35	0,50	0,60	0,46	0,57	0,57
3	0,45	0,66	0,16	0,51	0,74	1,00	0,63	0,35	0,06	0,53	0,35	0,84	0,00	0,61	0,34	0,59	0,15	0,47
4	0,63	0,50	0,23	0,61	0,59	0,17	0,18	0,53	0,30	0,63	0,00	0,63	0,00	0,18	0,62	0,00	0,11	0,35
5	0,55	0,39	0,28	0,24	0,82	0,00	0,54	0,31	0,62	0,95	0,00	0,98	0,34	0,80	0,63	0,03	0,16	0,45
6	0,41	0,58	0,47	0,57	0,62	1,00	0,76	0,03	0,63	0,89	0,63	0,85	0,26	0,63	0,63	0,57	0,41	0,58
7	0,62	0,38	0,14	0,56	0,65	0,81	0,34	0,00	0,30	0,68	0,00	0,52	0,11	0,63	0,30	0,34	0,36	0,40
8	0,62	0,48	0,46	0,59	0,34	0,80	0,52	0,17	0,04	0,77	0,00	0,71	0,23	0,52	0,29	0,60	0,22	0,43
9	0,00	0,33	0,00	0,56	0,18	0,29	0,86	0,12	0,63	0,00	0,00	0,86	0,43	0,17	0,63	0,47	0,00	0,33
10	0,58	0,56	0,21	0,59	0,58	0,00	0,20	0,11	0,48	0,00	0,00	0,59	0,44	0,54	0,48	0,33	0,52	0,36
11	0,59	0,73	0,10	0,89	0,47	0,04	0,38	0,27	0,61	0,28	0,02	0,91	0,13	0,64	0,61	0,44	0,32	0,44
12	0,69	0,40	0,10	0,65	0,74	0,00	0,89	0,13	0,52	0,53	0,64	0,54	0,15	0,09	0,52	0,55	0,00	0,42
13	0,00	0,41	0,33	0,45	0,89	0,11	0,94	0,18	0,03	0,34	0,64	0,59	0,44	0,12	0,03	0,19	0,00	0,34
14	0,77	0,49	0,30	0,63	0,92	0,96	0,83	0,30	0,61	0,52	0,00	0,47	0,03	0,60	0,61	0,57	0,68	0,55
15	0,68	0,36	0,44	0,61	0,75	0,00	0,89	0,34	0,25	0,85	0,58	0,47	0,34	0,11	0,25	0,46	0,51	0,46
16	0,71	0,37	0,48	0,48	0,51	0,00	0,54	0,65	0,05	0,26	0,66	0,49	0,15	0,63	0,05	0,60	0,00	0,39
17	0,11	0,44	0,23	0,00	0,82	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,84	0,45	0,00	0,97	0,00	0,31
18	0,31	0,48	0,21	0,35	0,89	0,00	0,78	0,67	0,46	0,63	0,00	0,64	0,09	0,64	0,62	0,51	0,30	0,45
19	0,66	0,48	0,33	0,86	0,63	0,00	0,88	0,17	0,37	0,00	0,00	0,82	0,00	0,39	0,00	0,48	0,68	0,40
20	0,27	0,03	0,35	0,03	0,56	0,00	0,27	0,73	0,27	0,00	0,51	0,73	0,18	0,30	0,00	0,59	0,68	0,32
21	0,53	0,10	0,16	0,63	0,45	0,00	0,81	0,37	0,31	0,60	0,63	0,73	0,62	0,08	0,00	0,49	0,31	0,40
22	0,59	0,23	0,44	0,63	0,54	0,00	0,75	0,06	0,16	0,63	0,36	0,75	0,24	0,15	0,00	0,46	0,00	0,35
23	0,50	0,48	0,50	0,59	0,47	0,34	0,83	0,66	0,21	0,38	0,52	0,91	0,00	0,41	0,42	0,13	0,32	0,45
Moy	0,52	0,44	0,28	0,54	0,63	0,29	0,64	0,29	0,35	0,48	0,29	0,72	0,25	0,42	0,36	0,43	0,29	0,42

(1) : Ahia ousbaa ; (2) : Akenane ; (3) : Alslith ; (4) : Azeboudj de Ain Zaatout ; (5) : Azeboudj Boudhoudhane ; (6) : Azeboudj de Khirene ; (7) : Azeboudj de Elouandoura ; (8) : Azizawth ; (9) : Balbal ; (10) : Barouni ; (11) : Abeskri de Ain Zaatout ; (12) : Blanquette de Gastu ; (13) : Bouchouka ; (14) : Bouguenfou ; (15) : Chetoui ; (16) : Derdi ; (17) : Guerboua ; (18) : Melissi ; (19) : Rougette de Fejouj ; (20) : Serti ; (21) : Taliani ; (22) : Serradj ; (23) : Azeradj de Ain Zaatout.

2.5 Description morphologique

En se basant sur la méthodologie proposée par le Conseil Oléicole International, une description morphologique des variétés étudiées basée sur les caractères de l'arbre, du fruit et du noyau est présentée dans les fiches descriptives suivantes :

Fiche descriptive n°01 : Ahia ousbaa, Akenane, Alslith

		Ahia ousbaa	Akenane	Alslith
Noyau	PN	M à E	M	M
	LN/DN	El à Al	El	El
	SyAN	L,As	L,As	L,As
	SyBN	Sy	Sy	Sy
	PDmaxN	V.So	C	C
	FSoN	P	P	Ar
	FbaseN	P	P	Ar
	SurfN	Ru	Ru	Ru
	NS	M à E	M	M
	ESN	Av Mu	Ss Mu	Av, Mu
Fruit	PO	M	M	M
	LO/DO	O	O	O
	SyAO	L,As	L,As	L,As
	PDmaxO	C	C	C
	FSoO	Ar	Ar	Ar
	FbaseO	Ar	Ar	Ar
	Mam	Abs	Abs	Abs
Arbre	Vig	M	Ft	Ft
	DensF	La	M	La
	Port	Dr	Et	Dr
Utilisation		H	H	DF

M : moyen ; E : élevé ; très E : très élevé ; R : réduit ; El : elliptique ; Al : allongé ; O : ovale ; S : sphérique ; Sy : symétrique ; As : asymétrique ; L.As : légèrement asymétrique ; C : centrale ; V.So : vers le sommet ; V.Ba : vers la base ; P : pointu ; Ar : arrondi ; T : tronqué ; Ru : rugueuse ; Rab : raboteuse ; Li : lisse ; Av.Mu : avec mucron ; Ss.Mu : sans mucron ; Abs : absent ; prés : présent ; Eb : ébauche ; Ft : forte ; Fb : faible ; La : lâche ; Co : compact ; Dr : dréssé ; Et : étalé ; Re : retombant ; H : huile ; DF : double fins.



Ahia ousbaa



Akenane



Alslith

Fiche descriptive n°02 : Azeboudj de Ain Zaatout, Azeboudj Boudhoudhane, Azeboudj de Khirene

		Azeboudj de Ain Zaatout	Azeboudj Boudhoudhane	Azeboudj de Khirene
Noyau	PN	R à M	E	M
	LN/DN	El à Al	Al	El à Al
	SyAN	L,As	L,As	L,As
	SyBN	Sy	Sy	Sy
	PDmaxN	C	C	C
	FSoN	P	P	P
	FbaseN	P	P	P
	SurfN	Ru	Rab	Ru
	NS	M	M	M
	ESN	Ss, Mu	Av, Mu	Av, Mu
Fruit	PO	R	M	R à M
	LO/DO	O	Al	Al
	SyAO	L,As	As	L,As
	PDmaxO	C	C	C
	FSoO	Ar	Ar	P
	FbaseO	Ar	T	P
	Mam	Abs	Abs	Prés
Arbre	Vig	Ft	Ft	M
	DensF	La	M	La
	Port	Dr	Et	Re
Utilisation			-	-

M : moyen ; E : élevé ; très E : très élevé ; R : réduit ; El : elliptique ; Al : allongé ; O : ovale ; S : sphérique ; Sy : symétrique ; As : asymétrique ; L.As : légèrement asymétrique ; C : centrale ; V.So : vers le sommet ; V.Ba : vers la base ; P : pointu ; Ar : arrondi ; T : tronqué ; Ru : rugueuse ; Rab : raboteuse ; Li : lisse ; Av.Mu : avec mucron ; Ss.Mu : sans mucron ; Abs : absent ; prés : présent ; Eb : ébauche ; Ft : forte ; Fb : faible ; La : lâche ; Co : compact ; Dr : dréssé ; Et : étalé ; Re : retombant ; H : huile ; DF : double fins.



Azeboudj de Ain Zaatout



Azeboudj Boudhoudhane



Azeboudj de Khirane

Fiche descriptive n°03 : Azeboudj de Elouandoura, Azizawth, Balbal

		Azeboudj de Elouandoura	Azizawth	Balbal
Noyau	PN	R à M	M	E
	LN/DN	El	O à El	Al
	SyAN	Sy	L,As	L,As
	SyBN	Sy	Sy	Sy
	PDmaxN	C	C	C
	FSoN	Ar	Ar	P
	FbaseN	Ar	P	P
	SurfN	Ru	Ru	Rab
	NS	M	R	E
	ESN	Ss, Mu	Ss, Mu	Av, Mu
Fruit	PO	R	R à M	très E
	LO/DO	O	O	O
	SyAO	L,As	L,As	L,As
	PDmaxO	C	C	C
	FSoO	Ar	Ar	P
	FbaseO	Ar	T	Ar
	Mam	Abs	Abs	Abs
Arbre	Vig	Ft	Ft	Ft
	DensF	La	La	M
	Port	Re	Et	Dr
Utilisation			-	H

M : moyen ; E : élevé ; très E : très élevé ; R : réduit ; El : elliptique ; Al : allongé ; O : ovale ; S : sphérique ; Sy : symétrique ; As : asymétrique ; L.As : légèrement asymétrique ; C : centrale ; V.So : vers le sommet ; V.Ba : vers la base ; P : pointu ; Ar : arrondi ; T : tronqué ; Ru : rugueuse ; Rab : raboteuse ; Li : lisse ; Av.Mu : avec mucron ; Ss.Mu : sans mucron ; Abs : absent ; prés : présent ; Eb : ébauche ; Ft : forte ; Fb : faible ; La : lâche ; Co : compact ; Dr : dréssé ; Et : étalé ; Re : retombant ; H : huile ; DF : double fins.



Azeboudj de Elouandoura



Azizawth



Balbal

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Fiche descriptive n°04 : Barouni , Abeskri de Ain Zaatout , Blanquette de Gastu

		Barouni	Abeskri de Ain Zaatout	Blanquette de Gastu
Noyau	PN	E	E	M
	LN/DN	El à Al	El	Al
	SyAN	L,As	L,As	L,As
	SyBN	Sy	Sy	Sy
	PDmaxN	C	V.So	C
	FSoN	Ar	Ar	P
	FbaseN	P	P	P
	SurfN	Ru	Rab	Ru
	NS	M	M	M
	ESN	Av, Mu	Av, Mu	Av, Mu
Fruit	PO	M	M	M
	LO/DO	O	O	O
	SyAO	L,As	L,As	As
	PDmaxO	C	C	C
	FSoO	Ar	Ar	P
	FbaseO	T	T	T
	Mam	Abs	Abs	Eb
Arbre	Vig	M	M	Ft
	DensF	Co	M	M
	Port	Dr	Re	Et
Utilisation			H	DF

M : moyen ; E : élevé ; très E : très élevé ; R : réduit ; El : elliptique ; Al : allongé ; O : ovale ; S : sphérique ; Sy : symétrique ; As : asymétrique ; L.As : légèrement asymétrique ; C : centrale ; V.So : vers le sommet ; V.Ba : vers la base ; P : pointu ; Ar : arrondi ; T : tronqué ; Ru : rugueuse ; Rab : raboteuse ; Li : lisse ; Av.Mu : avec mucron ; Ss.Mu : sans mucron ; Abs : absent ; prés : présent ; Eb : ébauche ; Ft : forte ; Fb : faible ; La : lâche ; Co : compact ; Dr : dréssé ; Et : étalé ; Re : retombant ; H : huile ; DF : double fins.



Barouni



Abeskri de Ain Zaatout



Blanquette de Gastu

Fiche descriptive n°05 : Bouchouka , Bouguenfou , Chetoui

		Bouchouka	Bouguenfou	Chetoui
Noyau	PN	E	R à M	R à M
	LN/DN	Al	El	Al
	SyAN	L,As	Sy	L,As
	SyBN	Sy	Sy	Sy
	PDmaxN	C	C	C
	FSoN	P	Ar	P
	FbaseN	P	Ar	P
	SurfN	Rab	Ru	Ru
	NS	M	M à E	M à E
	ESN	Ss, Mu	Ss, Mu	Av, Mu
Fruit	PO	M	R	M
	LO/DO	Al	O	O
	SyAO	As	L,As	L,As
	PDmaxO	C	C	C
	FSoO	P	Ar	P
	FbaseO	P	Ar	Ar
	Mam	Abs	Abs	Abs
Arbre	Vig	Ft	Ft	Ft
	DensF	Co	M	Co
	Port	Et	Re	Et
Utilisation			DF	-

M : moyen ; E : élevé ; très E : très élevé ; R : réduit ; El : elliptique ; Al : allongé ; O : ovale ; S : sphérique ; Sy : symétrique ; As : asymétrique ; L,As : légèrement asymétrique ; C : centrale ; V.So : vers le sommet ; V.Ba : vers la base ; P : pointu ; Ar : arrondi ; T : tronqué ; Ru : rugueuse ; Rab : raboteuse ; Li : lisse ; Av,Mu : avec mucron ; Ss,Mu : sans mucron ; Abs : absent ; prés : présent ; Eb :ébauche ; Ft : forte ; Fb : faible ; La : lâche ; Co : compact ; Dr : dréssé ; Et : étalé ; Re : retombant ; H : huile ; DF : double fins.



Bouguenfou



Chetoui



Bouchouka

Fiche descriptive n°06 : Derdi, Guerboua , Melissi

		Derdi	Guerboua	Melissi
Noyau	PN	M à,E	E	E
	LN/DN	El	S	El à Al
	SyAN	L,As	L,As	L,As
	SyBN	Sy	L,As	Sy
	PDmaxN	V,So	C	C
	FSoN	Ar	Ar	Ar
	FbaseN	P	Ar	P
	SurfN	Ru	Rab	Ru
	NS	M	M	M
	ESN	Av, Mu	Ss, Mu	Av, Mu
Fruit	PO	R à M	très E	M
	LO/DO	O	S	Al
	SyAO	L,As	Sy	As
	PDmaxO	V,So	C	V,So
	FSoO	Ar	Ar	Ar
	FbaseO	Ar	Ar	Ar
	Mam	Abs	Abs	Eb
Arbre	Vig	Ft	M	Fb
	DensF	Co	M	Co
	Port	Re	Et	Et
Utilisation			H	H

M : moyen ; E : élevé ; très E : très élevé ; R : réduit ; El : elliptique ; Al : allongé ; O : ovale ; S : sphérique ; Sy : symétrique ; As : asymétrique ; L,As : légèrement asymétrique ; C : centrale ; V,So : vers le sommet ; V,Ba : vers la base ; P : pointu ; Ar : arrondi ; T : tronqué ; Ru : rugueuse ; Rab : raboteuse ; Li : lisse ; Av,Mu : avec mucron ; Ss,Mu : sans mucron ; Abs : absent ; prés : présent ; Eb : ébauche ; Ft : forte ; Fb : faible ; La : lâche ; Co : compact ; Dr : dréssé ; Et : étalé ; Re : retombant ; H : huile ; DF : double fins.



Derdi



Guerboua



Melissi

Fiche descriptive n°07 : Rougette de Fejouj, Serti, Taliani

		Rougette de Fejouj	Serti	Taliani
Noyau	PN	R à M	E	M
	LN/DN	El à Al	Al	Al
	SyAN	L,As	L,As	L,As
	SyBN	Sy	Sy	Sy
	PDmaxN	C	C	C
	FSoN	P	P	P
	FbaseN	Ar	Ar	Ar
	SurfN	Ru	Ru	Rab
	NS	M à E	E	E
	ESN	Av, Mu	Av, Mu	Av, Mu
Fruit	PO	M	M	M
	LO/DO	O	Al	O
	SyAO	L,As	As	L,As à As
	PDmaxO	C	V,So	C
	FSoO	Ar	P	P
	FbaseO	T	T	T
	Mam	Abs	Abs	Eb
Arbre	Vig	Ft	Fb	Ft
	DensF	Co	La	Co
	Port	Dr	Dr	Et
Utilisation			H	H

M : moyen ; E : élevé ; très E : très élevé ; R : réduit ; El : elliptique ; Al : allongé ; O : ovale ; S : sphérique ; Sy : symétrique ; As : asymétrique ; L.As : légèrement asymétrique ; C : centrale ; V.So : vers le sommet ; V.Ba : vers la base ; P : pointu ; Ar : arrondi ; T : tronqué ; Ru : rugueuse ; Rab : raboteuse ; Li : lisse ; Av.Mu : avec mucron ; Ss.Mu : sans mucron ; Abs : absent ; prés : présent ; Eb : ébauche ; Ft : forte ; Fb : faible ; La : lâche ; Co : compact ; Dr : dréssé ; Et : étalé ; Re : retombant ; H : huile ; DF : double fins.



Rougette de Fejouj



Serti



Taliani

Fiche descriptive n°08 : Serradj , Azeradj de Ain Zaatout

		Serradj	Azeradj de Ain Zaatout
Noyau	Poids du noyau	Réduit à Moyen	Moyen
	Longueur du noyau	Allongé	Ovale à Elliptique
	Largeur du noyau	Légèrement asymétrique	Légèrement asymétrique
	Rapport longueur sur diamètre du noyau	Symétrique	Symétrique
	Symétrie en position A du noyau	Centrale	Vers le Sommet
	Symétrie en position B du noyau	Pointue	Arrondie
	Position du diamètre maximal du noyau	Arrondie	Arrondie
	Forme du sommet du noyau	Rugueuse	Lisse
	Forme de la base du noyau	Elevé	Moyen
	Surface du noyau	Avec Mucron	Sans Mucron
Fruit	Nombre de sillons	Moyen	Réduit à Moyen
	Extrémité du sommet du noyau	Ovale à Allongé	Ovale
	Poids du fruit	Asymétrique	Légèrement asymétrique
	Longueur du fruit	Centrale	Centrale
	Largeur du fruit	Pointue	Ar
	Rapport longueur sur diamètre du fruit	Arrondie	Tronquée
	Symétrie en position A du fruit	Absent	Absent
Arbre	Symétrie en position B du fruit	Forte	Forte
	Forme du sommet du fruit	Compact	Moyenne
	Forme de la base du fruit	Etalé	Etalé
Utilisation		Double fins	Huile

M : moyen ; E : élevé ; très E : très élevé ; R : réduit ; El : elliptique ; Al : allongé ; O : ovale ; S : sphérique ; Sy : symétrique ; As : asymétrique ; L.As : légèrement asymétrique ; C : centrale ; V.So : vers le sommet ; V.Ba : vers la base ; P : pointu ; Ar : arrondi ; T : tronqué ; Ru : rugueuse ; Rab : raboteuse ; Li : lisse ; Av.Mu : avec mucron ; Ss.Mu : sans mucron ; Abs : absent ; prés : présent ; Eb : ébauche ; Ft : forte ; Fb : faible ; La : lâche ; Co : compact ; Dr : dréssé ; Et : étalé ; Re : retombant ; H : huile ; DF : double fins.



Serradj



Azerradj de Ain Zaatout

3 Caractérisation moléculaire

Le tableau n°13 présente les différents paramètres analysés pour les 8 SSR utilisés dans cette étude. Il s'agit de : rang allélique, nombre d'allèles détectés, nombre d'allèles effectifs, contenu de l'information polymorphe, nombre de variétés distinguées, hétérozygotie observée, hétérozygotie attendue, indice de différenciation et le nombre d'allèles privés.

Tableau n°13 : Paramètres génétiques de chaque locus chez toutes les variétés étudiées

Locus	Rang Allélique (bp)	Na	Ne	PIC	NDC	Ho	He	Fst	Allèles privés
EM090	183 - 195	6	4,33	0,818	3	1,00	0,80	0,34	0
DCA09	161 - 193	13	8,89	0,908	7	1,00	0,92	0,42	6
UDO99-039	104 - 182	7	4,02	0,804	5	0,69	0,78	0,51	3
DCA03	231 - 255	9	5,54	0,868	9	0,92	0,85	0,43	5
DCA14	153 - 187	11	8,89	0,895	10	1,00	0,92	0,41	3
DCA5	176 - 214	10	5,14	0,865	8	0,83	0,84	0,54	6
DCA18	153 - 183	11	8,34	0,926	9	0,82	0,92	0,58	6
GAPU-59	204 - 222	7	4,00	0,782	3	1,00	0,78	0,41	3
Moyenne		9,25	6,14	0,86	6,75	0,91	0,85	0,45	4

Na : Nombre d'allèles détectés, **Ne** : Nombre d'allèles effectifs, **PIC** : Contenu de l'information polymorphe, **NDC** : Nombre de variétés distinguées, **Ho** : Hétérozygotie observée, **He** : Hétérozygotie attendue, **Fst** : Indice de différenciation

3.1 Nombre d'allèles détectés (Na)

Un total de 74 allèles différents ont été détectés avec des tailles allant de 104 bp (marqueur UDO99-039 pour les variétés suivantes : AELEH, AHIA OUSBAA, AKENANE, AZERADJ DE AIN ZAATOUT, AZIZAWTH, ALSLITH et MEKKI) à 255 bp (marqueur DCA03 pour la variété AZIZAWTH). Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Dominguez-Garcia et al. (2012) qui a détecté 77 allèles en analysant 19 variétés dont 16 algériennes avec un ensemble de 10 marqueurs SSR. D'autres études sur les ressources oléicoles algériennes, où le nombre de variétés analysées et de marqueurs SSR utilisés étaient supérieurs aux nôtres, signalent des nombres d'allèles détectés bien supérieurs à notre résultat (122 à 210 allèles détectés) (Haouane et al., 2011 ; Abdessamed et al., 2015 ; Boucheffa et al., 2016 ; di Rienzo et al., 2018 ; El Bakkali et al., 2020 ; Haddad et al., 2020). Mansouri et Benbouza (2014), quant à eux, dans une étude menée sur 7 variétés algériennes en utilisant 7 marqueurs SSR signale la détection de seulement 48 allèles.

Le nombre moyen d'allèles détectés par locus est de 9,25 (allant de 6 pour EM090 à 13 pour DCA09). Ce nombre est très proche de ceux obtenus par Boucheffa et al. (2016) et El Bakkali et al. (2020) (10,66 et 8,71 respectivement). D'autres auteurs ont obtenu des nombres moyens d'allèles détectés inférieurs (de 6,85 à 7,7) (Dominguez-Garcia et al., 2012 ; Mansouri et Benbouza, 2014 ; Haddad et al., 2020). Alors que d'autres ont rapporté des nombres moyens bien supérieurs (de 11,7 à 17,5) (Haouane et al., 2011 ; Abdessemed et al., 2015 ; di Rienzo et al., 2018). Le marqueur DCA09 enregistre le nombre d'allèles détectés le plus élevé (13 allèles), suivi par les marqueurs DCA03, DCA05, DCA14 et DCA18 qui ont enregistré un nombre de 9 à 11 allèles détectés. Par contre, les marqueurs EM090, UDO99-039 et GAPU-59, quant à eux, ont enregistré les nombres les plus réduits de 6 à 7 allèles détectés (figure n°11).

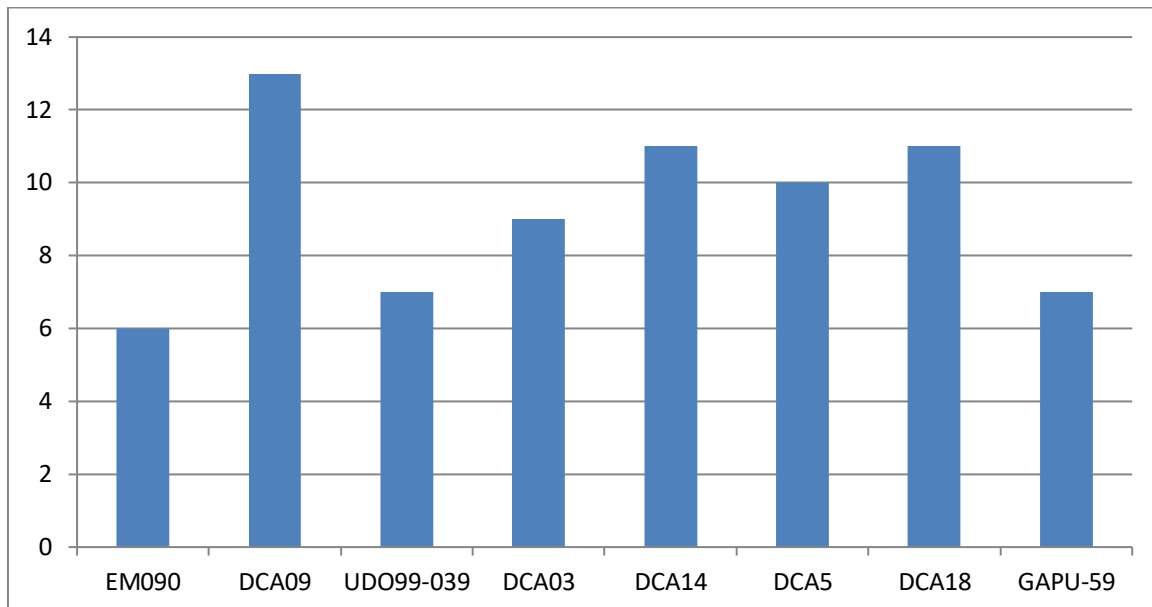


Figure n°11 : Nombre d'allèles détectés pour chaque marqueur SSR

3.2 Nombre d'allèles privés

Parmi les 74 allèles amplifiés, 32 sont privés avec une moyenne de 4 allèles par marqueur. Les marqueurs DCA09, DCA05 et DCA18 donnent le plus d'allèles privés (6 allèles) alors que le marqueur EM090 n'a donné aucun allèle privé. Le marqueur DCA03 a donné 5 allèles privés alors que les marqueurs UDO99-039, DCA14 et GAPU-59 ont donné un nombre de 3 allèles privés (Figure n°12).

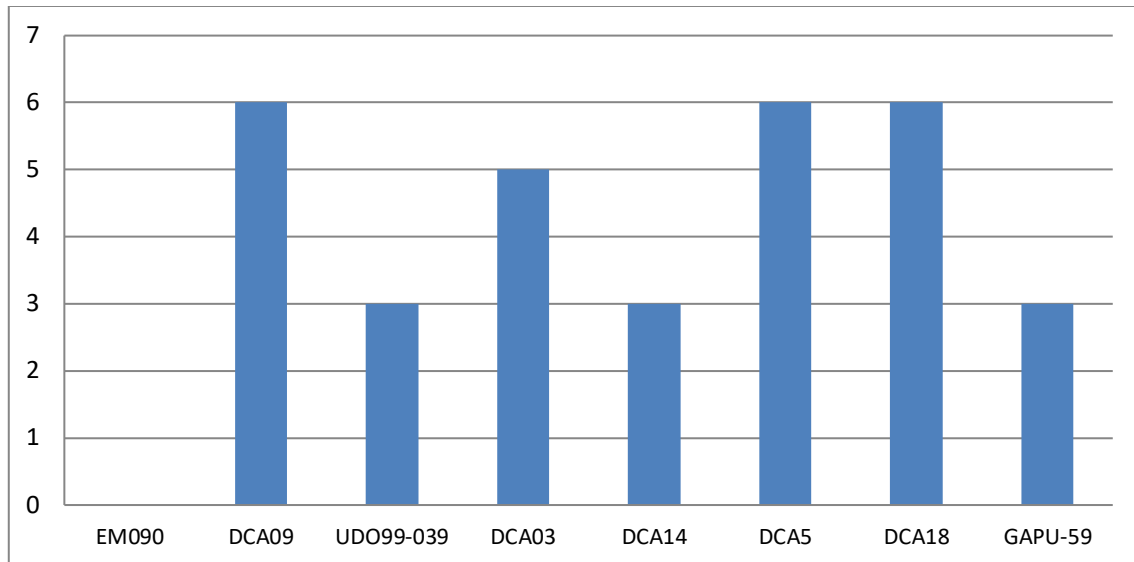


Figure n°12 : Nombre d'allèles privés pour chaque marqueur SSR

La variété ABESKRI présente le nombre le plus élevé d'allèles privés (5) qui sont : DCA03 (253 bp), DCA14 (171 bp), DCA5 (202 bp), DCA18 (153 bp) et GAPU-59 (204 bp). Suivie par les variétés MEKKI et NEBJMEL avec 4 allèles privés chacune. Les autres variétés présentent des nombres d'allèles privés oscillant entre 1 et 3 (Tableau n°14).

Tableau n°14 : Allèles privés par variété

Variété	Locus	Allèle privé	Variété	Locus	Allèle privé
Abeskri	DCA03	253	Ferkani	DCA5	188
	DCA14	171	Azizawth	DCA09	191
	DCA5	202		DCA03	255
	DCA18	153	Alslith	DCA09	187
	GAPU-59	204		GAPU-59	214
Aeleh	UDO99-039	144	Mekki	GAPU-59	218
	DCA5	196		DCA09	169
	DCA18	181	DCA03	233	
Ahia ousbaa	DCA09	193	Nebjmel	DCA03	235
	DCA14	161		DCA18	165
	DCA18	159		DCA09	167
Akenane	UDO99-039	170	UDO99-039	178	
	DCA5	198	DCA03	245	
Azeradj AZ	DCA14	179	DCA18	177	
	DCA5	212	Souidi	DCA5	214
	DCA18	169	Bouguenfou	DCA09	183

3.3 Nombre d'allèles effectifs (Ne)

Le nombre moyen d'allèles effectifs est de 6,14 (allant de 4,00 pour GAPU-59 à 8,89 pour DCA09 et DCA14). Ce résultat est proche de celui obtenu par Boucheffa et al. (2016) qui ont enregistré une moyenne de 5,87. Haddad et al. (2020), dans une étude concernant 34 variétés ont enregistré une moyenne inférieure de 3,6. Alors que di Rienzo et al. (2018), dans une étude sur 128 variétés dont 25 algériennes ont trouvé un nombre moyen plus élevé de 7,4. Les marqueurs DCA09 et DCA14 enregistrent le nombre d'allèles effectifs le plus élevé (8,89), suivis par le marqueur DCA18 qui a enregistré un nombre d'allèles effectifs de 8,34. Les autres marqueurs à savoir DCA03, DCA05, DCA14, EMO90, UDO99-039 et GAPU-59, quant à eux, ont enregistré les nombres d'allèles effectifs les plus réduits de 4,00 à 5,14 allèles (figure n°13).

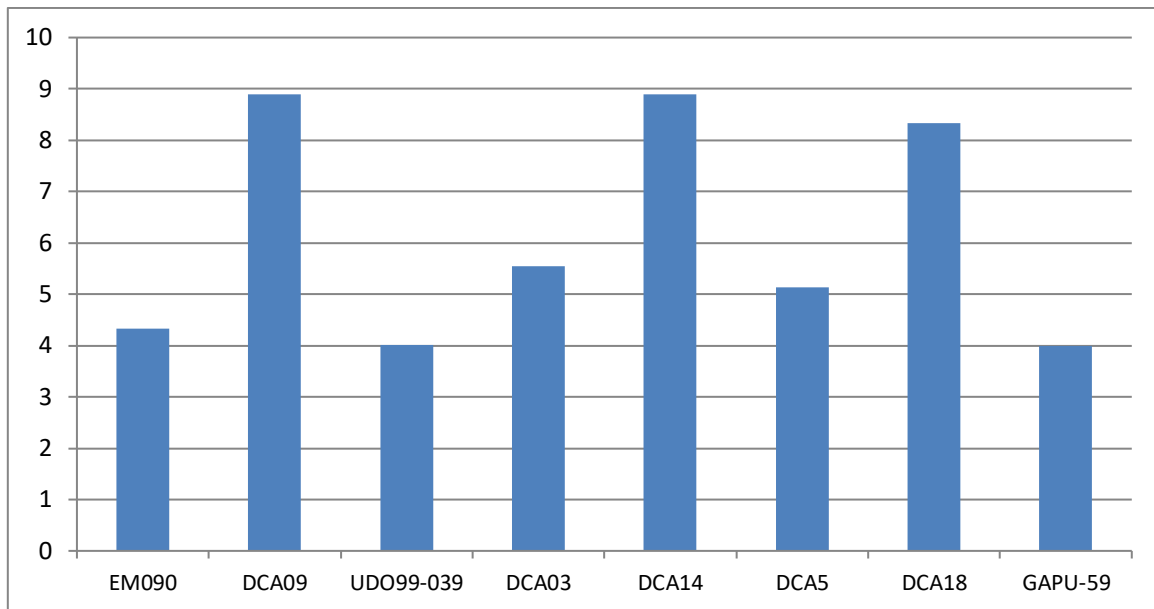


Figure n°13 : Nombre d'allèles effectifs pour chaque marqueur SSR

3.4 Nombre de variétés distinguées (NDC)

L'analyse et la combinaison des 74 allèles amplifiés par les 8 SSR nous a permis de distinguer les 12 variétés étudiées sans ambiguïté. Cependant, aucun des SSR utilisés n'était capable de différencier à lui seul toutes les variétés. Le locus qui a permis de distinguer le plus grand nombre de variétés est DCA14 (10 variétés), alors que les marqueurs EM090 et GAPU-59 ne permettent de distinguer que 3 variétés (figure n°14).

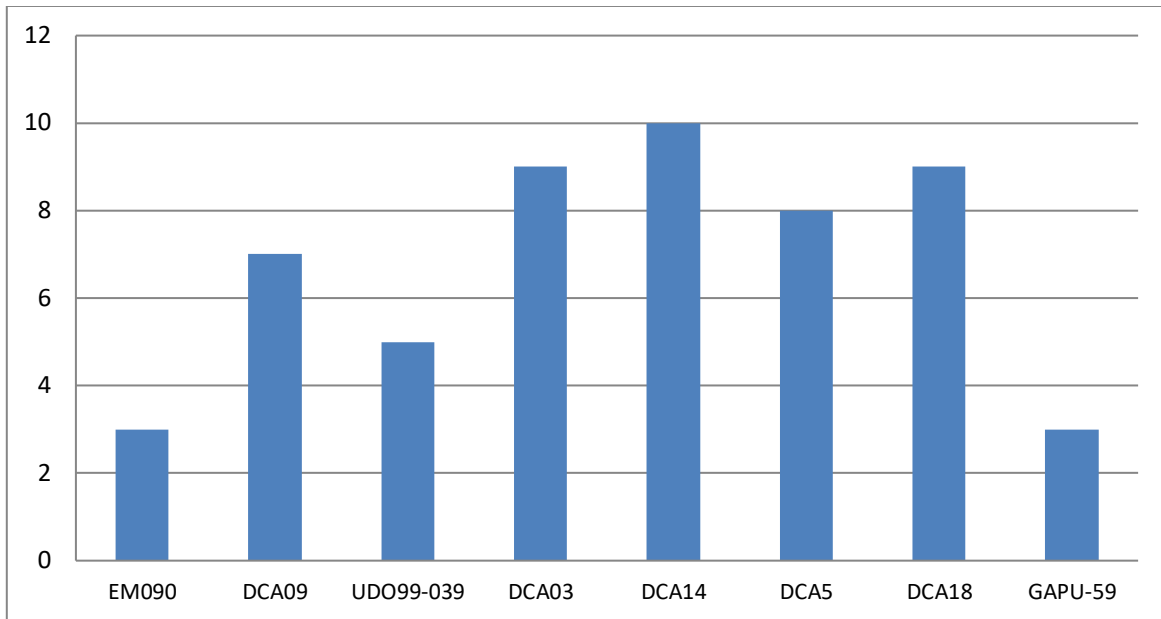


Figure n°14 : Nombre de variétés distinguées pour chaque marqueur SSR

3.5 Hétérozygotie observée (H_o)

L'hétérozygotie observée (H_o) varie entre 0,69 pour le locus UDO99-039 à 1,00 pour EM090, DCA09, DCA14 et GAPI-59. Les marqueurs DCA03, DCA05 et DCA18 présentent des valeurs intermédiaires allant de 0,82 à 0,92 (figure n°15).

La valeur moyenne de l'hétérozygotie observée semble être très élevée (0,91). Des valeurs moins élevées sont obtenues par plusieurs auteurs sur des variétés algériennes (entre 0,488 et 0,851) (Haouane et al., 2011 ; Mansouri et Benbouza, 2014; Abdessemed et al., 2015 ; Boucheffa et al., 2016 ; di Rienzo et al., 2018 ; Haddad et al., 2020). Dans une étude menée en Tunisie sur un ensemble d'individus issus de croisements enter-variétales, Dridi et al. (2018) ont enregistré une valeur moyenne de H_o de 0,987 très élevée et supérieure à la notre.

L'hétérozygotie observée était supérieure à 0,50 pour tous les loci ce qui indique une diversité importante et élevée des individus analysés.

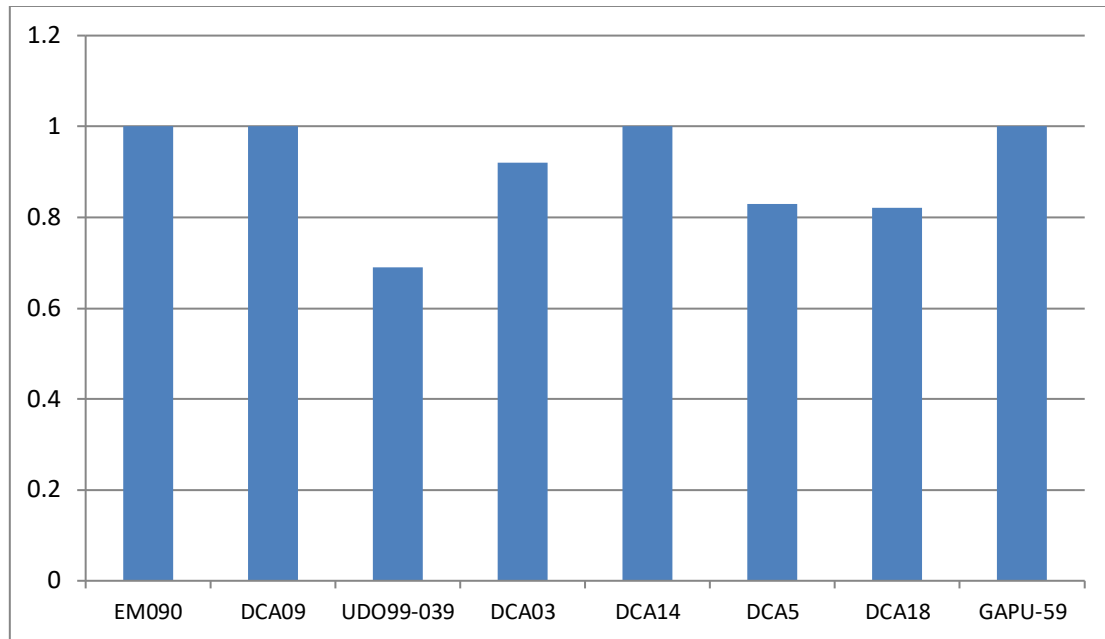


Figure n°15 : L'hétérozygotie observée pour chaque marqueur SSR

3.6 Hétérozygotie attendue (He)

L'hétérozygotie attendue (H_e) varie de 0,78 pour UDO99-039 et GAPI-59 à 0,92 pour DCA09, DCA14 et DCA18 avec une moyenne de 0,85. Les autres marqueurs à savoir EM090, DCA03 et DCA05 présentent des valeurs intermédiaires allant de 0,80 à 0,85 (figure n°16).

La valeur moyenne de l'hétérozygotie attendue obtenue est proche de celles obtenues par Dominguez-Garcia et al. (2012) et di Rienzo et al. (2018) dans des études sur des variétés algériennes.

Des valeurs moyennes inférieures à notre résultat sont enregistrées dans d'autres études sur les variétés algériennes (entre 0,699 et 0,776) (Boucheffa et al., 2016 ; El Bakkali et al., 2020 ; Haddad et al., 2020), alors que dans d'autres études, des valeurs beaucoup plus faibles (0,334 et 0,312) sont obtenues respectivement par Mansouri et Benbouza (2014) et Abdessemed et al. (2015).

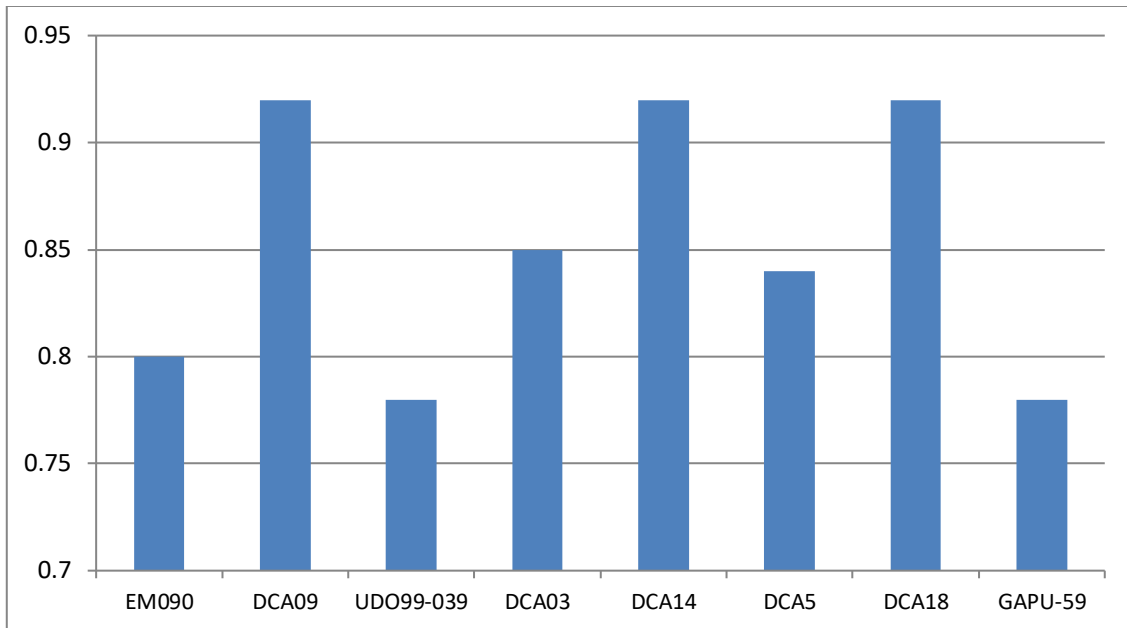


Figure n°16 : L'hétérozygotie attendue pour chaque marqueur SSR

3.7 Contenu de l'information polymorphe (PIC)

Le Contenu de l'information polymorphe (PIC) présente des valeurs allant 0,782 (GAPU-59) à 0,926 (DCA18) avec une moyenne de 0,86. Ce résultat est proche de celui enregistré par di Rienzo et al. (2018), mais supérieur aux moyennes obtenues par d'autres auteurs (Dominguez-Garcia et al., 2012 ; El Bakkali et al., 2020 ; Haddad et al., 2020) qui ont trouvé des moyennes avoisinant 0,66. Les valeurs du PIC supérieures à 0,8 (à l'exception du marqueur GAPU-59) montrent que les variétés étudiées manifestent une grande diversité et que les SSR utilisés sont efficaces pour le genotypage (figure n°17).

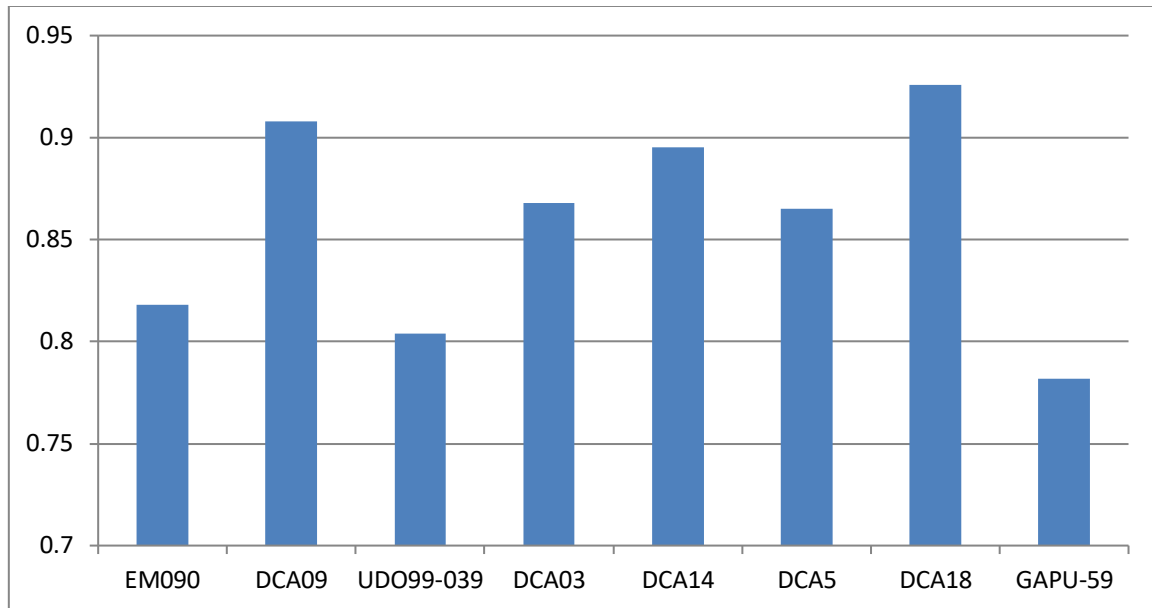


Figure n°17 : Contenu de l'information polymorphe (PIC) pour chaque marqueur SSR

3.8 Indice de différenciation (Fst)

L'Indice de différenciation (Fst) présente des valeurs toutes positives allant de 0,34 à 0,58 avec une moyenne de 0,45 ce qui indique un degré de différenciation entre les variétés assez élevé (figure n°18).

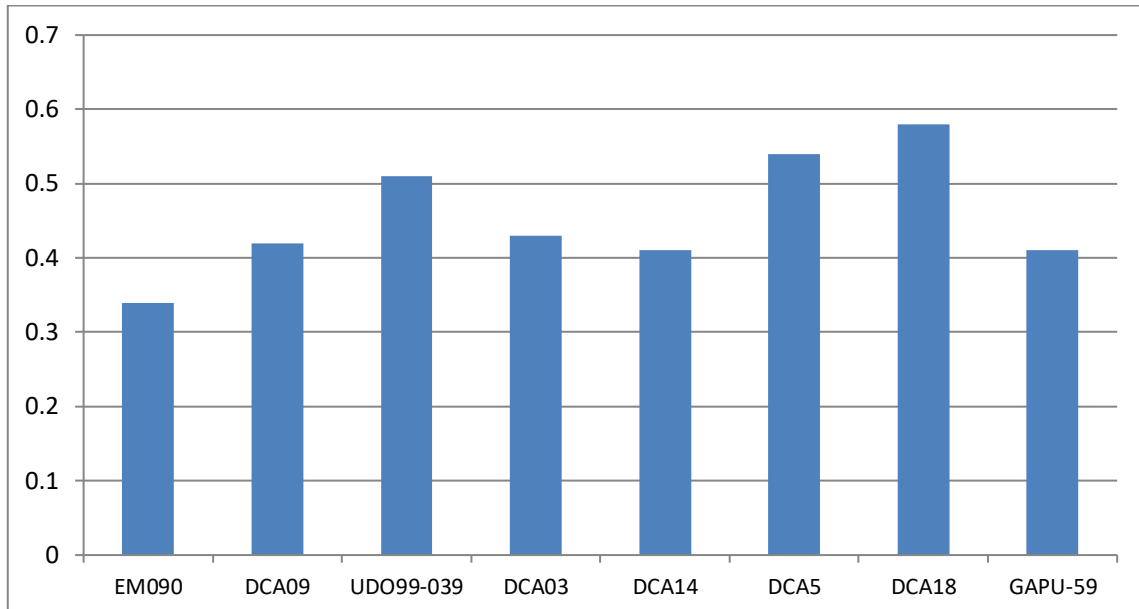


Figure n°18 : Indice de différenciation pour chaque marqueur SSR

3.9 Fréquences alléliques

Les fréquences alléliques (tableau n°15) varient d'un minimum de 0,038 (pour plusieurs allèles dans les loci suivants : EM090, DCA09, UDO99-039, DCA03, DCA14) à un maximum de 0,417 pour l'allèle 212 au niveau du locus GAPU-59 qui est présent chez les

variétés suivantes : ABESKRI, AELEH, AHIA OUSBAA, AKENANE, AZERADJ DE AIN ZAATOUT, FERKANI, AZIZAWTH, MEKKI et NEBJMEL, suivi par les allèles : 204 (locus DCA5, fr = 0,375 pour les variétés suivantes : ABESKRI, AELEH, AHIA OUSBAA, AKENANE, FERKANI, AZIZAWTH, MEKKI et NEBJMEL), 106 (locus UDO99-039, fr = 0,346 pour les variétés suivantes : ABESKRI, BOUGUENFOU, FERKANI, NEBJMEL et SOUIDI), 104 (locus UDO99-039, fr = 0,308 pour les variétés suivantes : AELEH, AHIA OUSBAA, AKENANE, AZERADJ DE AIN ZAATOUT, AZIZAWTH, ALSLITH et MEKKI), 185 (locus EM090, fr = 0,308 pour les variétés suivantes : ABESKRI, AZRADJ DE AIN ZAATOUT, BOUGUENFOU, FERKANI, AZIZAWTH, MEKKI et SOUIDI) , 231 (locus DCA03, fr = 0,269 pour les variétés suivantes : ABESKRI, BOUGUENFOU, FERKANI, ALSLITH et SOUIDI) et 239 (locus DCA03, fr = 0,231 pour les variétés suivantes : AELEH, AKENANE, AZRADJ DE AIN ZAATOUT, BOUGUENFOU, NEBJMEL et SOUIDI).

Tableau n°15 : Fréquences alléliques des marqueurs SSR utilisés

Locus	Allèles et fréquences												
EM090	183	185	187	189	191	195							
	0,154	0,308	0,077	0,077	0,308	0,077							
DCA09	161	167	169	171	175	179	181	183	185	187	191	193	195
	0,115	0,038	0,038	0,077	0,077	0,077	0,115	0,038	0,231	0,038	0,038	0,038	0,077
UDO99-039	104	106	144	170	176	178	182						
	0,308	0,346	0,038	0,038	0,154	0,038	0,077						
DCA03	231	233	235	239	243	245	249	253	255				
	0,269	0,038	0,038	0,231	0,154	0,038	0,154	0,038	0,038				
DCA14	153	155	161	169	171	173	175	177	179	181	187		
	0,077	0,115	0,038	0,115	0,038	0,077	0,077	0,115	0,038	0,115	0,192		
DCA5	176	188	196	198	202	204	206	208	212	214			
	0,125	0,042	0,042	0,042	0,042	0,375	0,125	0,083	0,083	0,042			
DCA18	153	159	165	167	169	171	173	175	177	181	183		
	0,045	0,091	0,045	0,182	0,045	0,091	0,136	0,182	0,045	0,045	0,091		
GAPU-59	204	208	210	212	214	218	222						
	0,042	0,167	0,167	0,417	0,042	0,042	0,125						

3.10 Niveau de polymorphisme

Le niveau de polymorphisme des loci pour chaque variété (tableau n°16) est élevé avec des pourcentages allant d'un minimum de 75% pour les variétés BOUGUENFOU et FERKANI jusqu'à un maximum de 100% pour les variétés AELEH, NEBJMEL et SOUIDI. La moyenne pour l'ensemble des variétés est de 88,54%, supérieure à celle obtenue par Mansouri et Benbouza (2014) dans une étude sur 7 variétés de la région de Batna (Algérie).

Tableau n° 16: Pourcentage des loci polymorphes

Population	%P
Abeskri	87,50%
Aeleh	100,00%
Ahia ousbaa	87,50%
Akenane	87,50%
Azerradj AZ	87,50%
Bouguenfou	75,00%
Ferkani	75,00%
Azizawth	87,50%
Alslith	87,50%
Mekki	87,50%
Nebjmel	100,00%
Souidi	100,00%
Mean	88,54%

3.11 Dendrogramme

Le dendrogramme (figure n°19) réalisé à l'aide de l'analyse par la méthode UPGMA classe les variétés étudiées en trois groupes (A, B et C).

Le groupe A est composé des deux sous-groupes suivants :

- Sous- groupe A1 formé des variétés ABESKRI DE AIN ZAATOUT, ABESKRI DE KHIRENE et FERKANI. Ces dernières sont connues par leurs fruits assez gros utilisés pour l'huile d'olive et aussi comme olive de table.
- Sous-groupe A2 formé des variétés AHIA OUSBAA, BOUGUENFOU et SOUIDI. A partir de ce regroupement, la forme férale « BOUGUENFOU » peut être supposée issue de croisement entre les deux autres variétés (AHIA OUSBAA et SOUIDI), ou bien entre ces variétés et la forme sauvage qui est l'oléastre.

Le groupe B est composé des deux sous-groupes suivants :

- Sous-groupe B1 formé des variétés AELEH et NEBJMEL d'une part qui sont de la région de Zaouia, et d'une autre part par les variétés AZIZAWTH et MEKKI qui sont très réponsues dans la région de Khirene.
- Sous groupe B2 formé des variétés à l'huile AKENANE et AZERADJ qui sont toutes les deux de la région de Ain Zaatout.

Le groupe C quant à lui est composé seulement de la variété ALSLITH qui se distingue nettement des autres variétés. Celle-ci est très appréciée par les oléiculteurs de la région de Khirene pour ses rendements élevés en huile de caractéristiques très attrayantes pour la population locale.

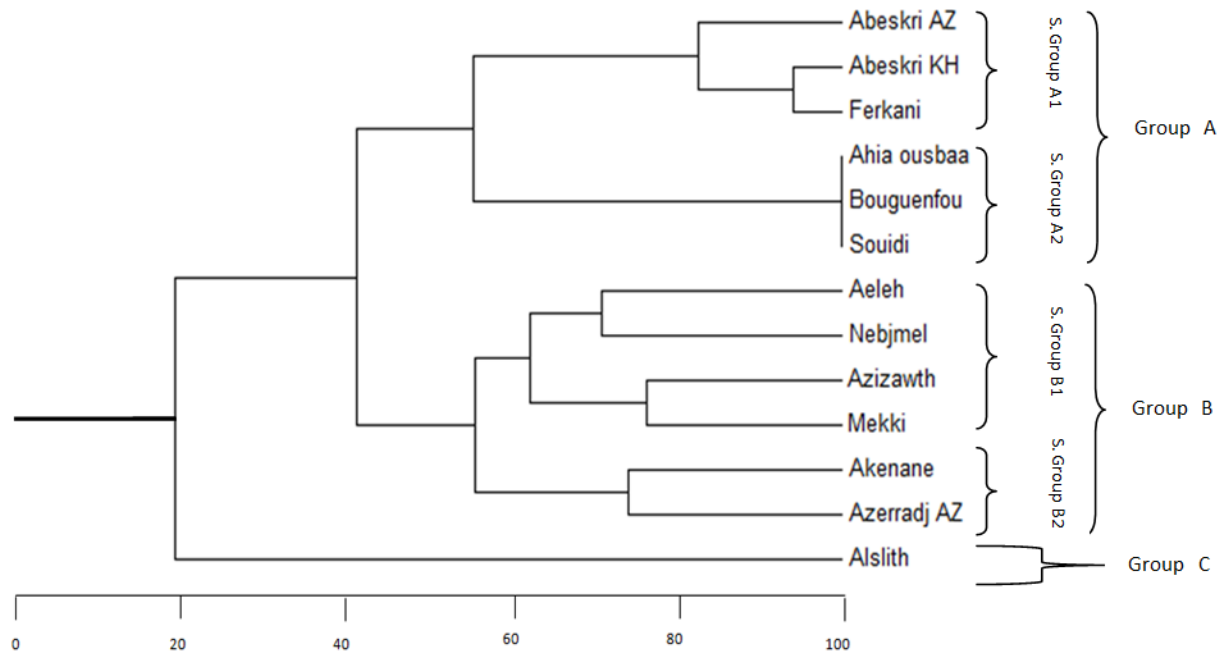


Figure n°19 : Dendrogramme basé sur la distance génétique de Nei (1972) :

(Method = UPGMA Modified from NEIGHBOR procedure of PHYLIP V 3.5)

4 Caractéristiques des huiles d'olive

Les résultats d'analyses physico-chimiques des huiles d'olive des variétés des deux régions de Khirene et Ain Zaatout sont portés dans les tableaux (n°17, n°18 et n°19).

Les indices de maturité des olives utilisées pour l'extraction des huiles d'olives sont proches les uns des autres et oscillent entre 3,07 pour ALSLITH et 4,04 pour AZIZAWTH.

Tableau n°17 : Analyse physicochimique de l'huile d'olive

	Acidité (%)	IP (mEq O2/kg)	Rancimat (h)	Phénols totaux (mg EAG/kg)	K232	K668	ΔK	Rt (%)	IM
ALSLITH	0,61±0,03	14,66±0,37	08,34±0,23	445,07±15,26	1,37	0,16	<0,01	24,92	3.07
AZEBOUDJ Boudoudane	0,35±0,07	19,69±0,61	03,20±0,42	201,56±04,05	1,66	0,14	<0,01	20,17	3.30
ABESKRI de Ain Zaatout	0,24±0,03	07,27±0,42	11,50±0,42	501,98±07,00	1,38	0,15	<0,01	19,86	3.33
AZIZAWTH	0,23±0,03	12,98±1,95	05,00±0,71	262,88±08,70	1,15	0,06	<0,01	17,37	4.04
AKENANE	0,12±0,03	08,46±0,64	12,40±0,28	288,79±11,35	0,99	0,07	<0,01	19,32	3.45
AZERADJ de Ain Zaatout	0,11±0,01	22,14±0,35	04,08±0,25	221,69±12,90	2,42	0,15	<0,01	12,73	3.30
AHIA OUSBAA	0,24±0,03	06,96±0,47	09,58±0,40	416,19±06,20	1,44	0,14	<0,01	19,64	3.43
BARDA	0,76±0,04	12,47±0,36	06,75±0,21	327,86±14,08	1,03	0,09	<0,01	18,00*	-
SKHOUNA	1,81±0,03	12,66±1,82	04,03±0,85	360,14±44,36	1,25	0,13	<0,01	18,00*	-

* : Rendements estimés à partir des huileries de la région d'étude (Ain Zaatout),

4.1 Rendement en huile

Les rendements en pourcentage (Tableau n°17) varient entre 12,73 % et 24,92 %.

L'huile ALSLITH présente le rendement le plus élevé avec 24,92 %, suivie par AZEBOUDJ BOUDOUDANE, ABESKRI, AZIZAWTH, AKENANE et AHIA OUSBAA avec des pourcentages oscillant entre 17,37 % et 20,17 %. Et enfin, l'huile de AZRERRADJ présente le rendement le plus faible avec 12,73 %.

4.2 Acidité

L'acidité libre exprimée en pourcentage d'acide oléique (Tableau n°17) est inférieure à 0,8 % (catégorie vierge extra) pour toutes les variétés analysées, à l'exception de l'huile SKHOUNA qui présente une acidité assez élevée (1,81 %).

4.3 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde (Tableau n°17) varie entre 6,96 mEq O₂/kg (AHIA OUSBAA) et 22,14 mEq O₂/kg (AZRERRADJ). Toutes les huiles étudiées présentent des valeurs inférieures à 20 mEq O₂/kg (limite supérieure des huiles d'olive vierges extra) à l'exception de AZRERRADJ qui présente une valeur de 22,14 mEq O₂/kg.

4.4 Absorbance en UV visible

Les valeurs de K232 et K668 varient de 0,99 (AKENANE) à 2,42 (AZRERRADJ) pour K232 et entre 0,06 (AZIZAWTH) et 0,16 (ALSLITH) pour K668 (Tableau n°17). Ces valeurs sont toutes inférieures aux limites supérieures des huiles d'olive de catégorie vierges extra (25 pour K232 et 0,22 pour K668). Le ΔK quant à lui présente des valeurs toutes au dessous de 0,01 (limite supérieure des huiles d'olive vierges extra).

Plusieurs facteurs peuvent affecter ces trois paramètres de qualité : le stade de récolte, mode et durée de la conservation des fruits, mode d'extraction (température, exposition à l'aire et à la lumière de la pâte ou de l'huile) et la durée de l'extraction. La valeur de l'acidité élevée pour l'huile SKHOUNA peut s'expliquer par la durée de stockage relativement élevée avant la trituration et aussi par le mode d'extraction qui combine le recours à l'utilisation des températures élevées et l'exposition de la pâte à l'aire libre pendant de longues durées.

4.5 Stabilité à l'oxydation (Rancimat)

Le test de Rancimat a donné des résultats très variables (Tableau n°17). Les valeurs vont d'un minimum de 3,2 h pour l'huile de AZEBOUDJ BOUDOUDANE jusqu'à un maximum de 12,40 h pour l'huile de AKENANE.

Les huiles : ABESKRI, et AKENANE ont enregistré les durées les plus élevées (11,50 h à 12,40 h) et proches de celles obtenues en Tunisie pour les variétés Jarboui, Zarrazi, Chetoui, Koroneiki et Oueslati (Haddada et al., 2008 ; Guerfel et al., 2009 ; Issaoui et al., 2010 ; Dabbou et al., 2010 ; Issaoui et al., 2012 ; Ben Hassine et al., 2015 ; Ben Hlima et al., 2017), et en Iran pour les variétés Leccino et Frantoio (Najafi et al., 2015). Alors que les huiles : AZEBOUDJ BOUDOUDANE, AZRERRADJ, SKHOUNA ont enregistré les durées les moins élevées (3,20 h, 4,08 h et 4,03 h respectivement) et en accord avec celles enregistrées en Tunisie pour les variétés Chetoui, Oueslati, Chemlali, Zalmati et Arbequina (Issaoui et al., 2010 ; Dabbou et al., 2010 ; Ben Hassine et al., 2015 ; Gargouri et al., 2016 ; Ben Hlima et al., 2017). Les autres huiles : AZIZAWTH, BARDA, ALSLITH et AHIA OUSBAA ont

enregistré des durées intermédiaires (5,00 h, 6,75 h, 8,34 h et 9,58 h respectivement) et proches de celles enregistrées en Tunisie pour les variétés : Chetoui, Oueslati, Sahli, Rjim Chaibi, Koroneiki et Leccino (Dabbou et al., 2010 ; Dabbou et al., 2011 ; Ben Hassine et al., 2015 ; Gargouri et al., 2016 ; Ben Hlima et al., 2017 ; Slim et al., 2018).

Il est à noter que Zarrouk et al. (2008) rapportent des durées de stabilité oxydative au sud de la Tunisie très élevées de 51,07 h à 80,54 h.

4.6 Teneur en Phénols totaux

Les phénols totaux (Tableau n°17) présentent des valeurs variables allant d'un minimum de 201,56 mg EAG/kg (AZEBOUDJ BOUDOUDANE) à un maximum de 501,98 mg EAG/kg (ABESKRI). Les huiles ALSLITH, ABESKRI, AHIA OUSBAA, BARDA et SKHOUNA présentent les teneurs les plus élevées (445,07 mg d'EAG/kg, 501,98 mg EAG/kg, 416,19 mg EAG/kg, 327,86 mg EAG/kg et 360,14 mg EAG/kg respectivement), des valeurs semblables ont été obtenues en Algérie pour les variétés Blanquette de Guelma, Bouricha, Neb Djemel, Chemlal, Aelah, Sigoise (Laincer et al., 2014 ; Bendi Djelloul et Amrani, 2016 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boucheffa et al., 2019). Alors que les huiles AZEBOUDJ BOUDOUDANE, AZIZAWTH, AKENANE et AZERADJ présentent les teneurs les plus faibles (201,56 mg EAG/kg, 262,88 mg EAG/kg, 288,79 mg EAG/kg et 221,69 mg EAG/kg respectivement) et proches de celles obtenues en Algérie pour les variétés Chemlal, Sigoise, Rougette de Metidja, Limli, Abani, Takesrith, Ferkani et Tablout (Laincer et al., 2014 ; Bendi Djelloul et Amrani, 2016 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boucheffa et al., 2019).

4.7 Teneur en pigments

Les résultats estimés des teneurs en chlorophylle, Lycopènes et β -carotène sont donnés dans le tableau n°18.

Tableau n°18 : Teneur en pigments

	Chlorophylle (mg/Kg)	Lycopène (mg/ Kg)	β-carotène (mg/ Kg)
ALSLITH	12,66±0,33	3,02±0,05	0,00±0,00
AZEBOUDJ Boudoudane	3,22±0,53	0,57±0,15	0,72±0,11
ABESKRI de Ain Zaatout	1,78±0,14	0,26±0,05	0,85±0,05
AZIZAWTH	9,66±0,41	2,16±0,06	0,00±0,00
AKENANE	4,68±0,45	0,87±0,13	0,98±0,18
AZERADJ	2,06±0,63	0,32±0,14	0,72±0,25
AHIA OUSBAA	7,31±0,42	1,60±0,12	0,00±0,00
BARDA	5,07±0,52	0,85±0,14	1,03±0,22
SKHOUNA	3,26±0,24	0,22±0,07	2,87±0,14

La teneur en chlorophylle oscille entre un minimum de 1,78 mg/kg (ABESKRI DE AIN ZAATOUT) et un maximum de 12,66 mg/kg (ALSLITH). Les variétés ALSLITH, AZIZAWTH et AHIA OUSBAA présentent les teneurs les plus élevées (7,31 mg/kg, 9,66 mg/kg et 12,66 mg/kg respectivement) et en accord avec celles obtenues pour les variétés : Neb Jmel, Chemlali, Chetoui en Tunisie (Guerfel et al., 2009 ; Issaoui et al., 2010 ; Ben Mansour et al., 2015). Par contre, les variétés ABESKRI et AZERADJ présentent les teneurs les plus faibles (1,78 mg/kg et 2,06mg/kg respectivement) et proches de celles obtenues pour Chemlal en Algérie (Zegane et al., 2015). Les huiles : AZEBOUDJ BOUDOUDANE, AKENANE, BARDA et SKHOUNA présentent des teneurs intermédiaires (3,22 mg/kg à 5,07 mg/kg), des valeurs semblables ont été obtenues pour les variétés : Chemlal, Tablout et Sigoise en Algérie (Zegane et al., 2015).

Pour la β-carotène, les huiles ALSLITH, AZIZAWTH et AHIA OUSBAA présentent des teneurs avoisinant 0,00 mg/kg. Des résultats semblables sont obtenus en Tunisie pour les variétés Chetoui, Oueslati, Chemlali et Zalmati (Ben Hassine et al., 2015). L'huile SKHOUNA présente la teneur la plus élevée (2,87 mg/kg), cette valeur est en accord avec celles obtenues en Tunisie pour les variétés Chemlali, Chetoui, Ain Jarboua et Neb Jmel (Haddada et al., 2008 ;Guerfel et al., 2009 ; Issaoui et al., 2010 ; Ben Mansour et al., 2015). Par contre, les autres huiles étudiées (AZEBOUDJ BOUDOUDANE, ABESKRI DE AIN ZAATOUT, AKENANE, AZERADJ et BARDA) présentent des teneurs moins élevées (0,72 mg/kg, 0,85 mg/kg, 0,98 mg/kg, 0,72 mg/kg et 1,03 mg/kg respectivement) et proches de celles obtenues en Algérie pour les variétés Chemlal, Tablout et Sigoise (Zegane et al., 2015).

Pour les Lycopènes, les huiles ALSLITH, AZIZAWTH et AHIA OUSBAA présentent les teneurs les plus élevées (3,02 mg/kg, 2,16 mg/kg et 1,60 mg/kg respectivement), alors que les huiles AZEBOUDJ BOUDOUDANE, AKENANE et BARDA présentent des teneurs intermédiaires moins élevées (0,57 mg/kg, 0,87 mg/kg et 0,85 mg/kg respectivement). Les autres huiles étudiées présentent des teneurs en Lycopènes très faibles (entre 0,22 mg/kg et 0,32 mg/kg).

4.8 Composition en acides gras

La composition en acides gras constitue un paramètre important pour la caractérisation et la définition des huiles d'olive. Ce paramètre est influencé par plusieurs facteurs comme la variété, facteurs agricoles et facteurs climatiques (Zeke et Ayton, 2014).

Les résultats de composition en acides gras sont portés dans le tableau n°19. Toutes les huiles étudiées présentent des teneurs en différents acides gras répondant aux normes établies par le règlement de l'Union Européenne No 2568/91 (EU Commission Régulation EEC. 1991) pour les huiles d'olive vierges extra, sauf pour les huiles (ABESKRI et AHIA OUSBAA) et (AZEBOUDJ BOUDOUDANE) qui présente des pourcentages légèrement en dessus de la limite supérieure respectivement pour les acides gras suivants : C18 : 3 et Trans oleic.

Des différences significatives (Test ANOVA) sont notées entre toutes les huiles pour tous les acides gras, pour la somme des acides gras saturés (SFA), pour la somme des acides gras mono-insaturés (MUFA) et pour la somme des acides gras polyinsaturés (PUFA) ($\alpha=0.05$). Les acides gras mono-insaturés (MUFA) sont la fraction la plus élevée avec des taux allant de 65,78 % (AZEBOUDJ BOUDOUDANE) à 72,06 % (SKHOUNA), suivis par les acides gras saturés (SFA) avec des taux allant de 15,25 % (ABESKRI) à 17,61 % (AZIZAWTH) et les acides gras polyinsaturés PUFA avec des taux allant de 7,56 % (SKHOUNA) à 14,89 % (AZEBOUDJ BOUDOUDANE). Les trois acides gras majeurs sont l'acide oléique, l'acide palmitique et l'acide linoléique.

Tableau n°19 : Résultats d'analyse de la composition en acides gras

Variété	C14 : 0***	C16 : 0***	C16 : 1***	C17 : 0***	C17 : 1***	C18 : 0***	C18 : 1***	C18 : 2***	C18 : 3***	C20 : 0***
ALSLITH	0,01±0,01 ab	12,52±1,85 bcd	0,80±0,40 ab	0,08±0,02 a	0,08±0,01 a	2,99±0,31 ab	66,08±5,92 abcde	13,54±3,36 de	0,63±0,00 ab	0,45±0,14 bc
AZEBOUDJ Boudoudane	0,02±0,00 d	12,71±4,38 bcd	1,78±1,28 b	0,11±0,04 abc	0,20±0,13 abcd	2,59±1,29 ab	63,50±6,64 abcde	13,99±0,36 e	0,90±0,13 cdef	0,38±0,09 ab
ABESKRI de Ain Zaatout	0,01±0,00 abcd	12,47±1,80 bcd	1,23±0,45 ab	0,14±0,10 abcd	0,18±0,10 abcd	2,06±0,44 a	69,03±1,88 a	10,09±4,89 abcde	1,09±0,05 f	0,38±0,07 ab
AZIZAWTH	0,02±0,01 d	13,29±0,78 bcd	1,38±0,32 ab	0,13±0,07 abcd	0,16±0,08 abcd	3,46±0,93 b	68,74±1,78 abcde	8,38±2,59 abcd	0,74±0,16 abcd	0,48±0,07 bc
AKENANE	0,01±0,01 abc	13,76±0,10 cd	1,35±0,37 ab	0,12±0,08 abc	0,16±0,10 abcd	2,74±0,04 ab	65,91±5,69 abcd	11,37±6,43 bcde	0,76±0,19 abcd	0,39±0,06 ab
AZERADJ	0,02±0,00 cd	13,51±3,25 bcd	1,60±1,53 ab	0,11±0,04 abc	0,18±0,15 abcd	2,45±1,08 ab	64,53±8,11 ab	12,70±2,18 cde	0,72±0,12 abcd	0,43±0,16 bc
AHIA OUSBAA	0,01±0,00 bcd	11,68±2,92 bcd	1,21±0,47 ab	0,14±0,08 abcde	0,18±0,11 abcd	2,94±0,80 ab	69,27±1,53 abcde	10,19±5,02 abcde	1,06±0,10 ef	0,43±0,01 bc
BARDA	0,01±0,00 bcd	11,96±1,09 bcd	1,03±0,17 ab	0,08±0,01 a	0,11±0,01 abc	2,94±1,68 ab	67,59±0,15 abcde	11,88±2,36 bcde	0,84±0,30 bcde	0,43±0,14 bc
SKHOUNA	0,02±0,00 d	13,76±0,11 cd	1,61±0,00 ab	0,18±0,01 cde	0,22±0,00 bcde	2,76±0,06 ab	69,97±0,05 abcde	6,68±0,20 ab	0,87±0,03 cdef	0,43±0,00 bc

*** : différences significatives fisher lsd alpha=0,05

Tableau n°19 : Résultats d'analyse de la composition en acides gras (suite)

Variété	C20 : 1***	C22 : 0***	C24 : 0***	trans oleic***	trans linoleic NS	Σtrans***	ΣSFA***	ΣMUFA***	ΣPUFA***
ALSLITH	0,38±0,05 e	0,15±0,00 ef	0,07±0,00 abc	0,05±0,02 abcd	0,02±0,00 a	0,07±0,01 abc	16,26±1,37 bcde	67,33±5,56 ab	14,17±3,36 de
AZEBOUDJ Boudoudane	0,30±0,05 abcde	0,11±0,00 bc	0,06±0,01 abc	0,06±0,00 d	0,03±0,02	0,09±0,02 c	15,98±3,04 bcde	65,78±5,28 a	14,89±0,23 e
ABESKRI de Ain Zaatout	0,31±0,04 bcde	0,12±0,01 bcd	0,07±0,02 abcd	0,03±0,01 a	0,01±0,01 a	0,04±0,00 a	15,25±2,43 bcd	70,75±2,39 abcd	11,18±4,84 abcde
AZIZAWTH	0,30±0,06 abcd	0,13±0,00 cde	0,10±0,07 cd	0,04±0,01 bcd	0,01±0,00 a	0,05±0,01 ab	17,61±0,08 de	70,58±2,14 abcd	9,12±2,44 abcd
AKENANE	0,30±0,05 abcde	0,14±0,01 def	0,07±0,00 abcd	0,05±0,02 cd	0,03±0,03 a	0,08±0,01 c	17,23±0,00 cde	67,72±6,10 abc	12,13±6,24 bcde
AZERADJ	0,34±0,10 cde	0,13±0,03 cde	0,06±0,01 abc	0,05±0,01 abcd	0,03±0,02 a	0,08±0,03 bc	16,71±2,00 cde	66,65±6,52 ab	13,42±2,30 cde
AHIA OUSBAA	0,31±0,04 bcde	0,12±0,01 bcd	0,07±0,02 bcd	0,04±0,01 abcd	0,01±0,01 a	0,06±0,02 abc	15,40±2,22 bcd	70,98±2,07 abcd	11,24±4,92 abcde
BARDA	0,34±0,00 cde	0,12±0,01 bcd	0,05±0,00 ab	0,04±0,01 abc	0,01±0,00 a	0,05±0,01 ab	15,60±2,93 bcd	69,07±0,01 abcd	12,72±2,66 bcde
SKHOUNA	0,26±0,01 ab	0,13±0,00 cd	0,11±0,05 d	0,04±0,00 abcd	0,03±0,03 a	0,07±0,04 abc	17,39±0,22 cde	72,06±0,05 abcd	7,56±0,23 ab

*** : différences significatives fisher lsd alpha=0,05

L'acide oléique (C18:1) est le plus abondant avec des pourcentages qui varient entre 63,50% pour l'huile de AZEBOUDJ BOUDOUDANE et 69,97% pour l'huile de SKHOUNA. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus pour les variétés algériennes Azeradj, Limli, Aguenau, Aghchren de Titest, Sigoise, Chemlal, Aberkane, Tablout, Bouricha, blanquette et les variétés introduites Manzanilla et Frantoio (Benrachou et al., 2010 ; Laroussi-Mezghani et al., 2015 ; Bendi Djelloul et Amrani, 2016 ; Benaziza et Semad, 2016 ; Djelili-Mamou et al., 2018 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boucheffa et al., 2019).

En deuxième position ce sont l'acide Palmitique (C16:0) et l'acide linoléique (C18:2) qui présentent des pourcentages variant pour l'acide palmitique entre 11,68 % (AHIA OUSBAA) et 13,76 % (AKENANE et SKHOUNA) et pour l'acide linoléique entre 6,68% (SKHOUNA) et 13,99 % (AZEBOUDJ BOUDOUDANE).

Pour l'acide linoléique, les huiles : ALSLITH, AZEBOUDJ BOUDOUDANE et AZRERRADJ présentent les pourcentages les plus élevés (de 12,70 % à 13,99 %). Ces valeurs sont en accord avec celles obtenues en Algérie pour les variétés Aghchren de Titest, Chemlal, Limli, Bouricha et Sigoise (Benrachou et al., 2010 ; Bendi Djelloul et Amrani, 2016 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boucheffa et al., 2019). Par contre, Les huiles AZIZAWTH et SKHOUNA présentent les pourcentages les moins élevés (6,68 % à 8,38 %) et proches de ceux obtenus en Algérie pour les variétés Aguenau, Abani, Aeleh, Azeradj, Limli, Blanquette, Rougette et Tablout ainsi que pour la variété introduite Manzanilla (Benrachou et al., 2010 ; Laroussi-Mezghani et al., 2015 ; Benaziza et Semad, 2016 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boucheffa et al., 2019). Les huiles ABESKRI, AKENANE, AHIA OUSBAA et BARDA présentent des pourcentages intermédiaires (10,09 % à 11,88 %), des résultats semblables ont été trouvés en Algérie pour les variétés algériennes Limli, Aberkane, Tablout, Takesrith, Sigoise et chemlal (Benrachou et al, 2010 ; Laroussi-Mezghani et al., 2015 ; Bendi Djelloul et Amrani, 2016 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boucheffa et al., 2019).

Concernant l'acide Palmitique, les huiles étudiées présentent des pourcentages compris entre 11,68 % et 13,76 %. Ces pourcentages sont proches de ceux obtenus en Algérie pour les variétés algériennes Aguenau, Rougette de Mitidja, Blanquette de Guelma, Aghchren de Titest, Azeradj, Blanquette, Bouricha, Sigoise, Chemlal, Rougette et Limli (Benrachou et al, 2010 ; Benaziza et Semad, 2016 ; Bendi Djelloul et Amrani, 2016 ; Abdessemed et al., 2018 ; Boucheffa et al., 2019).

Il convient également de noter que les variétés ABESKRI et AHIA OUSBAA avaient une concentration d'acide linoléique (C18:3) légèrement élevée (supérieure à 1%) (1,09 % et 1,06 % respectivement). Des résultats dépassant la limite de 1 % en Algérie sont rapportés chez les variétés : Sigoise, Abani, Ferkani, Manzanilla et Frantoio (Benaziza et Semad, 2016 ; Benrachou et al., 2017). Alors que les autres variétés présentent toutes des valeurs de l'acide linoléique comprises entre 0,63 % et 0,90 %.

L'acide stéarique (C18:0) occupe la troisième position avec des taux de l'ordre de 2,06 % pour l'huile ABESKRI à 3,46 % pour l'huile AZIZAWTH.

La somme des autres acides gras mineurs (myristique C14:0, palmitoleique C16:1, margarique C17:0, Heptadecenoique C17:1, arachidique C20:0, Eicosenoique 20:1, behenique C22:0 et lignocerique C24:0) présente un taux inférieur à 3,9 % pour toutes les huiles étudiées.

Conclusion Générale

Conclusion générale et perspectives

Les ressources oléicoles autochtones présentent un intérêt considérable pour le développement de la filière oléicole en Algérie. Ce travail vise à actualiser et à apporter un maximum d'informations sur la diversité des variétés d'olivier en utilisant des caractères morphologiques, moléculaires et physico-chimique en relation avec la qualité de l'huile d'olive.

La prospection réalisée sur terrain dans plusieurs régions du centre et de l'est algériens a abouti à l'enregistrement de 34 dénominations de variétés jamais citées dans la bibliographie. Ce nombre ne reflète pas évidemment le nombre réel des variétés existantes car plusieurs autres régions ne sont pas encore prospectées et des cas de synonymie et d'homonymie peuvent exister entre les différentes dénominations.

La caractérisation morphologique nous a permis d'établir une description morphologique basée sur l'arbre, le fruit et le noyau de 23 variétés. Les 25 paramètres utilisés ont montré leur efficacité pour différencier entre les variétés notamment les caractères : poids du noyau, nombre de sillons, rapport pulpe/noyau et poids du fruit. Ces derniers sont les plus variables et permettent ainsi une meilleure différenciation entre les variétés. L'analyse en composantes principales et la classification ascendante hiérarchique, quant à elles, ont classé les 23 variétés étudiées en six groupes différents. La valeur moyenne de l'indice de diversité relative de Shanon de toutes les variétés est légèrement inférieure à 0,5 (0.42).

L'utilisation des marqueurs SSR dans notre étude a montré qu'ils constituent un outil très puissant pour caractériser les ressources oléicoles avec un pouvoir discriminant élevé pour la majorité d'entre eux, en effet, la combinaison des 08 SSR utilisés était efficace pour différencier entre les variétés analysées sans aucune ambiguïté. Les paramètres de diversité obtenus montrent qu'il existe une diversité génétique importante entre les variétés, et le regroupement par la méthode UPGMA a permis de les classer en trois groupes différents.

Les différences de classification obtenues par les marqueurs morphologiques et les marqueurs SSR sont tout à fait normales. Ceci est dû principalement à la grande puissance et efficacité des SSR dans la différenciation entre les variétés comparativement aux descripteurs morphologiques qui peuvent être pour certains influencés par le milieu et pour d'autres très peu informatifs.

Les analyses physicochimiques effectuées sur les huiles d'olive des régions de Khirene et Ain Zaatout révèlent que ces huiles répondent aux normes de la CE concernant les EVOO. Ces résultats montrent l'utilité et l'importance que peuvent avoir ces variétés notamment par leur adaptation aux conditions climatiques extrêmes de ces régions : présenter ces variétés aux oléiculteurs dans les autres régions oléicoles, après avoir testé leur comportement, et les inclure dans les programmes de développement de l'oléiculture dans le sud du pays seraient intéressant.

Les résultats obtenus dans ce travail apportent des informations très utiles sur la richesse et la diversité des ressources oléicoles algériennes et sur certaines caractéristiques morphologiques et de qualité des huiles d'olive des variétés étudiées, ceci constitue une étape indispensable pour installer d'éventuels programmes de préservation et d'amélioration génétique de l'olivier.

Enfin, vu les conditions et la situation critiques dans lesquelles se trouvent beaucoup de ces ressources étudiées, il est urgent et impératif de procéder à des actions d'introduction et de préservation in-situ et ex-situ de ces variétés, notamment celles de Khirene et de Aine Zaatout (wilaya de Khenchela et wilaya de Biskra respectivement) qui se trouvent dans des conditions environnementales extrêmes.

En perspectives, nous proposons :

- Réaliser des prospections sur terrain plus approfondies et plus vastes pour recenser le maximum de ressources oléicoles.
- Une étude par les marqueurs moléculaires englobant l'ensemble des ressources rencontrées sera très utile pour mieux estimer la diversité et déceler tous les problèmes de confusion taxonomiques.
- Créer de nouvelles collections de germoplasme regroupant toutes les variétés d'olivier identifiées.
- Réaliser des essais de comportement et d'adaptation dans d'autres régions oléicoles.
- Procéder en urgence à des programmes de conservation in situ et encourager l'utilisation des variétés menacées et à distribution restreintes.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdessemed, S., Abdessemed A., Boudchicha, R.H., and Benbouza, H. (2018). Caractérisation et identification de quelques écotypes d'olivier *Olea europaea* L en Algérie. Agriculture Biannual journal, edited by Ferhat ABBAS University, Sétif1, 26-43.
- Abdessemed, S., Muzzalupo, I., Benbouza, H. (2015). Assessment of genetic diversity among Algerian olive (*Olea europaea* L.) cultivars using SSR marker. *Scientia Horticulturae*. Elsevier B.V., 192, pp. 10–20. doi: 10.1016/j.scienta.2015.05.015
- AFIDOL (2018). Rapport d'activité. Ed : Association Française Interprofessionnelle de l'Olive, Aix-en-Provence cedex 1, p : 13.
- Ait Yacine Z., Serhrouchni M., Hilali S. (2002). Evolution de la composition acide de l'huile d'olive à différents stades de la maturité des olives. Cas du Périmètre du Tadla-Maroc. *Olivae*, 94:51-53.
- Alloum, D. (1974). L'oléiculture algérienne. *CIHEAM Options Méditerranéennes*, n. 24, 45-48.
- Angerosa, F. (2002). Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104: 639–660
- Aparicio, R., Morales, M. T., Alonso, V. (1997). Authentication of European virgin olive oils by their chemical compounds, sensory attributes, and consumers attitude. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45 (4).PP: 1076-1083.
- Baccouri, B., Zarrouk, W., Baccouri, O., Guerfel, M., Nouairi, I., Krichene, . . . Mokhtar, Z. (2008). Composition, quality and oxidative stability of virgin olive oils from some selected wild olives (*Olea europaea* L. subsp. *Oleaster*). *GRASAS Y ACEITES*, 59 (4), 346-351.
- Barkat, H. et Djirar, N. (2014). Analyse des groupements Herpétologiques dans les Hautes Plaines Sétifiennes (cas de la région de Beni Aziz). Université Ferhat Abbas-Setif1, Memoire de Master, p. 101

- Barranco, D., Cimato, A., Fiorino, P., Rallo, L., Touzani, A., Castañeda, C., Serafini, F., Trujillo, I. (2000a). World olive catalogue of olive varieties. International Olive Oil Council, Madrid, Spain, 360 pp.
- Belaj, A., Rallo, L., Trujillo, I., Baldoni, L. (2004). Using RAPD and AFLP markers to distinguish individuals obtained by clonal selection of 'Arbequina' and 'Manzanilla de Sevilla' olive. *HortScience* 39:1566- 1570.
- Belaj, A., Dominguez-García, M., Atienza, S., Martín Urdíroz, N., de la Rosa, R., Satovic, Z., Martín, A., Kilian, A., Trujillo, I., Valpuesta, V., Del Río, C. (2012). Developing a core collection of olive (*Olea europaea* L.) based on molecular markers (DArTs, SSRs, SNPs) and agronomic traits. *Tree Genetics and Genomes*, 8(2), pp. 365–378. doi: 10.1007/s11295-011-0447-6.
- Beldjazia, A. et Toubal, O. (2009). Etude écologique et cartographique de la végétation du massif de la mahouna (Guelma). Université badji mokhtar annaba, mémoire de Magister, p. 124.
- Beltrán, G., Jiménez, A., Del Rio, C., Sánchez, S., Martínez, L., Uceda, M., Aguilera M.P. (2010). Variability of vitamin E in virgin olive oil by agronomical and genetic factors. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 633-639
- Beltrán, G., Aguilera, M.P., Del Rio, C., Sanchez, S., Martinez, L. (2005). Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry*. P 89-207-215.
- Benaziza A. et Semad, D. (2016). Oleiculture : Caractérisation De Six Variétés D'olives Introduites Dans Le Sud – Est Algérien. *European Scientific Journal*, ESJ, 12(33). doi:10.19044/esj.2016.v12 n33 p537.
- Bendi Djelloul, M.C.E. et Amrani, S.M. (2016). Influence du Sol, de l'Altitude et de la Variété sur la qualité de quelques huiles d'olive dans l'ouest algérien. thèse de doctorat. université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, Algérie. 155p.
- Ben Hassine, K., Amani, T., Ben Slama, M., Talmoudi, K., Apostolos, K., Cinzia, B., . . . Grati-Kammoun, N. (2015). Characterization and preference mapping of autochthonous and introduced olive oil cultivars in Tunisia. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(1), 112-121. doi:10.1002/ejlt.201400049

- Ben Hlima, H., Ben Ayed, R., Ennouri, K., Smaoui, S. (2017). Geographical Discrimination of Virgin Olive Oils from the Tunisian Coasts by Combining Fatty Acids and Phenolic Acids Profiles within a Multivariate Analysis. *J Oleo Sci*, 66(9), 963-971. doi:10.5650/jos.ess17080
- Ben Mansour, A., Gargouri, B., Flamini, G., Bouaziz, M. (2015). Effect of agricultural sites on differentiation between Chemlali and Neb Jmel olive oils. *J Oleo Sci*, 64(4), 381-392. doi:10.5650/jos.ess14204.
- Benrachou, N.B., Plard, J., Pinatel, C., Artaud, J., Dupuy, N. (2017). Fatty Acid Compositions of Olive Oils from Six Cultivars from East and South-Western Algeria, *Advances in Food Technology and Nutritional Sciences - Open Journal*, 3(1), pp. 1–5. doi: 10.17140/aftnsj-3-138.
- Benrachou, N.B. (2013). Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, 112p.
- Benrachou, N.B., Henchiri, C., Djeghaba, Z. (2010). Caractérisation de trois huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. *Revue des Sciences et de la Technologie Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, Revue Synthèse N° 22*, 10-22.
- Besnard, G. et Baali-Cherif, D. (2009). Coexistence of diploids and triploids in a Saharan relict olive: Evidence from nuclear microsatellite and flow cytometry analyses. *Comptes Rendus - Biologies. Elsevier Masson SAS*, 332(12), pp. 1115–1120. doi: 10.1016/j.crvi.2009.09.014.
- Besnard, G., Khadari, B., Navascués, M., Fernández-Mazuecos, M., El Bakkali, A., Arrigo, N., and Savolainen, V. (2013). The complex history of the olive tree: From late quaternary diversification of mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant', *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1756). doi: 10.1098/rspb.2012.2833.
- Besnard, G., Baradat, P., Bervillé, A. (2001a). Genetic relationships in the olive (*Olea europaea* L.) reflect multilocal selection of cultivars. *Theor Appl Genet* 102:251–258

- Besnard, G., Terral, J. F. and Cornille, A. (2018). On the origins and domestication of the olive: A review and perspectives. *Annals of Botany*, 121(3), pp. 385–403. doi: 10.1093/aob/mcx145.
- Boichard, D., Le Roy, P., Levéziel, H., Elsen, J.M. (1998). Utilisation des marqueurs moléculaires en génétique animale, *INRA Prod, Anim*, 11(1) : 67-80
- Boskou, D., 1996. *Olive Oil: Chemistry and Technology* Champaign: AOCS Press Vol. 41, 101-120.
- Boucheffa, S., Miazzi, M. M., di Rienzo, V., Mangini, G., Fanelli, V., Tamendjari, A., . . . Montemurro, C. (2016). The coexistence of oleaster and traditional varieties affects genetic diversity and population structure in Algerian olive (*Olea europaea*) germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(2), 379-390. doi:10.1007/s10722-016-0365-4.
- Boucheffa, S., Tamendjari, A., Sanchez-Gimeno, A. C., Rovellini, P., Venturini, S., di Rienzo, V., . . . Montemurro, C. (2019). Diversity Assessment of Algerian Wild and Cultivated Olives (*Olea europaea* L.) by Molecular, Morphological, and Chemical Traits. *European Journal of Lipid Science and Technology*. doi:10.1002/ejlt.201800302. Accepted article.
- Boukhari, R. et Gaouar, S.B.S. (2018). *Caractérisation de quelques variétés d'olivier Algériennes (TiziOuzou)*. Editions Universitaires Européennes. 120p.
- Boulouha, B. (1995). Contribution à l'amélioration de la productivité et de la régularité de production chez l'olivier (*Olea europaea* L.) « Picholine Marocaine ». *Olivae* n°58. PP: 54-57
- Bracci, T., Busconi, M., Fogher, C., Sebastiani, L. (2011). Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis. *Plant cell* 30:449-462
- Breton, C., Besnard, G., Berville, A.A. (2006). Using multiple types of molecular markers to understand olive phylogeography. In: Zeder MA, Bradley DG, Emshwiller E, Smith BD (eds) *Documenting domestication: new genetic and archeological paradigms*. University of California Press, Berkeley, pp 143–152

- Camps-Fabrer H. (1953). L'Olivier et l'huile dans l'Afrique romaine. I Br., 19 pi., Edit. Service des Antiquités, Alger, 1953. 95 p
- Carriero, F., Fontanazza, G., Cellini, F. and Giorio, G. (2002). Identification of simple sequence repeats (SSRs) in olive (*Olea europaea* L). *Theoretical and Applied Genetics* 104, 301-307
- Cerretani, L., Motilva, M.J., Romero, M.P., Bendini, A., Lercker, G. (2008). Pigment profile and chromatic parameters of monovarietal virgin olive oils from different Italian cultivars. *European food research&technology*. PP : 226-1251-1258.
- Cherfaoui, M., Cecchi, T., Keciri, S., Boudriche, L. (2018). Volatile compounds of Algerian extra-virgin olive oils: Effects of cultivar and ripening stage. *International Journal of Food Properties*, 21, 36-49.
- Cipriani, G., Marrazzo, M.T., Marconi, R., Cimato, A., Testolin, R. (2002). Micro- satellite 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
- Colao, M.C., Colli, F., Cammilli, C. (2011). Assessment of olive variability in Latium (central Italy) through SNPs, SSRs and morphological traits. *Acta Horti* 918:253–260
- Conde, C., Delrot, S., Gerós, H. (2008). Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening. *Journal of Plant Physiology*, 165, 1545-1562.
- COI. (2020). Conseil oléicole international. Production d'olive de table [tableau] , disponible sur : <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2020/12/OT-W901-23-11-2020-P.pdf>, mise en ligne (23/11/2020). page consultée le 20/12/2020.
- COI. (2020). Conseil oléicole international. Production d'huile d'olive [tableau] , disponible sur : <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2020/12/HO-W901-23-11-2020-P.pdf>, mise en ligne (23/11/2020). page consultée le 20/12/2020.
- Dabbou, S., Brahmi, F., Taamali, A., Issaoui, M., Ouni, Y., Braham, M., . . . Hammami, M. (2010). Extra Virgin Olive Oil Components and Oxidative Stability from Olives

Grown in Tunisia. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(10), 1199-1209.
doi:10.1007/s11746-010-1600-3

Dabbou Samia , Brahmi Faten , Dabbou Sihem , Issaoui Manel , Samira, S., Mohamed, H. (2011). Antioxidant capacity of Tunisian virgin olive oils from different olive cultivars. *African Journal of Food Science and Technology*, Vol. 2(4), 092-009.

Dabbou, S., Dabbou, S., Chehab, H., Taticchi, A., Servili, M., Hammami, M. (2015). Content of fatty acids and phenolics in Coratina olive oil from Tunisia: influence of irrigation and ripening. *Chem Biodivers*, 12(3), 397-406. doi:10.1002/cbdv.201400142.

Daoudi, L. (1994). Etude des caractères végétatifs et fructifères de quelques variétés d'olives locales et étrangères cultivées à la station expérimentale de Sidi-Aiche (Bejaia), Thèse de Magistère, Inst, Nat Agr, El-Harrach. 130p.

Denis, O., Estelle, B., Christian, P., Sylvie, S., Michel, G., Jacques, A. (2004). Analyse des fractions phénoliques des huiles d'olive vierges. *Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique*. 2ème Semestre 2004-N°965,PP 169-196. 965p.

De la Rosa, R., James, C., Tobutt, K.R. (2002). Isolation and characterization of polymorphic microsatellite in olive (*Olea europaea* L.) and their transferability to other genera in the Oleaceae. *Mol Ecol* 2:265–267

Di Rienzo, V. S., S., Taranto, F., D'Agostino, N., Montemurro, C., Fanelli, V., Sabetta, W., . . . Miazzi, M. M. (2018). Genetic flow among olive populations within the Mediterranean basin. *PeerJ*, 6, e5260. doi:10.7717/peerj.5260.

Djelili-Mamou, F., Servili, M., Proietti, P., Djoudad-Kadji, H., Tamendjari, A. (2018). Physicochemical characteristics and sensorial profile of two Algerian varietal virgin olive oils (Chemlal and Azeradj) and their blends. *LA RIVISTA ITALIANA DELLE SOSTANZE GRASSE, VOL. XCV - GENNAIO*, 5-16.

Díez, C. M., Moral, J., Barranco, D., Rallo, L. (2016). Genetic Diversity and Conservation of Olive Genetic Resources. pp. 337–356. doi: 10.1007/978-3-319-25954-3_10.

Dominguez-Garcia, M. C., Laib, M., De La Rosa, R., Belaj, A. (2011). Characterisation and identification of olive cultivars from North-eastern Algeria using molecular markers.

The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 87(2), 95-100.
doi:10.1080/14620316.2012.11512837.

Dominguez-Garcia, M.C., Belaj, A., De la Rosa, R., Satovic, Z., Heller-Uszynska, K., Kilian, A., Martin, A., Atienza, S.G., (2012). Development of DArT markers in olive (*Olea europaea* L.) and usefulness in variability studies and genome mapping. *Sci. Hortic.* 136, 50–60.

Dridi, J., Fendri, M., Breton, C. M., Msallem, M. (2018). Characterization of olive progenies derived from a Tunisian breeding program by morphological traits and SSR markers. *Scientia Horticulturae*. Elsevier, 236(March), pp. 127–136. doi: 10.1016/j.scienta.2018.03.042.

Dugo G., Lo Turco V., Pollicino D., Mavrogeni E., Pipitone F. (2004). Caractérisation d'huiles d'olive vierges siciliennes. Variation qualitative des huiles des fruits des cultivars «Biancolilla , Nocellara del Belice , Cerasuola , Tonda Iblea et Crastu» en fonction des techniques et de l'époque de récolte des olives. *Olivae*, 101: 44-52.

El Bakkali, A., Mekkaoui, A., El Iraqui El Houssaini, S., Essarioui, A., Khadari, B. (2020). Addressing the Challenge of Cultivars Identification and Authentication in Mediterranean Olive Collections: A Case Study in Morocco. *European Scientific Journal ESJ*, 16(6). doi: 10.19044/esj.2020.v16n6 p339.

European Union Commission Regulation EEC. 1991. EU Commission Regulation EEC No. 2568/91 of 11 July 1991 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis, and subsequent amendments. *Official J. Eur. Com.* L248: 1.

FAO. (2021). Food and agriculture organization of the united nations. disponible sur : <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, page consultée le 20/02/2021.

Farah, K.A. et Benderradji. M.H. (2014). Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est algérien. Université de Constantine 1, *Memoir de Magister*, p. 127.

Favati, F., Caporale, G., Bertuccioli, M. (1994). Rapid determination of phenol content in extra virgin olive oil. *Grasas Y Aceites*, Vol 45(1-2 (1994)), pp. 68–70.

- Frah N., Baala, H., Loucif, A. (2015). Etude de l'arthropodofaune dans un verger d'olivier à Sefiane (w. Batna est – Algérien). *Lebanese Science Journal*, Vol. 16, (No. 2).
- Galanakis, C.M., (2011). Olive fruit dietary fiber: components, recovery and applications. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 175-184.
- Gandul-Rojas, B., Roca, L., Cepero, M., Mínguez-Mosquera, M.I., (2000). Use of chlorophyll and carotenoid pigment composition to determine authenticity of virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77, 853–858.
- Gargouri, O.D., Rouina, Y.B., Mansour, A.B., Flamini, G., Rouina, B. B., Bouaziz, M. (2016). Comparative Study of Oil Quality and Aroma Profiles from Tunisian Olive Cultivars Growing in Saharian Oasis Using Chemometric Analysis. *J Oleo Sci*, 65(12), 1033-1044. doi:10.5650/jos.ess15286.
- Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K.M., Gilani, A.H., Saari, N., (2012). Valuable Nutrients and Functional Bioactives in Different Parts of Olive (*Olea europaea* L.)-A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 3291-3340.
- Green, P.S. et Wickens, G.E. (1989). The *Olea europaea* complex. In: Tan K (Ed) *The Davis and Hedge Festschrift*, Edinburgh University Press, UK, pp 287- 299
- Guerfel, M., Ouni, Y., Taamalli, A., Boujnah, D., Evagellia, S., Zarrouk, M. (2009). Effect of location on virgin olive oils of the two main Tunisian olive cultivars. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 111, 926–932.
- Haddad, B. , Silvestre Gristina, A., Mercati,F., Saadi, A., Aiter, N., Martorana, A., Sharaf, A., Carimi, F. (2020). Molecular analysis of the official algerian olive collection highlighted a hotspot of biodiversity in the central mediterranean basin. *Genes*, 11(3), pp. 1–17. doi: 10.3390/genes11030303.
- Haddada, F. M., Krichène, D., Manai, H., Oueslati, I., Daoud, D., Zarrouk, M. (2008). Analytical evaluation of six monovarietal virgin olive oils from Northern Tunisia. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(10), 905-913. doi:10.1002/ejlt.200700251.

- Hammami, S.B.M., Manrique, T., Rapoport, H.F., (2011). Cultivar-based fruit size in olive depends on different tissue and cellular processes throughout growth. *Scientia Horticulturae*, 130, 445-451
- Haouane, H., El Bakkali, A., Moukhli, A., Tollon, C., Santoni, S., Oukabli, A., . . . Khadari, B. (2011). Genetic structure and core collection of the World Olive Germplasm Bank of Marrakech: towards the optimised management and use of Mediterranean olive genetic resources. *Genetica*, 139(9), 1083-1094. doi:10.1007/s10709-011-9608-7
- Hartl, D.L., (1988). Génétique des populations. Médecine-Science Flammarion, Paris : p.305
- Hartmann, K.W. et Bentelj, A. (1986). La production oléicole en Californie. *Revue Olivae* N°11. PP : 24 –26.
- Hauville, A. (1953). La répartition des variétés d'olives en Algérie et ses conséquences pratiques. *Bull Soc Agric. Algérie*, 580, 1-8.
- ISO 6886. (2016). Animal and Vegetable Fats and Oils - Determination of Oxidative Stability (Accelerated Oxidation Test). Geneva, Switzerland, p. 13.
- Issaoui, M., Flamini, G., Brahmi, F., Dabbou, S., Hassine, K. B., Taamali, A., . . . Hammami, M. (2010). Effect of the growing area conditions on differentiation between Chemlali and Chétoui olive oils. *Food Chemistry*, 119(1), 220-225. doi:10.1016/j.foodchem.2009.06.012
- Issaoui, M., Hechmi Chehab, F. A., Flamini, G., Mechri, B., Braham, M., Luigi, C. P., Hammami, M. (2012). Influence of two maturation stages and three irrigation regimes on Chétoui olive oil quality. *African Journal of Agricultural Research*, 7(29). doi:10.5897/ajar11.1440
- Khabtane, A. et Rahmoune, C. (2014). Contribution a l'étude des caractères morphologiques , physiologiques et des marqueurs moléculaires pour l'évaluation du polymorphisme phénotypique et génétique des espèces du genre *Tamarix* dans différents écotopes de la zone steppique de KHENCHELA. Thèse de Doctorat. (Université des Frères Mentouri Constantine, p. 217.

- Khadari, B., Breton, C., Moutier, N., Roger, J.P., Besnard, G., Berville, A. et Dosba, F. (2003). The use of molecular markers for germplasm management in a French olive collection. *Theor. Appl. Genet.* 106:521–529.
- Kherifi, W. et Kherici-Bousnoubra, H. (2017). Correlation between the variability of hydrological parameters with altitude in the el tarf region (northeast Algeria). *Larhyss Journal*, n°30 (January 2017), pp. 137–147.
- Kiritsakis, A.K. (1998). Flavor of olive oil – a review. *Journal of the American Oil Chemists Society.* 75 (6). PP : 673-681.
- Koehmstedt, A. M., Aradhya, M. K., Soleri, D., Smith, J. L., Polito, V. S. (2010). Molecular characterization of genetic diversity, structure, and differentiation in the olive (*Olea europaea* L.) germplasm collection of the United States Department of Agriculture', *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58(4), pp. 519–531. doi: 10.1007/s10722-010-9595-z.
- Laaribi, I., Mezghani, A. M., Mars, M. (2014). Phenotypic diversity of some olive tree progenies issued from a tunisian breeding program. *European Scientific Journal*, vol.10, No.6 1857 – 7881.
- Lahouazi, A., Madani, H., Boubekka, N. (2016). Contribution à l'étude de l'entomofaune de l'olivier dans la région de Haizer (Bouira). Université Mohand Oulhadj-Bouira, *Memoire de*, p. 70.
- Laincer, F., Tamendjari, A., Laribi, R., Arrar, L., Rovellini, P., Venturini, S. (2014). Olive oils from Algeria: Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities. *Grasas y Aceites*, 65(1). doi:10.3989/gya.035713
- Laroussi-Mezghani, S., Vanloot, P., Molinet, J., Dupuy, N., Hammami, M., Grati-Kamoun, N., Artaud, J. (2015). Authentication of Tunisian virgin olive oils by chemometric analysis of fatty acid compositions and NIR spectra. Comparison with Maghrebian and French virgin olive oils. *Food Chem*, 173, 122-132. doi:10.1016/j.foodchem.2014.10.002.
- Laroussi-Mezghani, S., Le Dréau, Y., Molinet, J., Hammami, M., Grati-Kamoun, N., Artaud, J. (2016). Biodiversity of Tunisian virgin olive oils: varietal origin classification

- according to their minor compounds. *European Food Research and Technology*, 242(7), 1087-1099. doi:10.1007/s00217-015-2613-9.
- Loussert, R. et Brousse, G. (1978). *L'olivier. Technique agricoles et Productions méditerranéennes*. PP : 51- 54-56.
- Mansouri, S. et Benbouza, H. (2014). Contribution à la caractérisation morphologique et moléculaire de quelques cultivars d ' olivier (*Olea europaea* . L) locaux dans la région des Aurès . mémoire de Magister. Université Hadj Lakhdar – Batna, p. 121.
- Mendil, M. et Sebai, A. (2006). Catalogue des variétés Algériennes de l'olivier. institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la vigne (ITAF). dépôt légal N° 1840 2006. 99p.
- Morizot, P. (1993). L'Aurès et l'olivier. *Antiquités africaines*, 29(1), 177-240. doi:10.3406/antaf.1993.1219.
- Muzzalupo, I., Stefanizzi, F., Perri, E. (2009). Evaluation of olives cultivated in southern Italy by simple sequence repeat markers. *HortScience* 44, 582–588
- Muzzalupo, I., Perri, E., Chiappetta, A. (2012). Fruit germplasm characterization: genomics approaches for the valorisation of genetic diversity. In *Genetic Diversity in Plants*, M. Çalişkan, ed. (Rijeka, Croatia: InTech), p.55– 86
- Muzzalupo, I. Vendramin, G.G. et Chiappetta, A. (2014). Genetic Biodiversity of Italian Olives (*Olea europaea*) Germplasm Analyzed by SSR Markers. *The Scientific World Journal*, 12 p.
- Nagata, M. et Yamashit, I. (1992). Simple Method for Simultaneous determination of Chlorophyll and carotenoids in Tomato Fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, Vol39, No.10, 925-928.
- Najafi V., Barzegar M., Sahari, M.A. (2015). Physicochemical Properties and Oxidative Stability of Some Virgin and Processed Olive Oils. *J. Agr. Sci. Tech.*, Vol. 17, 847-858.
- Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *Amer. Naturalist* 106:283–292

- Nouri, S. (1994). Contribution à l'étude des phénomènes de croissance et développement chez l'olivier (*Olea europaea* L.) comportements de différents types de rameaux. Essai de détermination de la période de pollinisation effective. Mémoire. Ing. 132P.
- Paran, I. et Michelmore, R. (1993). Development of reliable PCR based markers linked to downy mildew resistance genes in lettuce. *Theor Appl Genet* 85:985–993
- Phillips, K.M., Ruggio, D. M., Toivo, J. I., Swank, M. A., Simpkins, A.H. (2002). Free and Esterified Sterol Composition of Edible Oils and Fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15. PP: 123-142.
- Poli, M. (1979). Etude bibliographique de l'alternance de la production chez l'olivier (*Olea europaea* L.). *Fruits*, 34 (11), 687-695.
- Quézel, P. et Médail, F. (1995). La région circum-méditerranéenne, centre mondial majeur de biodiversité végétale. In : Actes des 6^{èmes} Rencontres de l'Agence régionale pour l'environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur. Colloque scientifique Bio'Mes. Gap : 152-160.
- Rallo, L., Díez, C.M., Morales-Sillero, A., Miho, H., Priego-Capote, F., Rallo, P. (2018). Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors. *Scientia Horticulturae*, 233, 491-509
- Rodrigues, N., Fernandes, G., Alberto Pereira, J., Henriques, D., Pinto, P., Baptista, P. (2018). Characterization of wild and centenarian olive trees for their valorization, Thèse de doctorat, Universidad de Leon, Portugal, p. 246.
- Ryan, D., Robards, K., Lavee, S. 1998. Evolution de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae* 72, 23–41.
- Visioli, F. et Galli, C. (1998). Olive Oil Phenols and their Potential Effects on Human Health *J. Agric. Food Chem.* 46, 4292–4296.
- Sá, O., Pereira, J.A., Baptista, P. (2011). Optimization of DNA Extraction for RAPD and ISSR analysis of *Arbutus unedo* L. leaves. *International Journal of Molecular Sciences*, 12, 4156-4164.

- Santoni S., Faivre-Rampant P., Prado E. and Prat D. (2000). Marqueurs moléculaires pour l'analyse des ressources génétiques et l'amélioration des plantes. Cahiers Agricultures ; 9 : 311-27.
- Sebastiani, L. et Busconi, M. (2017). Recent developments in olive (*Olea europaea* L.) genetics and genomics: applications in taxonomy, varietal identification, traceability and breeding, *Plant Cell Reports*. Springer Berlin Heidelberg, 36(9), pp. 1345–1360. doi: 10.1007/s00299-017-2145-9.
- Sefc, K.M., Lopes, M.S., Mendonca, D., Rodrigues dos Santos, M., Laimer da Camara Machado, A. (2000). Identification of microsatellite loci in olive (*Olea europaea* L.) and their characterization in Italian and Iberian olive trees. *Molecular Ecology* 9, 1171-1173
- Shannon, C.E. et Weaver, W. (1964). The mathematical theory of communication. The university of illinois press. URBANA. p 125.
- Sidhoum, M., Mahdad, M.Y., Meghelli, I., Bellatreche, A., Draoui, M., et Gaouar, S.B.S. (2018). Genetic diversity analysis by the morphometric tool of some olive tree (*Olea europaea*) varieties in Western Algeria. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 12(2), 14-25. doi:10.12692/ijb/12.2.14-25
- Sidhoum, M. et Gaouar, S.B.S. (2013). Effect of pedological nature on morphological characters of some olive-tree varieties from wilaya of Tlemcen. *Science and Nature*, Vol.3, No.1, 25-32.
- Sidhoum, M., et Gaouar, S.B.S. (2017). Diversité oliéicole au niveau de la wilaya de Tlemcen. Editions universitaires européennes. 146p.
- Slim, S., Rodrigues, N., Veloso, Ana C. A., Dias, Luis G., Casal, S., Cruz, R., . . . Peres, Antonio M. (2018). Characterization of commercial Tunisian monovarietal olive oils produced from autochthonous olive cultivars. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. doi:10.9755/ejfa.2018.v30.i7.1741.
- Terral, J.F., Durand, A., Newton, C., Ivorra, S. (2009). Archéo-biologie de la domestication de l'olivier en Méditerranée occidentale : de la remise en cause d'une histoire dogmatique à la révélation de son irrigation médiévale. *Etudes héraultaises*, (May 2014), pp. 1–19.

- Trujillo, I., Ojeda, M. A., Urdirroz, N. M., Potter, D., Barranco, D., Rallo, L., Diez, C. M. (2013). Identification of the Worldwide Olive Germplasm Bank of Córdoba (Spain) using SSR and morphological markers. *Tree Genetics & Genomes*, 10(1), 141-155. doi:10.1007/s11295-013-0671-3.
- Vargas, P. et Kadereit, J.W. (2001). Molecular fingerprinting evidence (ISSR, Inter- Simple Sequence Repeats) for a wild status of *Olea europaea* L. (Oleaceae) in the Eurosiberian North of the Iberian Peninsula. *Flora* 196, 142-152.
- Veneziani, G., Esposto, S., Taticchi, A., Urbani, S., Selvaggini, R., Sordini, B., Servili, M. (2018). Characterization of phenolic and volatile composition of extra virgin olive oil extracted from six Italian cultivars using a cooling treatment of olive paste. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 523-528
- Vinha, A.F., Ferreres, F., Silva, M.S., Valentão, P., Gonçalves, A., Pereira, J.A., Oliveira, M.B., Seabra, R.M., Andrade, P.B. (2005). Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): Influences of cultivar and geographical origin. *Food Chemistry*, 89, 561-568.
- Voropaeva, I. et Stika, H.P. (2018). Plant remains from Roman period town of Obulco (today Porcuna) in Andalusia (Spain) - distribution and domestication of olive in the west Mediterranean region. *Archaeol Anthropol. Sci* 10, 865–882. <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0405-1>
- Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., van de Lee, T., Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M., Zabeu, M. (1995). AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res* 23:4407–4414.
- Weiss, E., Zohary, D., Hopf, M.. (2012). Domestication of plants in the Old World: the origin and spread of cultivated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. Oxford: Oxford University Press. OUP UNCORRECTED PROOF – FIRST PROOF, 10/18/2011, SPi. 8p.
- Williams, J.G., Kubelik, A.R., Liva, K.J., Rafalski, J.A., Tingey, S.V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res* 18:6531–6535.

- Zarrouk, W., Haddada, F. M., Baccouri, B., Oueslati, I., Taamalli, W., Fernandez, X., . . .
Zarrouk, M. (2008). Characterization of virgin olive oil from Southern Tunisia. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(1), 81-88. doi:10.1002/ejlt.200700085
- Zegane, O., Keciri, S., Louaileche, H. (2015). Physicochemical Characteristics and Pigment Content of Algerian Olive Oils: Effect of Olive Cultivar and Geographical Origin. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science*, Vol. 1, No. 3, 153-157.
- Zeke, K.T. et Ayton, J. (2014). Fruit and oil quality of olive (*Olea europaea* L.) under different irrigation regimes and harvest times in south eastern Australia. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.12 (2), 458-464.
- Zietkiewicz, E., Rafalski, A., Labuda, D. (1994). Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20:176–183.

Annexe

Annexe

Annexe n°01 : fréquence par classe pour chaque caractère morphologique

caractère	classes	Fréquence											Azer
		B-Gastu	Bouch	Boug	Chet	Der	Guer	Mel	B-Guel	Serti	Talia	Serradj	
PN	[0-0,3[	0,355	0,000	0,563	0,425	0,030	0,000	0,005	0,550	0,000	0,269	0,656	0,238
	[0,3-0,45[	0,620	0,000	0,388	0,560	0,595	0,025	0,095	0,444	0,088	0,731	0,344	0,763
	>0,45	0,025	1,000	0,050	0,015	0,375	0,975	0,900	0,006	0,913	0,000	0,000	0,000
LN/DN	[0-1,4[	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,700	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	[1,4-1,8[	0,000	0,000	0,063	0,000	0,075	0,300	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,619
	[1,8-2,2[	0,240	0,260	0,763	0,200	0,855	0,000	0,625	0,394	0,000	0,031	0,100	0,381
	[2,2-4,0[	0,760	0,740	0,175	0,800	0,070	0,000	0,375	0,606	0,994	0,969	0,900	0,000
PO	[0-2[	0,000	0,005	0,850	0,245	0,605	0,000	0,085	0,169	0,006	0,044	0,294	0,469
	[2-4[	0,970	0,855	0,150	0,745	0,395	0,000	0,915	0,831	0,831	0,950	0,706	0,531
	[4-6[	0,030	0,135	0,000	0,010	0,000	0,100	0,000	0,000	0,163	0,006	0,000	0,000
	>6	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LO/DO	[0-1,25[	0,135	0,005	0,013	0,095	0,035	1,000	0,010	0,244	0,000	0,013	0,006	0,244
	[1,25-1,45[	0,760	0,175	0,663	0,785	0,840	0,000	0,100	0,600	0,006	0,669	0,619	0,738
	[1,45-3,5[	0,105	0,820	0,325	0,120	0,125	0,000	0,890	0,156	0,994	0,319	0,375	0,019
NS	[0-7[	0,070	0,320	0,150	0,040	0,100	0,100	0,235	0,000	0,000	0,019	0,000	0,100
	[7-10[	0,665	0,535	0,406	0,540	0,835	0,600	0,575	0,488	0,300	0,138	0,281	0,850
	[10-20[	0,265	0,145	0,444	0,420	0,065	0,300	0,190	0,513	0,700	0,844	0,719	0,050
ESN	avec mucron	1,000	0,015	0,388	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,063
	sans mucron	0,000	0,985	0,613	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,938
SyAO	symétrique	0,130	0,195	0,238	0,125	0,080	0,850	0,085	0,169	0,088	0,069	0,056	0,269
	Légèrement asymétrique	0,365	0,310	0,625	0,495	0,820	0,100	0,630	0,581	0,000	0,413	0,325	0,613
	asymétrique	0,505	0,495	0,138	0,380	0,100	0,050	0,285	0,250	0,913	0,519	0,619	0,119
PDmaxO	vers sommet	0,005	0,025	0,063	0,095	0,570	0,000	0,530	0,019	0,706	0,000	0,000	0,113
	centrale	0,970	0,960	0,919	0,895	0,425	1,000	0,460	0,963	0,113	0,856	0,988	0,756
	vers base	0,025	0,015	0,019	0,010	0,005	0,000	0,010	0,019	0,181	0,144	0,013	0,131
FsomO	pointue	0,745	0,995	0,381	0,920	0,010	0,000	0,200	0,144	0,913	0,894	0,956	0,063
	arrondie	0,255	0,005	0,619	0,080	0,990	1,000	0,800	0,856	0,088	0,106	0,044	0,938
	tronquée	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FbaseO	pointue	0,000	0,900	0,000	0,095	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	arrondie	0,265	0,080	0,744	0,510	0,915	1,000	0,510	0,000	0,000	0,369	0,519	0,150
	tronquée	0,735	0,020	0,256	0,395	0,085	0,000	0,490	1,000	1,000	0,631	0,481	0,850
Mam	présent	0,005	0,130	0,000	0,000	0,095	0,000	0,000	0,000	0,131	0,000	0,056	0,000
	absent	0,395	0,765	1,000	0,660	0,755	1,000	0,000	1,000	0,825	0,500	0,900	0,738
	ébauche	0,600	0,105	0,000	0,340	0,150	0,000	1,000	0,000	0,044	0,500	0,044	0,263
SyAN	symétrique	0,115	0,145	0,806	0,100	0,190	0,200	0,120	0,325	0,144	0,069	0,225	0,219
	Légèrement asymétrique	0,820	0,790	0,188	0,850	0,800	0,475	0,765	0,581	0,713	0,675	0,681	0,550
	asymétrique	0,065	0,065	0,006	0,050	0,010	0,325	0,115	0,094	0,144	0,256	0,094	0,231
SyBN	symétrique	0,960	0,825	0,994	0,875	0,960	0,350	0,980	1,000	0,950	0,588	0,925	1,000
	Légèrement asymétrique	0,040	0,170	0,006	0,125	0,040	0,550	0,020	0,000	0,050	0,413	0,075	0,000
	asymétrique	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PDmaxN	vers sommet	0,000	0,000	0,375	0,000	0,625	0,125	0,360	0,019	0,100	0,000	0,000	0,831
	centrale	0,980	0,970	0,625	0,975	0,370	0,850	0,630	0,875	0,900	0,981	0,963	0,169
	vers base	0,020	0,030	0,000	0,025	0,005	0,025	0,010	0,106	0,000	0,019	0,038	0,000
FsomN	pointu	0,745	0,995	0,381	0,920	0,010	0,000	0,430	1,000	1,000	1,000	1,000	0,175
	arrondi	0,255	0,005	0,619	0,080	0,990	1,000	0,570	0,000	0,000	0,000	0,000	0,825
FbaseN	pointu	0,710	0,945	0,313	0,800	0,620	0,225	0,755	0,219	0,344	0,231	0,200	0,031
	arrondi	0,290	0,055	0,688	0,200	0,380	0,450	0,245	0,781	0,656	0,769	0,800	0,969
	tronquée	0,000	0,000	0,000	0,245	0,000	0,325	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SurfN	lisse	1,000	0,000	0,431	0,755	1,000	0,000	0,100	0,369	0,175	0,000	0,000	0,888
	rugueuse	0,000	1,000	0,556	0,000	0,000	0,000	0,900	0,613	0,738	0,106	1,000	0,113
	raboteuse	0,355	0,000	0,013	0,425	0,030	1,000	0,000	0,019	0,088	0,894	0,000	0,000

Annexe n°01 (suite) : fréquence par classe pour chaque caractère morphologique

caractère	classes	Fréquence										
		Ahia	Bar	Aken	Als	Azb AZ	Azb BO	Azb KH	Azb ELW	Aziz	Bal	Abs
PN	[0-0,3[	0,500	0,000	0,230	0,156	0,500	0,000	0,056	0,575	0,254	0,000	0,013
	[0,3-0,45[	0,496	0,338	0,525	0,831	0,500	0,294	0,881	0,425	0,721	0,000	0,344
	>0,45	0,004	0,663	0,245	0,013	0,000	0,706	0,063	0,000	0,025	1,000	0,644
LN/DN	[0-1,4[	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	[1,4-1,8[	0,042	0,019	0,140	0,144	0,000	0,000	0,031	0,000	0,388	0,000	0,219
	[1,8-2,2[	0,550	0,531	0,635	0,619	0,475	0,231	0,431	0,775	0,613	0,169	0,544
	[2,2-4,0[	0,408	0,450	0,225	0,238	0,525	0,769	0,538	0,225	0,000	0,831	0,238
PO	[0-2[	0,146	0,088	0,050	0,056	0,900	0,000	0,350	0,950	0,329	0,000	0,006
	[2-4[	0,838	0,913	0,925	0,944	0,100	0,869	0,650	0,050	0,671	0,000	0,894
	[4-6[	0,017	0,000	0,025	0,000	0,000	0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100
	>6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
LO/DO	[0-1,25[	0,133	0,038	0,310	0,131	0,025	0,000	0,019	0,000	0,254	0,000	0,194
	[1,25-1,45[	0,704	0,763	0,645	0,825	0,725	0,075	0,231	0,700	0,729	0,694	0,569
	[1,45-3,5[	0,163	0,200	0,045	0,044	0,250	0,925	0,750	0,300	0,017	0,306	0,238
NS	[0-7[	0,638	0,000	0,220	0,069	0,175	0,169	0,156	0,025	0,879	0,000	0,300
	[7-10[	0,358	0,331	0,740	0,663	0,775	0,644	0,769	0,675	0,121	0,050	0,613
	[10-20[	0,004	0,669	0,040	0,269	0,050	0,188	0,075	0,300	0,000	0,950	0,088
ESN	avec mucron	0,963	1,000	0,380	0,525	0,025	1,000	0,506	0,250	0,242	0,950	0,969
	sans mucron	0,038	0,000	0,620	0,475	0,975	0,000	0,494	0,750	0,758	0,050	0,031
SyAO	symétrique	0,300	0,000	0,285	0,375	0,050	0,006	0,044	0,125	0,188	0,106	0,075
	Légèrement asymétrique	0,654	0,944	0,700	0,619	0,950	0,250	0,513	0,875	0,792	0,506	0,813
	asymétrique	0,046	0,056	0,015	0,006	0,000	0,744	0,444	0,000	0,017	0,388	0,113
PDmaxO	vers sommet	0,108	0,025	0,040	0,113	0,075	0,106	0,006	0,000	0,038	0,019	0,063
	centrale	0,888	0,975	0,930	0,881	0,825	0,894	0,994	1,000	0,958	0,975	0,869
	vers base	0,004	0,000	0,030	0,006	0,100	0,000	0,000	0,000	0,004	0,006	0,069
FsomO	pointue	0,333	0,219	0,370	0,013	0,100	0,438	0,500	0,100	0,000	0,506	0,400
	arrondie	0,667	0,781	0,630	0,988	0,900	0,563	0,500	0,900	0,992	0,494	0,600
	tronquée	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000
FbaseO	pointue	0,079	0,000	0,000	0,019	0,000	0,206	0,500	0,050	0,050	0,000	0,200
	arrondie	0,517	0,000	0,535	0,788	0,525	0,331	0,375	0,700	0,404	1,000	0,200
	tronquée	0,404	1,000	0,465	0,194	0,475	0,463	0,125	0,250	0,546	0,000	0,600
Mam	présent	0,283	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,006
	absent	0,563	1,000	0,965	0,869	1,000	1,000	0,500	1,000	1,000	1,000	0,975
	ébauche	0,154	0,000	0,025	0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019
SyAN	symétrique	0,308	0,169	0,365	0,456	0,450	0,338	0,450	0,800	0,400	0,319	0,244
	Légèrement asymétrique	0,583	0,781	0,520	0,463	0,550	0,406	0,463	0,175	0,575	0,563	0,550
	asymétrique	0,108	0,050	0,115	0,081	0,000	0,256	0,088	0,025	0,025	0,119	0,206
SyBN	symétrique	0,900	0,813	0,880	1,000	1,000	0,906	0,925	0,975	0,929	0,819	0,969
	Légèrement asymétrique	0,096	0,188	0,115	0,000	0,000	0,056	0,069	0,025	0,071	0,181	0,031
	asymétrique	0,004	0,000	0,005	0,000	0,000	0,038	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
PDmaxN	vers sommet	0,663	0,275	0,160	0,388	0,050	0,288	0,494	0,475	0,254	0,013	0,500
	centrale	0,338	0,725	0,815	0,613	0,950	0,619	0,506	0,525	0,746	0,963	0,475
	vers base	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,094	0,000	0,000	0,000	0,025	0,025
FsomN	pointu	0,529	0,219	0,630	0,125	0,575	0,500	0,506	0,100	0,096	0,506	0,400
	arrondi	0,471	0,781	0,370	0,875	0,425	0,500	0,494	0,900	0,904	0,494	0,600
FbaseN	pointu	0,992	0,881	0,795	0,350	1,000	0,994	0,688	0,125	0,633	0,806	0,813
	arrondi	0,008	0,119	0,205	0,650	0,000	0,006	0,313	0,875	0,367	0,188	0,188
	tronquée	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000
SurfN	lisse	0,000	0,263	0,320	0,019	0,025	0,000	0,144	0,050	0,067	0,000	0,000
	rugueuse	0,833	0,738	0,680	0,969	0,975	0,044	0,850	0,900	0,933	0,000	0,250
	raboteuse	0,167	0,000	0,000	0,013	0,000	0,956	0,006	0,050	0,000	1,000	0,750

Annexe n°02 : Cosine squares, based on correlations

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9	Fact.10
1	0,124344	0,054114	0,480790	0,335345	0,000978	0,001332	0,002569	0,000183	0,000317	0,000028
2	0,001657	0,021532	0,972958	0,003240	0,000146	0,000002	0,000007	0,000003	0,000069	0,000388
3	0,131739	0,093560	0,604593	0,124260	0,044100	0,000808	0,000529	0,000239	0,000001	0,000171
4	0,718488	0,017419	0,142144	0,092239	0,026760	0,000392	0,002276	0,000250	0,000001	0,000031
5	0,951471	0,000707	0,000071	0,027755	0,016752	0,002877	0,000061	0,000231	0,000039	0,000037
6	0,008423	0,136718	0,545152	0,263514	0,012636	0,033018	0,000148	0,000004	0,000206	0,000181
7	0,734180	0,012610	0,245152	0,001118	0,005427	0,001489	0,000001	0,000007	0,000000	0,000016
8	0,409473	0,264374	0,270514	0,050955	0,001032	0,002606	0,000878	0,000152	0,000001	0,000015
10	0,120269	0,100798	0,100215	0,644889	0,028836	0,002130	0,000164	0,002529	0,000049	0,000120
11	0,388541	0,070786	0,497473	0,030708	0,008733	0,001680	0,000364	0,001531	0,000109	0,000074
12	0,010255	0,745394	0,225059	0,011186	0,001424	0,006224	0,000067	0,000146	0,000233	0,000011
13	0,864238	0,122070	0,000436	0,000001	0,012638	0,000008	0,000523	0,000040	0,000042	0,000005
14	0,710903	0,031723	0,236903	0,005479	0,007535	0,006701	0,000432	0,000293	0,000011	0,000019
15	0,125435	0,818579	0,002988	0,002597	0,048118	0,000323	0,001584	0,000284	0,000028	0,000065
16	0,245218	0,642916	0,040740	0,048843	0,020638	0,000423	0,001029	0,000115	0,000032	0,000045
18	0,356979	0,476814	0,157760	0,001706	0,001426	0,000735	0,004095	0,000170	0,000287	0,000028
19	0,317039	0,593570	0,004881	0,061054	0,022557	0,000066	0,000168	0,000600	0,000001	0,000063
20	0,824249	0,044527	0,125657	0,000084	0,003413	0,000318	0,001483	0,000255	0,000007	0,000007
21	0,006079	0,905517	0,069860	0,014197	0,000057	0,004052	0,000194	0,000003	0,000002	0,000040
22	0,085638	0,727177	0,175810	0,005767	0,000613	0,002198	0,002645	0,000003	0,000006	0,000142
23	0,457823	0,316495	0,137893	0,060591	0,019682	0,006342	0,000000	0,001030	0,000086	0,000057

Annexe n°03: Factor-variable correlations (factor loadings), based on correlations

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
PN	-0,8782	0,4385	0,0604	0,1049	0,1043	0,0908	0,0489	0,0159	0,0009	0,0006
LN	-0,9732	-0,0427	0,1959	-0,0315	0,0866	-0,0595	0,0089	-0,0152	-0,0094	-0,0136
DN	-0,7187	0,6120	-0,2656	0,1601	-0,0546	-0,0943	0,0228	-0,0126	0,0034	0,0095
LN/DN	-0,5097	-0,6708	0,4813	-0,1769	0,1632	-0,0226	-0,0039	-0,0059	0,0058	0,0105
NS	-0,1405	-0,6123	0,5506	0,5443	-0,0766	0,0017	0,0052	0,0007	-0,0001	-0,0002
PO	-0,8741	-0,2420	-0,4044	-0,0101	-0,0689	0,0857	-0,0185	-0,0352	0,0007	0,0015
LO	-0,9777	-0,1517	-0,0905	-0,0753	-0,0738	-0,0035	-0,0283	0,0268	-0,0141	0,0066
DO	-0,6819	-0,2940	-0,6560	0,1192	0,0453	-0,0252	-0,0266	0,0200	0,0132	-0,0065
LO/DO	-0,6692	0,1220	0,6561	-0,2746	-0,1768	0,0005	0,0067	0,0064	0,0101	-0,0044
RPN	0,1481	-0,8314	-0,5051	-0,1491	-0,0733	-0,0169	0,0624	0,0034	-0,0019	-0,0002

